

# RINGKASAN & MATERI

# PREDIKSI UN USBN SMA/MA IPA 2020

## PENGAYAAN LEVEL KOGNITIF SOAL

### JENIS SOAL DAN PEMBAHASAN

- SOAL PENGETAHUAN DAN PEMAHAMAN
- SOAL APLIKASI/TERAPAN
- SOAL PENALARAN
- SOAL HOTS

Bahasa Indonesia

Matematika

Bahasa Inggris

Kimia

Biologi

Fisika

# DAFTAR ISI

<b>Bahasa Indonesia</b>	<b>1</b>
1. Membaca Nonsastra	2
2. Membaca Sastra	22
3. Menulis Terbatas	35
4. Menyunting Kata, Frasa, Kalimat, dan Paragraf	43
5. Menyunting Ejaan dan Tanda Baca	52
<b>Matematika</b>	<b>63</b>
1. Pangkat, Akar, dan Logaritma	64
2. Fungsi, Komposisi Fungsi, dan Fungsi Invers	68
3. Persamaan dan Fungsi Kuadrat	71
4. Sistem Persamaan Linier dan Sistem Sistem Pertidaksamaan Linier	75
5. Program Linier	78
6. Matriks	82
7. Barisan dan Deret	86
8. Limit Fungsi	89
9. Turunan Fungsi	93
10. Integral Fungsi Aljabar	97
11. Trigonometri	103
12. Ruang Dimensi Tiga	108
13. Lingkaran dan Garis singgung Lingkaran	113
14. Transformasi Geometri	117
15. Statistika	123
16. Aturan Perkalian	129
17. Peluang Kejadian	132
<b>Bahasa Inggris</b>	<b>135</b>
1. Listening 1	136
2. Listening 2	141
3. Listening 3	145
4. Listening 4	149

5. Listening 5	153
6. Advertisement	157
7. Announcement	161
8. Letter/Email	163
9. Discussion	166
10. Explanation	169
11. Exposition	173
12. News Item	177
13. Recount	180
14. Report	183
15. Review	186
16. Sentence Arrangement	189
17. Cloze Text	194
<b>Kimia</b>	<b>197</b>
1. Struktur Atom	198
2. Sistem Periodik Unsur	205
3. Ikatan Kimia	209
4. Bentuk Geometri Molekul dan Gaya Antar Molekul	213
5. Kimia Unsur	216
6. Kimia Analisis	224
7. Termokimia	234
8. Laju Reaksi	240
9. Keseimbangan Kimia	246
10. Koloid	250
11. Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit	256
12. Sifat Koligatif Larutan	261
13. Sel Elektrokimia	265
14. Kimia Organik	270
15. Benzena	287
16. Polimer, Karbonasi, Protein, dan lemak	291
17. Reaksi Redoks	297
18. Tata Nama Senyawa Anorganik dan Persamaan Reaksi Sederhana	301
19. Hukum Dasar dan Perhitungan Kimia	305
<b>Biologi</b>	<b>311</b>
1. Hakikat Biologi	312
2. Makhluk Hidup Mikroskopis dan Virus	317
3. Kingdom Plantae	325

4. Kingdom Animalia	333
5. Keanekaragaman Hayati	343
6. Ekosistem dan Lingkungan	349
7. Sel dan Jaringan	358
8. Sistem Organ Manusia	366
9. Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan	387
10. Metabolisme	393
11. Bioteknologi	400
12. Substansi Materi Genetik Pembelahan Sel	405
13. Pola Hereditas	410
14. Pola Hereditas	416
15. Mutasi	425
16. Evolusi	430
<b>Fisika</b>	<b>439</b>
1. Besaran, Satuan, Dimensi, Angka Penting, Pengukuran, dan Vektor	440
2. Kinematika	449
3. Dinamika	459
4. Usaha dan Energi	467
5. Momentum dan Impuls	472
6. Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar	478
7. Fluida Statis	487
8. Fluida Dinamis	493
9. Getaran, Gelombang, dan Bunyi	498
10. Suhu dan Kalor	509
11. Teori Kinetik Gas dan Termodinamika	514
12. Optik Geometri	521
13. Optik Fisis	531
14. Listrik Statis	536
15. Listrik Dinamis	542
16. Magnet dan Induksi Magnet	549
17. Fisika Modern	559
18. Dualisme Partikel	567

# RINGKASAN MATERI

## Bahasa Indonesia

1. Membaca Nonsastra
2. Membaca Sastra
3. Menulis Terbatas
4. Menyunting Kata, Frasa, Kalimat, dan Paragraf
5. Menyunting Ejaan dan Tanda Baca

BAB  
1

## MEMBACA NONSASTRA

## A. Memaknai Istilah/Kata

Kalimat dalam paragraf tersusun dari beberapa kata yang membentuk kesatuan arti atau informasi. Kata yang digunakan untuk membentuk sebuah kalimat tidak semuanya dapat langsung diketahui maknanya oleh pembaca. Hal ini karena kata mempunyai beberapa makna sebagai berikut.

## 1. Berdasarkan Sifatnya

Makna kata berdasarkan sifatnya dapat dibedakan menjadi makna leksikal dan makna gramatikal. Makna leksikal adalah makna kata sesuai kamus, misalnya kata *irigasi* dalam kalimat *Irigasi yang lancar dapat meningkatkan produksi pertanian*. Makna kata irigasi menurut KBBI adalah pengairan.

Sementara itu, makna gramatikal adalah makna kata yang telah mengalami proses morfologis. Contoh makna gramatikal misalnya dalam kalimat *Ayah berlari mengelilingi lapangan sebanyak tiga kali*. Makna gramatikal berlari dalam kalimat tersebut adalah melakukan aktivitas lari.

## 2. Berdasarkan Ada Tidaknya Makna Tambahan

Makna kata berdasarkan ada tidaknya makna tambahan dibedakan menjadi dua yaitu makna denotasi dan makna konotasi. Makna denotasi adalah makna kata yang sebenarnya/lugas (sesuai dengan konteks pemakaiannya dalam kalimat), misalnya *meja hijau* bermakna meja yang berwarna hijau. Makna konotasi sering disebut dengan makna tambahan/makna kata yang tidak sebenarnya (idiomatis) misalnya *meja hijau* bermakna pengadilan.

## Soal Bahas Memaknai Istilah/Kata

1. Cermati kalimat berikut!

Persembunyian komplotan penjahat itu sudah diketahui pihak berwajib.

Makna gramatikal kata *persembunyian* dalam kalimat tersebut adalah ....

- A. tempat                      D. alat  
B. hal                            E. jadi  
C. proses

**Jawaban: A**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Kata *persembunyian* tersebut telah mengalami proses afiksasi atau imbuhan. Kata *persembunyian* mempunyai kata dasar *sembunyi*. Imbuhan *per-* dan *an-* membuat kata tersebut berarti tempat sembunyi.

2. Cermati kalimat berikut!

Jalan-jalan di Jakarta diperlebar agar tidak terjadi kemacetan.

Makna gramatikal kata *diperlebar* dalam kalimat tersebut adalah ....

- A. dijadikan lebih lebar
- B. membuat lebar sekali
- C. menjadi sangat lebar
- D. menambah agar lebar
- E. menjadi agar lebar

**Jawaban: A**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Kata diperlebar mempunyai kata dasar lebar. Kata dasar tersebut mengalami proses afikasi yakni imbuhan *diper-*. Makna kata imbuhan tersebut adalah dijadikan lebih. Jadi, makna *diperlebar* dalam kalimat tersebut adalah dijadikan lebih lebar.

3. Perhatikan paragraf berikut!

Lapisan ozon yang semakin menipis berakibat pada perubahan iklim dunia. Lapisan ozon yang semakin menipis diakibatkan emisi karbon hasil industrialisasi semakin meningkat.

Untuk mengurangi dampak menipisnya lapisan ozon ini, Perserikatan Bangsa-Bangsa menggelar konferensi COP 21 di Prancis pada Desember 2015. COP 21 adalah konferensi untuk membahas perubahan iklim dunia dan komitmen setiap negara untuk mengurangi emisi karbon.

Sumber: <http://teknologi.news.viva.co.id>

Makna kata *industrialisasi* dalam paragraf tersebut adalah ....

- A. hasil industri
- B. tujuan industri
- C. proses industri
- D. usaha industri
- E. sisa produksi

**Jawaban: D**  
**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Makna kata *industrialisasi* dalam KBBI adalah usaha menggalakkan industri dalam suatu negara; pengindustrian. Jadi, jawaban yang tepat adalah D.

## B. Mengidentifikasi Informasi Tersurat

Informasi tersurat dapat diartikan dengan pernyataan yang sesuai dengan isi bacaan. Pernyataan yang sesuai dengan isi bacaan dapat ditemukan dengan membaca teks secara menyeluruh. Masalah yang dikemukakan dalam bacaan dapat mengacu pada rumus **ADIKSIMBA** sebagai berikut.

1. **Apa** untuk menyatakan masalah, peristiwa, atau kejadian dalam teks.
2. **Di mana** untuk menanyakan tempat peristiwa yang dibahas dalam teks.
3. **Kapan** untuk menanyakan waktu peristiwa yang dibahas dalam teks.
4. **Siapa** untuk menanyakan orang yang dibahas dalam teks.
5. **Mengapa** untuk menanyakan alasan atau sebab peristiwa yang dibahas dalam teks.
6. **Bagaimana** untuk menanyakan proses terjadinya peristiwa/masalah yang dibahas dalam teks.

Penyajian teks paragraf yang berpedoman pada rumus ADIKSIMBA memiliki pola yang bervariasi. Hal ini terbukti pada teks berita yang memiliki tema yang sama, tetapi teknik penyajian yang digunakan berbeda.

## Soal Bahas Mengidentifikasi Informasi Tersurat

1. Perhatikan paragraf berikut!

Peran ginjal adalah untuk mengeluarkan racun dari dalam tubuh. Ginjal akan menyaring limbah berupa racun dari aliran darah. Racun ini bisa menumpuk di ginjal dan dapat memengaruhi fungsi ginjal. Hal ini dapat menyebabkan pembentukan batu ginjal dan masalah lainnya. Oleh karena itu, detoksifikasi ginjal sangat penting dilakukan. Detoksifikasi dilakukan untuk menjaga ginjal tetap sehat dan bekerja lebih baik lagi. Dengan detoksifikasi, ginjal akan membantu untuk menjaga keseimbangan mineral dalam tubuh, mengatur tekanan darah, dan menyaring limbah dari tubuh untuk mempertahankan hidup yang sehat.

Pernyataan yang sesuai dengan isi paragraf tersebut adalah ....

- A. Ginjal berfungsi menyaring zat makanan
- B. Kita harus menjaga kesehatan ginjal
- C. Batu dalam tubuh dapat dibersihkan oleh ginjal
- D. Racun dapat memengaruhi fungsi ginjal
- E. Darah membentuk racun dalam ginjal

**Jawaban: D**  
**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Pernyataan yang sesuai dengan isi paragraf tersebut adalah D. Pernyataan tersebut sesuai dengan kalimat ketiga paragraf yakni *Racun ini bisa menumpuk di ginjal dan dapat memengaruhi fungsi ginjal.*

2. Perhatikan paragraf berikut!

Pemakaian plastik yang berlebih mengakibatkan jumlah sampah plastik sangat banyak. Karena bukan berasal dari senyawa biologis, plastik memiliki sifat sulit terdegradasi. Plastik diperkirakan membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun agar dapat terdekomposisi (terurai) dengan sempurna. Sampah kantong plastik dapat mencemari tanah, air, laut, bahkan udara. Kantong plastik terbuat dari penyulingan gas dan minyak yang disebut *ethylene*. Minyak, gas, dan batu bara mentah adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Semakin banyak penggunaan plastik, berarti semakin cepat menghabiskan sumber daya alam tersebut.

Pernyataan yang sesuai dengan isi paragraf tersebut adalah ....

- A. Sampah plastik sangat berbahaya
- B. Plastik terbuat dari gas dan minyak
- C. Pabrik plasting mencemari lingkungan
- D. Kantong plastik sangat berguna
- E. Sampah plastik rumah tangga paling banyak

**Jawaban: B**  
**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Paragraf tersebut membahas sampah kantong plastik. Pernyataan yang sesuai dengan isi paragraf adalah *Plastik terbuat dari gas dan minyak*. Pernyataan tersebut sesuai dengan kalimat kelima paragraf yakni Kantong plastik terbuat dari penyulingan gas dan minyak yang disebut *ethylene*.



3. Perhatikan paragraf berikut!

Kerusakan hutan di Indonesia selama lima tahun adalah dua persen per tahun, sementara di Brazil 0,6 persen. Perusakan itu sama dengan 1,87 juta hektare setiap tahun. Sama dengan 51 kilometer setiap hari atau sama dengan luas 300 lapangan sepak bola setiap jam. Data itu dikemukakan oleh Hapsoro, juru kampanye hutan regional Greenpeace Asia Tenggara di Tugu Proklamasi. Dengan angka-angka itu, Indonesia bisa masuk "The Guinness Book of World Record" sebagai negara penghancur hutan tercepat di dunia.

Kalimat pertanyaan yang sesuai dengan isi paragraf tersebut adalah ....

- A. Apa saja yang dilakukan oleh Hapsoro untuk menyelamatkan hutan Indonesia?
- B. Tepatkah data-data yang dipergunakan oleh juru kampanye hutan regional Greenpeace itu?
- C. Benarkah bahwa kerusakan hutan di Indonesia sudah tidak dapat diatasi?
- D. Berapa persen kerusakan hutan yang terjadi di Indonesia per tahun selama lima tahun?
- E. Apa yang harus diperbuat dengan data-data yang dikemukakan Hapsoro?

**Jawaban: D**

**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Kalimat pertanyaan yang sesuai dengan isi paragraf adalah kalimat tanya yang jawabannya terdapat dalam teks. Kita tidak dapat menemukan jawaban dari pertanyaan A, B, C, dan E. Jawaban pertanyaan D terdapat pada kalimat pertama.

### C. Menemukan Ide Pokok Paragraf

Paragraf mengandung satu ide pokok/pikiran utama/gagasan utama dan didukung oleh beberapa kalimat penjelas. Ide pokok/pikiran utama adalah pokok persoalan yang terdapat dalam paragraf. Ide pokok dapat kita temukan di dalam kalimat utama. Kalimat utama adalah kalimat yang mengandung ide pokok/pikiran utama dari paragraf tersebut, atau lebih mengacu kepada hal yang dibicarakan dalam paragraf tersebut. Kalimat utama berbentuk kalimat luas. Kalimat penjelas dijelaskan oleh kalimat-kalimat penjelas yang berbentuk contoh, opini-opini, dan peristiwa ilustratif.

## Soal Bahas Menemukan Ide Pokok Paragraf

1. Bacalah paragraf berikut dengan saksama!

Ada beberapa cara yang dapat kita lakukan agar anak-anak kita mencintai budaya asli tradisionalnya. Kita sebagai orang tua pertama-tama harus mencintai budaya asli leluhur atau budaya daerah setempat kita tinggal. Ketika anak melihat kecintaan kita terhadap kesenian, mereka akan meniru dengan senang hati. Contoh lain yakni dengan menggunakan bahasa daerah asal kita. Dengan demikian, kelestarian tiap-tiap daerah akan terjaga.

Ide pokok paragraf tersebut adalah ....

- A. kelebihan budaya daerah setempat
- B. cara agar anak-anak mencintai budaya
- C. penghargaan terhadap budaya tradisional
- D. penggunaan bahasa daerah setempat
- E. pelestarian bahasa-bahasa daerah

**Jawaban: B**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Paragraf tersebut membahas cara-cara agar anak-anak mencintai budaya asli leluhur. Ide pokok paragraf tersebut terdapat pada kalimat utama paragraf yakni kalimat pertama paragraf. Jadi, ide pokok paragraf tersebut adalah cara agar anak-anak mencintai budaya leluhur.

2. Bacalah paragraf berikut!

Indonesia dikaruniai kekayaan alam yang berlimpah dan memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Sebagian besar spesies dapat ditemukan di Indonesia.

Indonesia memiliki 17% jenis ikan dunia, 25% jenis tanaman bunga, 25% unggas ada di Indonesia. Indonesia mempunyai garis pantai terpanjang di dunia. Hutan tropis Indonesia merupakan hutan terluas se-Asia dan terluas ketiga di dunia setelah Brasil dan Zaire.

Ide pokok paragraf tersebut adalah ....

- A. spesies yang ditemukan di Indonesia
- B. kekayaan alam Indonesia yang berlimpah
- C. jenis tumbuhan yang tumbuh di Indonesia
- D. garis pantai terpanjang sedunia
- E. hutan tropis Indonesia yang terluas

**Jawaban: B**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Paragraf tersebut membahas kekayaan alam Indonesia yang berlimpah. Ide pokok paragraf tersebut terdapat pada kalimat pertama paragraf. Jadi, jawaban yang tepat adalah B.

3. Cermati paragraf berikut!

Kualitas pendidikan di Indonesia masih sangat memprihatinkan. Hal tersebut tercermin, antara lain, dari hasil studi kemampuan membaca untuk tingkat Sekolah Dasar (SD) yang dilaksanakan oleh organisasi *International Education Achievement* (IEA) yang menunjukkan bahwa siswa SD di Indonesia berada dalam urutan ke-38 dari 39 negara peserta studi. Sementara untuk Sekolah lanjutan Tingkat Pertama (SLTP), studi untuk kemampuan matematika siswa SMP sedrajat di Indonesia

hanya berada pada urutan ke-39 dari 42 negara dan untuk kemampuan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) hanya berada di urutan ke-40 dari 42 negara peserta.

Ide pokok dari paragraf tersebut adalah...

- A. kemampuan membaca
- B. kemampuan matematika
- C. kualitas pendidikan
- D. kemampuan IPA
- E. kualitas membaca

**Jawaban: C**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Ide pokok/pokok pikiran sebuah paragraf dapat ditemukan dalam kalimat utama. Kalimat utama paragraf tersebut terdapat pada kalimat *Kualitas pendidikan di Indonesia masih sangat memprihatinkan*. Jadi, ide pokok paragraf tersebut adalah C.

## D. Menemukan Inti Kalimat

Cara menentukan kalimat inti dalam kalimat utama adalah dengan menentukan subjek inti dan predikat karena ciri kalimat inti minimal memiliki pola S P. Akan tetapi, ada juga kalimat inti yang berpola S P O maupun S P K. Jika ide pokok/pikiran utamanya berupa kalimat majemuk, pikiran utama/ide pokok berada dalam induk kalimat (S + P).

## Soal Bahas Menemukan Inti Kalimat

1. Perhatikan kalimat berikut!

Para ilmuwan di Selandia Baru telah menemukan bukti awal bahwa gula sederhana seperti glukosa dapat mengganggu kemampuan kognitif, kemampuan yang mencakup kegiatan mental (otak).

Inti kalimat tersebut adalah ....

- A. Para peneliti membuktikan
- B. Gula sederhana mengganggu otak
- C. Contoh gula sederhana adalah glukosa
- D. Gula sederhana mengganggu kemampuan
- E. Para ilmuwan di Selandia Baru menemukan bukti

**Jawaban: A**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Kalimat tersebut merupakan kalimat majemuk. Struktur kalimat tersebut sebagai berikut.

Para ilmuwan di Selandia Baru

Subjek

telah menemukan bukti awal

Objek

Predikat

bahwa gula sederhana seperti glukosa dapat mengganggu kemampuan kognitif, kemampuan yang mencakup kegiatan mental (otak).

Pelengkap

Jadi, inti kalimat tersebut adalah *Para peneliti membuktikan*.

2. Perhatikan kalimat berikut!

Anak yang berbaju putih itu sangat sopan.

Inti kalimat tersebut adalah ....

- A. Anak sopan
- B. Anak berbaju putih
- C. Anak sangat sopan
- D. Anak yang sangat sopan
- E. Anak yang berbaju putih

**Jawaban: A**

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

Pola kalimat tersebut sebagai berikut.

Anak yang berbaju putih itu

Subjek

sangat sopan.

Predikat

Kalimat di atas memiliki pola S-P sehingga kalimat intinya juga berpola S-P. Inti tiap-tiap unsur kalimat sebagai berikut.

- a. Anak yang berbaju putih itu = anak
- b. Sangat sopan = sopan

Dengan demikian, kalimat intinya adalah *anak sopan*.

3. Murid yang ada di pojok itu sedang membaca buku baru.

Inti kalimat tersebut adalah ....

- A. Murid di pojok
- B. Murid di pojok membaca
- C. Murid membaca buku
- D. Murid sedang membaca
- E. Murid membaca buku baru

**Jawaban: C**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Pola kalimat tersebut sebagai berikut.

Murid yang ada di pojok itu

Subjek

sedang membaca buku baru.

Predikat

Objek

Inti tiap-tiap unsur sebagai berikut.

- a. Murid yang di pojok itu = murid
- b. Sedang membaca = membaca
- c. Buku baru = buku

Jadi, kalimat intinya adalah *murid membaca buku*.

## E. Menentukan Makna Rujukan

Makna rujukan terdiri atas kata ganti tunjuk dan kata ganti orang. Kata ganti tunjuk adalah kata yang digunakan untuk menunjuk sesuatu. Bentuk kata ganti tunjuk antara lain *ini*, *itu*, dan *tersebut*. Sementara itu, kata ganti orang adalah kata yang digunakan untuk menunjuk orang/pelaku. Bentuk kata ganti orang antara lain *ia*, *mereka*, *-nya*, dan *dia*.

## Soal Bahas Menentukan Makna Rujukan

1. Perhatikan paragraf berikut!

Kementerian Perhubungan (Kemenhub) kembali menggelontorkan dana kepada PT Kereta Api Indonesia (Persero) (KAI) untuk biaya perawatan dan pengoperasian prasarana perkeretaapian 2018 sebesar Rp1,3 triliun. Nilai *ini* mengalami penurunan dibandingkan tahun 2017 yang sebesar Rp1,65 triliun. Direktur Jenderal Perkeretaapian Kemenhub, Zulfikri, mengatakan bahwa penurunan alokasi anggaran disebabkan adanya efisien personil pekerja KAI yang merawat prasarana kereta api seperti jalur kereta api, jembatan, stasiun, dan fasilitas operasi kereta api (sinyal, telekomunikasi, dan listrik aliran atas (LAA)).

**Sumber:** <http://ekonomi.kompas.com/read/2018/01/05/113000226/kemenhub-beri-rp-1-3-triliun-ke-kai-untuk-rawat-prasarana-kereta-api>

Kata ganti *ini* pada kalimat kedua paragraf tersebut merujuk pada ....

- A. Dana sebesar Rp1,3 triliun digelontorkan Kemenhub kepada PT Kereta Api Indonesia (Persero) (KAI) untuk biaya perawatan dan pengoperasian prasarana perkeretaapian 2018.
- B. Biaya perawatan sebesar Rp1,3 trilin.
- C. Biaya perawatan PT Kereta Api Indonesia (Persero) (KAI)
- D. Efisien personil pekerja KAI yang merawat prasarana kereta api seperti jalur kereta api, jembatan, stasiun, dan fasilitas operasi kereta api (sinyal, telekomunikasi, dan listrik aliran atas (LAA)).

- E. Penurunan nilai bantuan dibandingkan tahun 2017 yang sebesar Rp1,65 triliun.

**Jawaban: A**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Kata rujukan adalah pengulangan kata baik secara langsung maupun tidak langsung yang bergungsi menjelaskan kalimat sebelumnya. Rujukan yang digunakan dalam kutipan teks tersebut adalah rujukan secara tidak langsung karena menggunakan kata ganti tunjuk (*ini*). Kata ganti ini merujuk pada Dana sebesar Rp1,3 triliun digelontorkan Kemenhub kepada PT Kereta Api Indonesia (Persero) (KAI) untuk biaya perawatan dan pengoperasian prasarana perkeretaapian 2018.

2. Perhatikan paragraf berikut!

Batuk dan pilek merupakan penyakit langganan pada anak. Di musim penghujan seperti sekarang, waspada serangan penyakit yang juga disebut common cold ini. Salah satu alasan anak berusia kurang lima tahun gampang sakit batuk pilek adalah karena sistem kekebalan tubuh mereka belum matang sempurna.

**Sumber:** <http://health.kompas.com>

Kata *mereka* pada paragraf tersebut merujuk pada ....

- A. batuk dan pilek
- B. anak usia kurang lima tahun
- C. virus kekebalan tubuh
- D. musim penghujan
- E. penyakit langganan

**Jawaban: B**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Rujukan yang digunakan dalam kutipan paragraf tersebut adalah rujukan dengan kata ganti orang. Kata mereka pada kalimat tersebut merujuk pada anak usia kurang lima tahun.

3. Cermati paragraf berikut!

W.S. Rendra menghabiskan masa kecil hingga SMA di Solo dengan bersekolah TK hingga SMA di Sekolah Katolik St. Yosef. W.S. Rendra akhirnya meninggalkan Jakarta, kota impiannya dan menuju ke Yogyakarta. Pilihannya jatuh pada Fakultas Sastra Universitas Gajah Mada. Di fakultas ini, bakat seninya semakin tertempa dengan baik. Namun, ia tidak bisa menyelesaikan studinya di sini. Rendra kemudian mendapat tawaran beasiswa dari American Academy of Dramatical Art (AADA) untuk mempelajari lebih jauh tentang dunia seni tari dan drama. Kesempatan ini tentu tak disia-siakannya. Ia pun kemudian pergi ke Amerika pada tahun 1954 untuk mengambil beasiswa tersebut.

Di Amerika, Rendra tak hanya berkuliah namun juga sering mengikuti seminar tentang seni dan kesusastraan atas undangan pemerintah AS di Harvard University.

Sumber: <http://biografi-orang-sukses-dunia>.

Kata bercetak miring dalam kutipan biografi tersebut merujuk pada ....

- A. tawaran beasiswa dari *American Academy of Dramatical Art* (AADA)
- B. meninggalkan Jakarta
- C. pergi ke Amerika pada tahun 1954
- D. menghabiskan masa kecil hingga SMA
- E. mempelajari lebih jauh tentang dunia seni tari dan drama

**Jawaban: A**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Kata kesempatan ini merujuk pada kesempatan mendapat tawaran beasiswa dari American Academy of Dramatical Art (AADA). Rujukan tersebut menggunakan kata ganti tunjuk.

F.

## Menyimpulkan Isi Tersirat dalam Teks (Opini, Tujuan Penulis, Keberpihakan)

Isi tersirat teks berarti maksud atau makna pembicaraan atau tulisan yang tidak disampaikan secara gamblang, tetapi secara tersembunyi. Makna tersembunyi tersebut hanya dapat dimengerti dengan memahami benar-benar keseluruhan pembicaraan atau tulisan. Perhatikan contoh paragraf berikut!

*Minuman-minuman instan sangat nikmat diminum, apalagi jika disajikan dalam keadaan dingin. Namun, baru-baru ini ada hasil penelitian yang diterbitkan di internet mengenai daftar minuman instan yang belum terdaftar. Minuman-minuman instan yang belum terdaftar tersebut ternyata memiliki kandungan berbahaya.*

Pada contoh paragraf di atas kita dapat memahami kata-kata yang tersurat dengan jelas. Akan tetapi, paragraf tersebut juga mengandung makna tersirat. Makna tersirat dalam paragraf tersebut adalah kita harus berhati-hati dalam mengonsumsi minuman instan, apalagi minuman instan yang belum terdaftar. Makna tersirat dalam paragraf dapat berupa opini, tujuan penulis, dan keberpihakan penulis. Opini adalah pernyataan yang muncul dari pemikiran atau tanggapan seseorang. Keberpihakan penulis adalah kecenderungan penulis untuk memberikan dukungan pada pihak yang diungkapkan dalam sebuah teks. Keberpihakan penulis tergantung pada tujuan yang ingin dicapai oleh penulis.

## Soal Bahas Menyimpulkan Isi Tersirat dalam Teks (Opini, Tujuan Penulis, Keberpihakan)

1. Cermatilah paragraf berikut!

(1) Arif Rachman Hakim mengungkapkan pendapatnya pada wawancara beberapa hari yang lalu, yaitu sekolah hendaknya diberi wewenang untuk menentukan lulus atau tidak lulusnya seorang siswa, sesuai aturan sekolah masing-masing. (2) Hal ini juga terjadi pada ketentuan lulusan pada kurikulum sebelumnya dengan persyaratan selama tiga tahun siswa berkelakuan baik, nilai mencukupi, dan hal lain yang menjadi patokan penentu kelulusan. (3) Berbeda dengan penentuan kelulusan Ujian Nasional (UN) saat ini, siswa dinyatakan lulus dengan persyaratan nilai yang ditentukan secara nasional. (4) Persyaratan kelulusan UN yang demikian itu, tampaknya membuat siswa cemas dan banyak yang stress menghadapinya. (5) Hal itu pula yang mengindikasikan terjadinya kecurangan pada saat berlangsungnya UN.

Opini penulis dalam paragraf tersebut terdapat pada nomor ....

- A. (1) dan (2)      D. (3) dan (4)  
B. (2) dan (3)      E. (4) dan (5)  
C. (2) dan (4)

**Jawaban: A**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Opini atau pendapat penulis terdapat pada kalimat (1) dan (2). Kedua kalimat tersebut berupa anggapan pribadi. Kalimat (3), (4), dan (5) merupakan fakta.

2. Cermati tajuk rencana berikut!

Aktivitas masyarakat dalam menyambut tahun baru bagi angin lalu yang pergi begitu saja tanpa makna. Penyambutan tahun baru itu hanya berupa pesta pora dan hura-hura yang tidak memberikan keuntungan sedikit pun kepada masyarakat. Masyarakat justru mengorbankan harta bendanya untuk penyambutan tahun baru dan mereka sendiri yang merasakan dampak buruknya.

Tujuan penulis menyampaikan informasi tersebut kepada pembaca adalah ....

- A. Mengimbau agar merayakan tahun baru cukup dengan berpesta bersama keluarga dan teman-teman  
B. Menjelaskan bahwa merayakan tahun baru mempunyai dampak positif dan negatif  
C. Mengajukan supaya jangan sampai mengorbankan harta hanya untuk merayakan tahun baru  
D. Mengingatkan bahwa merayakan tahun baru tidak ada gunanya dan berdampak buruk  
E. Menginformasikan adanya keuntungan mengorbankan harta bendanya untuk penyambutan tahun baru

**Jawaban: C**

**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Paragraf tersebut membahas perayaan tahun baru yang menguras banyak harta untuk penyambutan tahun baru. Jadi, tujuan penulis adalah menganjurkan supaya jangan sampai mengorbankan harta hanya untuk merayakan tahun baru.

3. Cermati paragraf berikut!

Dampak negatif pemanasan global terus diserukan. Badan kesehatan dunia (WHO) memperingatkan tentang makin hangatnya temperatur udara. Diduga hal ini dapat memicu timbulnya penyakit seperti demam berdarah dengue dan malaria. Lebih lanjut WHO melaporkan perubahan iklim menyebabkan lebih dari 150.000 kematian dan lima juta penduduk negara miskin terserang penyakit ini setiap tahunnya. Dengan demikian, diprediksi frekuensinya dapat berlipat ganda pada tahun 2030. Negara-negara di dunia harus bertindak mengatasi pemanasan global ini. Jika tidak segera diatasi, makhluk hidup yang ada di bumi akan terancam eksistensinya.

Keberpihakan penulis tajuk rencana tersebut adalah ....

- A. WHO
- B. penduduk miskin
- C. negara miskin
- D. negara-negara
- E. makhluk hidup

**Jawaban: E**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Keberpihakan penulis pada tajuk rencana tersebut tampak pada kalimat *Jika tidak segera diatasi, makhluk hidup yang ada di bumi akan terancam eksistensinya*. Jadi, keberpihakan penulis tajuk rencana tersebut kepada makhluk hidup.

## F. Menentukan Kalimat Utama dan Penjelas dalam Paragraf

Syarat paragraf yang baik: koherensi, dalam hal ini kalimat-kalimat yang ada dalam paragraf saling berhubungan/saling menjelaskan antara kalimat yang satu dan kalimat yang lain. Kohesi berarti paragraf harus membentuk satu kesatuan. Paragraf terdiri atas kalimat utama dan kalimat penjelas. Kalimat utama adalah kalimat yang mengandung ide pokok/pikiran utama dari paragraf tersebut, atau lebih mengacu kepada hal yang dibicarakan dalam paragraf tersebut. Kalimat utama berbentuk kalimat luas. Kalimat penjelas dijelaskan oleh kalimat-kalimat penjelas yang berbentuk contoh, opini-opini, dan peristiwa ilustratif.



## Soal Bahas Menentukan Kalimat Utama dan Penjelas dalam Paragraf

1. Cermati paragraf berikut!

(1) Kebanyakan petani kita tidak berbakat dalam masalah teknik dan selalu mengalami kesulitan jika traktornya mengalami kerusakan. (2) Untuk mengatasinya, dealer traktor, selain mempunyai stok suku cadang yang cukup, sebaiknya mempunyai bengkel untuk memperbaiki traktor-traktor yang rusak. (3) Padahal, dengan perawatan yang memadai, umur traktor itu bisa mencapai sepuluh atau dua puluh tahun. (4) Hal ini tentu dapat membantu penghematan biaya. (5) Dengan kata lain, uang reparasi dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang lain.

Kalimat utama paragraf terdapat pada nomor ....

- A. (1)                      D. (4)  
B. (2)                      E. (5)  
C. (3)

**Jawaban: A**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Paragraf tersebut membahas kekurangan petani untuk memperbaiki kerusakan traktornya. Jadi, kalimat utama paragraf tersebut terdapat pada kalimat (1).

2. Cermati paragraf berikut!

(1) Era globalisasi tidak terbendung lagi. (2) Mobilitas penduduk, barang, dan hewan yang cukup tinggi memiliki dampak negatif terhadap kesehatan. (3) Kasus flu burung yang menghantui Indonesia menjadi peringatan kembali bahwa manusia dan hewan dari luar negeri perlu pengawasan.

(4) Busung lapar hanya merupakan puncak es dari kondisi gizi buruk yang terabaikan. (5) Sikap menyalahkan rakyat atau pemerintah dalam mengatasi flu burung tidaklah bijaksana.

Kalimat penjelas yang *tidak padu* dengan isi paragraf tersebut terdapat pada nomor ....

- A. (1)                      D. (4)  
B. (2)                      E. (5)  
C. (3)

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Paragraf tersebut membahas mobilitas penduduk, barang, dan hewan yang berdampak pada kesehatan. Kalimat penjelas yang tidak padu dengan isi paragraf terdapat pada kalimat (4). Kalimat (4) membahas busung lapar.

3. Bacalah topik dan urutan kalimat penjelas berikut!

Topik : keperingkatan bangsa Amerika

Kalimat penjelas:

- (1) Indonesia mengirim pemuda pelajar untuk belajar di Amerika demi kemajuan Indonesia pada masa depan.  
(2) Dalam dunia bisnis Amerika menduduki berbagai peringkat.  
(3) Majalah terkenal seperti *Fortune* atau *US News* sering menampilkan peringkat perusahaan milik Amerika dan keuntungannya.  
(4) Salah satu ciri khas bangsa Amerika adalah kesukaannya meningkatkan peringkat prestasi dalam bidang apa pun.  
(5) Di Indonesia bangsa Amerika banyak melakukan bisnis.

Kalimat penjelas yang berhubungan dengan topik adalah ....

- A. (1), (2), dan (3)
- B. (2), (3), dan (4)
- C. (3), (4), dan (5)
- D. (4), (2), dan (5)
- E. (5), (4), dan (3)

**Jawaban: B**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Kalimat penjelas yang berhubungan dengan topik keperingkatannya bangsa Amerika adalah kalimat *Dalam dunia bisnis Amerika menduduki berbagai peringkat; Majalah terkenal seperti Fortune atau US News sering menampilkan peringkat perusahaan milik Amerika dan keuntungannya; dan Salah satu ciri khas bangsa Amerika adalah kesukaannya meningkatkan peringkat prestasi dalam bidang apa pun.*

H.

## Membandingkan Isi, Pola Penyajian, dan atau Bahasa Teks

Dua buah teks dapat memiliki kesamaan tema atau informasi. Membandingkan dan mencari kesamaan teks, dapat dilakukan dengan cara membaca kedua teks tersebut secara keseluruhan. Membaca teks tidak hanya dilakukan sekali saja, bisa juga dilakukan berulang-ulang agar lebih mudah menentukan kesamaannya. Teks dapat dibandingkan melalui isi, pola penyajian, dan bahasanya.

Sebuah teks memuat informasi atau masalah, penyajian informasi atau masalah dalam teks dapat berbeda. Perbedaan tersebut dapat diketahui dengan mengajukan pertanyaan berikut.

1. **Apa** : untuk menanyakan masalah, peristiwa, atau kejadian yang dibahas dalam teks.
2. **Siapa** : untuk menanyakan orang atau pihak yang dibahas dalam teks.
3. **Di mana** : untuk menanyakan tempat peristiwa yang dibahas dalam teks.
4. **Kapan** : untuk menanyakan waktu peristiwa yang dibahas dalam teks.
5. **Mengapa** : untuk menanyakan sebab atau alasan, masalah, peristiwa, atau kejadian dalam teks.
6. **Bagaimana**: untuk menanyakan proses terjadinya masalah, peristiwa, atau kejadian dalam teks.

Menyimpulkan merupakan bentuk penalaran dengan menghubungkan-hubungkan data atau fakta yang ada. Menyimpulkan persamaan dan perbedaan isi teks artinya menyampaikan persamaan dan perbedaan isi teks berdasarkan data atau fakta dalam teks. Ada dua prinsip dalam menyimpulkan isi teks yaitu masuk akal atau logis dan mampu mencakup data-data yang ada. Langkah-langkah menyimpulkan isi teks sebagai berikut.

- a. Mencari data, fakta, atau informasi yang terdapat dalam teks tersebut.
- b. Mengajukan pendapat berdasarkan fakta-fakta tersebut.

Ada beragam jenis teks yang dapat dicari persamaan dan perbedaannya. Teks adalah naskah yang ditulis dengan tata organisasi tertentu (struktur atau pola penyajian tertentu). Teks nonsastra adalah naskah yang berisi permasalahan nonsastra. Teks yang termasuk ke dalam teks nonsastra yaitu teks berita, teks eksposisi, teks prosedur kompleks, teks editorial, dan teks ulasan.

### 1. Teks Berita

Teks berita merupakan teks yang berisi berita. Teks berita menginformasikan segala peristiwa yang terjadi. Teks berita ditulis di media cetak, disiarkan di radio atau televisi, atau diunggah di situs internet. Teks berita berisi fakta-fakta yang terjadi dalam peristiwa yang diberitakan. Struktur teks berita yaitu orientasi, peristiwa, dan sumber berita.

### 2. Teks Eksposisi

Teks eksposisi adalah teks yang berfungsi untuk mengungkapkan gagasan atau mengusulkan sesuatu berdasarkan argumentasi yang kuat. Teks eksposisi berisi satu sisi argumentasi: sisi yang mendukung atau sisi yang menolak. Struktur teks eksposisi yaitu pernyataan pendapat (tesis), argumentasi, dan penegasan ulang pendapat.

### 3. Teks Prosedur Kompleks

Teks prosedur kompleks adalah teks yang berisi langkah-langkah yang harus ditempuh untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Langkah-langkah itu biasanya tidak dapat dibalik-balik. Teks prosedur yang langkahnya dapat dibalik-balik disebut teks protokol. Struktur teks prosedur kompleks yaitu tujuan yang akan dicapai dan langkah-langkah.

### 8. Teks Editorial

Teks editorial adalah teks yang terdapat di surat kabar atau majalah. Teks editorial merupakan ungkapan wawasan atau gagasan redaktur terhadap suatu masalah yang mewakili sikap surat kabar atau majalah tersebut. Teks editorial disebut juga tajuk rencana. Teks editorial atau tajuk rencana disusun dengan struktur pernyataan pendapat (tesis), argumentasi, dan pernyataan ulang pendapat.

### 9. Teks Ulasan

Teks ulasan adalah teks yang dihasilkan dari sebuah analisis terhadap berbagai hal. Teks ulasan dibuat agar orang lain dapat memahami hasil penafsiran dan evaluasi yang dilakukan. Struktur teks ulasan adalah orientasi, tafsiran isi, evaluasi, dan rangkuman.

## Soal Bahas Membandingkan Isi, Pola Penyajian, dan atau Bahasa Teks

1. Cermati kedua teks berikut!

### Teks 1

Cerita yang diangkat Negeri 5 Menara sebenarnya sederhana dan jamak ditemui. Kisah seorang anak (Alif) yang harus merantau dari tanah Minangkabau ke Jawa Timur (PONOROGO) untuk meneruskan sekolah di Pondok Madani. Di sana ia bersahabat dengan Raja dari Medan, Said dari Surabaya, Dulmajid dari SUMENEP, Atang dari Bandung, dan Baso dari Gowa. Keenamnya kemudian dijuluki sahibul menara (orang yang memiliki menara) karena kebiasaan mereka yang sering berkumpul di bawah menara masjid sambil menunggu azan maghrib. Saat berkumpul itulah setiap anak berbagi mimpi dan harapan.

### Teks 2

Metode mengajar yang digunakan para guru dalam novel Negeri 5 MENARA ini bisa menjadi referensi para guru dalam mendidik siswa-siswanya. Pelajarannya adalah pendidik tidak otomatis berhenti ketika bel pulang sekolah dipukul dari ruang kelas ditutup. Membicarakan novel fiksi yang ditulis berdasarkan kisah nyata dan rencananya akan dibuat trilogi ini memang tidak ada habisnya. Novel ini bisa ditinjau dari berbagai aspek. Novel ini dapat membawa pembacanya menangis terharu dan tertawa terbahak-bahak karena humor khas santri pondok. Novel ini mengajak pembaca berani bermimpi mewujudkan mimpi-mimpinya.

Kalimat resensi yang tepat dengan alasannya adalah ....

- A. Teks 1 karena mengungkapkan isi cerita Negeri 5 Menara lengkap dengan tokoh dan gaya bahasanya
- B. Teks 1 karena mengisahkan harapan dan impian para tokoh cerita yang berkumpul di bawah menara masjid
- C. Teks 1 karena menceritakan perbedaan budaya Minangkabau dan Jawa Timur serta suka duka hidup di perantauan
- D. Teks 2 karena memberi penilaian terhadap isi dan penilaian atas keunggulan novel Negeri 5 Menara
- E. Teks 2 karena memberi informasi bahwa novel Negeri 5 Menara merupakan novel trilogi

**Jawaban: D**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Teks yang berisi kalimat resensi novel Negeri 5 Menara yang lengkap terdapat pada Teks 2 karena memberi penilaian terhadap isi dan penilaian atas keunggulan novel Negeri 5 Menara.

**Cermati kedua teks berita berikut untuk menjawab soal nomor 2 dan 3!**

### Teks 1

Presiden Joko Widodo mengatakan, kebijakan impor 500.000 ton beras dilaksanakan demi memperkuat cadangan beras nasional. Berdasarkan data yang dihimpun Kompas.com, harga beras medium di Pasar Beras Cipinang mencapai titik tertinggi dalam lima tahun terakhir sehingga dibutuhkan penetrasi berupa tambahan stok.

Selain itu, posisi cadangan beras pangan Indonesia menipis. Ketentuan soal cadangan beras di Indonesia itu mematok pada FAO. Organisasi sayap PBB yang mengurus soal pangan itu merekomendasikan cadangan beras untuk negara seperti Indonesia 1,1 juta hingga 1,8 juta ton.

**Sumber:** <http://nasional.kompas.com/read/2018/01/16/09133911/ini-alasan-pemerintahan-jokowi-impor-500000-ton-beras>

### **Teks 2**

Harga beras terus mengalami kenaikan sejak Desember 2017 lalu. Salah satu penyebabnya adalah ketidakstabilan pasokan beras di pasaran. Komisi Pengawas Persaingan Usaha (KPPU) menilai, ketidakstabilan pasokan ini disebabkan beberapa hal. Salah satunya, permasalahan data produksi dan konsumsi yang dirilis Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Pertanian (Kementan). “Rendahnya kredibilitas data produksi beras yang dipublikasikan oleh BPS dan Kementan,” kata Ketua KPPU, Syarkawi Rauf, dalam keterangan tertulis.

**Sumber:** <http://news.liputan6.com/read/3227191/harga-beras-terus-naik>

2. Perbedaan pola penyajian kedua teks tersebut adalah ....
- A. Teks 1 tidak terdapat unsur siapa; Teks 2 terdapat unsur siapa
  - B. Teks 1 tidak terdapat unsur kapan; Teks 2 terdapat unsur kapan
  - C. Teks 1 terdapat unsur di mana; Teks 2 tidak terdapat unsur di mana
  - D. Teks 1 terdapat unsur mengapa; Teks 2 tidak terdapat unsur mengapa
  - E. Teks 1 tidak terdapat unsur bagaimana; Teks 2 terdapat unsur bagaimana

**Jawaban: B**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Perbedaan unsur kedua teks tersebut adalah pada unsur di mana atau tempat. Teks 1 menyebutkan unsur tempat yakni di Pasar Beras Cipinang. Sementara itu, Teks 2 tidak terdapat unsur tempat atau di mana.

3. Perbedaan pemakaian bahasa kedua teks tersebut adalah ....
- A. Teks 1 menggunakan kalimat majemuk; Teks 2 menggunakan kalimat tunggal
  - B. Teks 1 menggunakan kalimat tunggal; Teks 2 menggunakan kalimat majemuk
  - C. Teks 1 menggunakan kalimat langsung; Teks 2 menggunakan kalimat tak langsung
  - D. Teks 1 menggunakan kalimat tak langsung; Teks 2 menggunakan kalimat langsung
  - E. Teks 1 menggunakan kalimat majemuk setara; Teks 2 menggunakan kalimat majemuk bertingkat

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Perbedaan pemakaian bahasa kedua teks tersebut adalah pada pemakaian kalimat langsung dan tak langsung. Teks 1 menggunakan kalimat tak langsung. Sementara itu, Teks 2 menggunakan kalimat langsung yakni kalimat “Rendahnya kredibilitas data produksi beras yang dipublikasikan oleh BPS dan Kementan,” kata Ketua KPPU, Syarkawi Rauf, dalam keterangan tertulis.

## I. Mengomentari atau Menanggapi Isi Teks

Tanggapan terhadap isi paragraf dapat berupa kalimat persetujuan atau kalimat penolakan. Dalam menanggapi isi paragraf, pembaca melakukan penilaian logis yakni sesuai dengan isi teks yang disampaikan.

### Soal Bahas Mengomentari atau Menanggapi Isi Teks

1. Cermati paragraf berikut!

Sungai yang berada di tengah kota di Indonesia hampir semuanya kotor dan berbau. Akhir-akhir ini malah semakin tidak ada yang peduli terhadap kebersihan air sungai yang mengalir di tengah kota. Gebrakan membersihkan sungai hanya berlaku sesaat. Sudah saatnya sungai di tengah kota kembali diberdayakan untuk rekreasi, olahraga air, dan budi daya ikan. Tentunya masyarakat harus peduli terhadap air sungai agar kebersihan air terbebas dari segala limbah.

Tanggapan logis yang sesuai dengan isi paragraf tersebut adalah ....

- A. Air merupakan sumber kehidupan. Oleh karena itu, kita harus menjaga kualitas air dari segala polusi
- B. Menjaga dan membersihkan sungai merupakan tugas dinas kebersihan. Oleh karena itu, masyarakat tidak perlu campur tangan
- C. Sungai yang mengalir di tengah kota dengan air yang jernih merupakan dambaan setiap warga kota
- D. Gerakan membersihkan sungai agar tetap terjaga kebersihannya hendaknya dilakukan secara berkala

- E. Dengan tidak membuang sampah sembarangan, kita sudah ikut serta menjaga kebersihan sungai

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Tanggapan logis harus sesuai dengan isi paragraf. Tanggapan yang sesuai dengan isi paragraf adalah *Gerakan membersihkan sungai agar tetap terjaga kebersihannya hendaknya dilakukan secara berkala*. Tanggapan ini sesuai dengan kalimat dalam paragraf *Gebrakan membersihkan sungai hanya berlaku sesaat*.

2. Bacalah paragraf berikut!

Rencana pembangunan megaproyek jembatan yang menghubungkan Pulau Jawa dan Pulau Sumatra diharapkan tidak sampai menelantarkan ekosistem hutan yang ada di sekitar lokasi pembangunan. Pembangunan jembatan tersebut kemungkinan besar akan mengonversi lahan pertanian di Provinsi Banten serta berpotensi pada pembabatan hutan dan perusakan lingkungan di Sumatra. Hendaknya pemerintah mengadakan kesepakatan kerja sama secara terbuka dengan masyarakat agar tidak merusak hutan, mempertahankan lahan pertanian, dan memperhatikan industri maritim.

Tanggapan logis yang sesuai dengan isi paragraf tersebut adalah ....

- A. Sudah hal biasa jika ada pembangunan yang menyangkut kepentingan umum
- B. Wajarlah jika ekosistem yang ada di dalam hutan akan rusak akibat proyek pembangunan jembatan
- C. Kesepakatan antara masyarakat dan pemerintah tidak perlu diadakan karena walaupun ada kesepakatan pasti dilanggar
- D. Pembangunan jembatan penghubung hendaknya memperhatikan kelestarian dan keberadaan lingkungan sekitar
- E. Pembangunan jembatan penghubung tidak perlu dilakukan karena banyak merugikan kelestarian lingkungan

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Paragraf tersebut membahas pembangunan jembatan yang menghubungkan Pulau Jawa dan Pulau Sumatra. Pembangunan tersebut berdampak pada lingkungan. Tanggapan yang sesuai dengan isi paragraf adalah *Pembangunan jembatan penghubung hendaknya memperhatikan kelestarian dan keberadaan lingkungan sekitar.*

3. Bacalah paragraf berikut!

Lidah buaya telah dikenal luas memiliki khasiat untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit. Ternyata lidah buaya juga dapat dibuat menjadi minuman jus. Jus lidah buaya terasa segar. Jus lidah buaya dapat dibuat dengan sederhana. Minuman jus lidah buaya ini bermanfaat menyembuhkan panas dalam dan sembelit.

Tanggapan yang sesuai dengan isi paragraf tersebut adalah ....

- A. Jika ingin minuman segar, salah satu pilihannya adalah jus lidah buaya karena berkhasiat
- B. Pengobatan secara herbal diyakini oleh sebagian masyarakat lebih baik daripada pengobatan secara kimiawi
- C. Obat sembelit tidak laku di pasaran karena masyarakat lebih memilih obat herbal
- D. Lidah buaya akan menjadi tanaman langka karena banyak diburu masyarakat untuk dijadikan tanaman obat
- E. Kita tidak perlu menanam pohon lain selain lidah buaya karena tanaman lain tidak banyak manfaatnya

**Jawaban: A**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Tanggapan yang sesuai dengan isi paragraf yang membahas pengolahan jus lidah buaya adalah *Jika ingin minuman segar, salah satu pilihannya adalah jus lidah buaya karena berkhasiat.*

Simpulan adalah sesuatu yang disimpulkan atau pendapat terakhir berdasarkan uraian sebelumnya. Simpulan dapat diketahui berdasarkan letak gagasan pokok. Simpulan harus sesuai dengan isi paragraf.

### Soal Bahas Menyimpulkan Isi Teks

1. Bacalah paragraf berikut!

#### Pulau Moyo

Pulau Moyo, yang terletak di sebelah utara Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat dan merupakan daerah yang sunyi, memiliki sejuta pesona dengan hamparan pasir putih dan keindahan taman lautnya. Namun, dari kesunyiannya justru pulau ini banyak diburu kalangan elite, bahkan menjadi destinasi wisata kelas dunia. Apalagi, setelah mending Putri Diana mengunjungi pulau ini pada pertengahan Agustus 1993 dan selama tiga hari putri terpopuler di Inggris itu tinggal di Pulau Moyo, nama pulau ini pun kian mendunia. Pulau Moyo memang menjadi salah satu tempat favorit Putri Diana, salah satunya karena tenang, jauh dari kebisingan dan keramaian. Sejumlah artis Hollywood, seperti Mick Jagger, dan mantan kiper nasional Belanda dan Manchester United, Edwin van der Sar, juga pernah ke pulau ini.

Simpulan paragraf tersebut adalah ....

- A. Pulau Moyo terkenal karena hamparan pasir putihnya dan keindahan taman lautnya
- B. Pulau Moyo menjadi terkenal setelah dikunjungi mending Putri Diana dari Inggris selama tiga hari
- C. Pulau Moyo telah dikunjungi oleh Putri Diana, Mick Jagger, dan Edwin van der Sar
- D. Pulau Moyo dan keindahan taman lautnya menjadi tujuan wisata kelas dunia karena jauh dari kebisingan
- E. Pulau Moyo di Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat adalah daerah sunyi, tetapi memiliki sejuta pesona

**Jawaban: D**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Simpulan paragraf tersebut didapat dengan membaca saksama keseluruhan isi paragraf. Simpulan paragraf tersebut adalah Pulau Moyo dan keindahan taman lautnya menjadi tujuan wisata kelas dunia karena jauh dari kebisingan.

2. Bacalah paragraf berikut!

Taufik Ismail lahir di Bukittinggi, Sumatra Barat, pada tahun 1935. Beliau adalah seorang budayawan dan sastrawan yang sangat populer. Beragam penghargaan telah diperolehnya, baik di tingkat nasional maupun internasional. Ia banyak melahirkan karya seperti puisi, esai sastra, dan karya terjemahan. Taufik Ismail bermimpi menjadi sastrawan saat masih duduk di bangku SMA. Pada waktu itu ia mulai menulis beberapa puisi yang dimuat di beberapa majalah.



Ia dibesarkan di lingkungan yang senang membaca sehingga ia pun senang membaca sejak kecil. Hobinya semakin terpuaskan sejak ia menjadi penjaga perpustakaan di Perpustakaan Pelajar Islam Indonesia Pekalongan. Minatnya dalam dunia sastra tumbuh saat ia sekolah di SMA Whitefish Bay di Milwaukee, Wisconsin, AS, berkat program beasiswa pertukaran pelajar. Bersama sastrawan lainnya, ia berhasil memperkenalkan sastra ke sekolah-sekolah lewat program "Siswa Bertanya, Sastrawan Menjawab" yang disponsori oleh Yayasan Indonesia dan Ford Foundation.

Simpulan keteladanan tokoh Taufik Ismail dalam teks biografi tersebut adalah ....

- A. senang membaca, menulis puisi, dan menumbuhkan minat sastra pada pelajar
- B. menjadi budayawan dan sastrawan yang sangat populer
- C. memperoleh berbagai penghargaan baik nasional maupun internasional
- D. menciptakan banyak puisi, esai sastra, dan karya terjemahan
- E. menjadi penjaga perpustakaan sambil membaca berbagai macam buku sastra

**Jawaban: A**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Simpulan sikap teladan tokoh Taufik Ismail dalam teks biografi tersebut adalah senang membaca, menulis puisi, dan menumbuhkan minat sastra pada pelajar.

3. Bacalah silogisme berikut dengan saksama!

PU : Siswa yang tergolong kurang mampu akan diberikan tunjangan belajar.  
PK : Harun tergolong siswa yang kurang mampu.  
K : ...

Simpulan yang tepat untuk melengkapi silogisme tersebut adalah ....

- A. Tunjangan belajar harus diberikan kepada Harun
- B. Harun tergolong siswa kurang mampu sehingga berhak diberikan tunjangan belajar
- C. Harun akan diberikan tunjangan belajar
- D. Tunjangan belajar bagi siswa yang tidak mampu akan diberikan kepada Harun
- E. Harun akan diberikan tunjangan belajar karena kurang mampu

**Jawaban: C**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Simpulan merupakan rangkuman beberapa ide pokok. Rangkuman kedua ide pokok tersebut adalah *Harun akan diberikan tunjangan belajar.*

BAB  
2

## MEMBACA SASTRA

## A. Makna Simbolik dalam Karya Sastra

Karya sastra merupakan refleksi pemikiran, perasaan, dan keinginan pengarang lewat bahasa. Setiap karya sastra menggunakan simbol yang memiliki makna tersendiri. Simbol-simbol dalam karya sastra diungkapkan dalam bentuk bahasa yang khas. Puisi, prosa fiksi, dan drama memiliki simbol-simbol tersendiri yang biasanya diungkapkan dalam bahasa yang digunakan penulis. Penulis mengungkapkan perasaan, pikiran, dan idenya dengan bahasa yang khas. Simbol-simbol yang digunakan penulis untuk mengungkapkan ide dan perasaannya tersebut memiliki makna tersendiri. Simbol-simbol itulah yang akan ditafsirkan atau dimaknai oleh pembaca.

Sesuatu dalam teks sastra mungkin dilihat sebagai simbol, mungkin juga tidak, itu bergantung pada interpretasi pembaca (Luxemburg, 1989:69). Pembaca berhak menafsirkan simbol-simbol tersebut secara arbitrer. Ada pembaca yang melihat sesuatu dalam teks sastra tersebut sebagai simbol. Namun, ada pula pembaca yang tidak melihat sesuatu itu sebagai simbol. Dalam hal ini daya kritis pembaca sangat diperlukan. Pembaca yang kritis akan menemukan simbol-simbol yang mungkin tidak ditemukan oleh pembaca lain.

## Soal Bahas Makna Simbolik dalam Karya Sastra

1. Cermati gurindam berikut!

Barang siapa berbuat jasa  
Mudahlah Tuhan mengampuni dosa

Maksud gurindam tersebut adalah ....

- Siapa yang berbuat dosa, akan diampuni oleh Tuhan
- Siapa yang berbuat kebaikan, hidupnya akan bahagia
- Siapa yang ingin mendapatkan ampunan harus berbuat baik
- Orang yang beramal akan diampuni dosanya oleh Tuhan
- Orang yang dermawan akan disayang Tuhan

**Jawaban: D**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Maksud gurindam tersebut dapat dicari dengan membaca gurindam dengan saksama. Maksud gurindam tersebut adalah orang yang beramal akan diampuni dosanya oleh Tuhan.

2. Cermati puisi berikut!

Karangan Bunga  
Tiga anak kecil  
Dalam langkah malu-malu  
Datang ke Salemba Sore itu  
"Ini dari kami bertiga  
Pita hitam dalam karangan bunga  
Sebab kami ikut berduka  
Bagi kakak yang ditembak mati  
siang tadi."

Makna lambang "pita hitam" dalam puisi tersebut adalah ....

- A. bersedih
- B. berduka
- C. berdoa
- D. bermohon
- E. berharap

**Jawaban: B**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Makna "pita hitam" dalam puisi tersebut adalah ungkapan dukacita. Jadi, makna lambang tersebut adalah berduka. Perhatikan larik *Sebab kami ikut berduka*.

3. Bacalah puisi berikut!

Menyesal  
Pagiku hilang sudah melayang  
Hari mudaku sudah pergi  
Sekarang petang datang  
membayang  
Batang usiaku sudah tinggi  
Aku lalai di hari pagi  
Beta lengah di masa muda  
Kini hidup meracun hati  
Miskin ilmu, miskin harta

*Karya: A. Hasymi*

Kata *petang* pada larik ketiga puisi tersebut bermakna ....

- A. waktu sore hari
- B. kehidupan manusia
- C. suasana senja
- D. masa tua
- E. perasaan manusia

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Puisi tersebut menceritakan tentang perjalanan hidup seseorang yang menyesal di hari tuanya. Jadi, makna lambang "petang" dalam puisi tersebut adalah masa tua.

## B. Makna Tersurat dalam Karya Sastra

Isi tersurat dalam karya sastra terdiri atas unsur-unsur intrinsik. Unsur-unsur intrinsik yang terdapat dalam cerita baik cerpen, novel, maupun drama sebagai berikut.

1. Tema: ide pokok yang menjadi titik tolak pengarang dalam menyusun sebuah cerita/yang menjadi pokok pembicaraan dalam cerita.
2. Penokohan: cara pengarang melukiskan tokoh-tokoh dalam cerita yang ditulisnya. Penggambaran/peelukisan watak tokoh dalam cerita dapat disampaikan secara langsung/analitik dan secara tidak langsung/dramatik. Pelukisan secara dramatik antara lain dapat diketahui melalui dialog antartokoh, cara bicara tokoh, gerak gerik tokoh, pemikiran-pemikiran tokoh, bisa juga melalui pembicaraan tokoh lain.
3. Latar: meliputi tempat, waktu, dan suasana yang ada dalam cerita. Menentukan latar tempat, waktu, atau suasana dalam cerpen/novel/drama dapat dilakukan dengan cara berikut.
  - a. Pahami bahwa nama tempat, nama waktu, atau nama suasana dalam cerpen/novel/puisi biasanya tidak tertulis secara tersurat, tetapi hanya berupa kata-kata yang merupakan ciri-ciri tempat, waktu, suasana yang dimaksud (tersirat).
  - b. Pahami tokoh/sesuatu yang terdapat dalam bacaan.
  - c. Tentukan apa yang sedang dilakukan tokoh/sesuatu tersebut dalam satu kata kerja.
  - d. Nama tempat yang digunakan si tokoh/sesuatu dalam melakukan sesuatu menjadi latar tempatnya.
  - e. Waktu ketika si tokoh/sesuatu melakukan sesuatu menjadi latar waktunya.
  - f. Situasi/suasana/perasaan si tokoh/sesuatu saat melakukan sesuatu menjadi latar suasananya.
4. Alur: merupakan rangkaian peristiwa yang meliputi tahap pengenalan, munculnya konflik, klimaks, peleraian/antiklimaks, dan penyelesaian.

### Soal Bahas Makna Tersurat dalam Karya Sastra

1. Bacalah hikayat berikut!

Arkian setelah datang pada keesokan harinya, maka baginda pun berangkatlah dengan segala menteri hulubalang diiringkan oleh rakyat sekalian. Setelah sampai pada tempat berburu itu, maka sekalian rakyat pun berhentilah dan kemah pun didirikan oranglah. Maka baginda pun turunlah dari atas gajahnya semayam di dalam kemah dihadap oleh segala

menteri hulubalang rakyat sekalian. Maka baginda pun menitahkan orang pergi melihat bekas rusa itu. Hatta setelah orang itu datang menghadap baginda maka sembahnya:

“Daulat Tuanku, pada hutan sebelah tepi laut ini terlalu banyak bekasnya.”

Maka titah baginda, “Baiklah, esok pagi-pagi kita berburu.”

Maka setelah keesokan harinya maka jaring dan jerat pun masuklah ke dalam hutan itu mengelana segala berburuan itu dari pagi-pagi hingga datang menggelincir matahari, seekor perburuan tiada diperoleh. Maka baginda pun amat heranlahserta menitahkan menyuruh melepaskan anjing perburuan baginda sendiri itu. Maka anjing itu pun dilepaskan oranglah. Hatta ada sekira-kira dua jam lamanya maka berbunyiilah suara anjing itu menyalak. Maka baginda pun segera mendapatkan suara anjing itu. Setelah baginda datang kepada suatu serokan tasi itu, maka baginda pun bertemulah dengan segala orang yang menurut anjing itu. Maka titah baginda: “Apa yang disalak oleh anjing itu?” Maka sembah mereka sekalian itu: “Daulat Tuanku, patik mohonkan ampun dan karunia. Ada seekor pelanduk putih, besarnya seperti kambing, warna tubuhnya gilang gemilang. Itulah yang dihambat oleh anjing itu. Maka pelanduk itu pun lenyaplah pada pantai ini.”

Kutipan hikayat tersebut mengisahkan seorang raja yang ....

- Menyuruh rakyat untuk memburu seekor pelanduk putih
- Diiringi para pengawalnya sedang melakukan pemburuan di hutan
- Kesenangannya berburu pelanduk di hutan
- Melakukan perburuan dengan menggunakan seekor anjing
- Sedang berburu di hutan, hanya mendapatkan pelanduk putih

**Jawaban: B**  
**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Kutipan hikayat tersebut menceritakan seorang raja yang sedang berburu di hutan dengan diiringi para pengawalnya.

2. Perhatikan kutipan cerita berikut!

Sebermula maka Sri Rama dan Laksamana pun pergilah mencari Sita Dewi. Maka ia pun berjalanlah di dalam hutan rimba belantara. Beberapa lamanya berjalan, mereka itu tiada bertemu tempat menanyakan waktu Sita Dewi. Maka dilihatnya ada seekor burung betina. Maka Sri Rama pun bertanya, “Hai burung, adakah engkau melihat istriku dilarikan orang?”

Sahut burung jantan itu, “Engkau yang bernama Sri Rama? Aku dengar masyhur namamu laki-laki dan gagah berani tiada terlawan di tengah medan peperangan. Akan binimu tiadalah terpelihara, perempuan seorang. Lihatlah olehmu aku ini, empat ekor biniku lagi dapat aku peliharakan, konon engkau manusia dua orang pula saudaramu tiadalah dapat memeliharakan binimu itu.”

Isi kutipan cerita tersebut mengisahkan ....

- Tokoh Sri Rama yang mencari istrinya, tokoh Sita Dewi
- Tokoh Laksamana yang sedang mencari istrinya
- Ejekan burung jantan kepada tokoh Sri Rama yang tidak bisa menjaga istrinya
- Kehidupan burung jantan yang berbahagia dengan keluarganya
- Tokoh Sri Rama sebagai raja termasyhur dan gagah berani

**Jawaban: A**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Kutipan hikayat tersebut menceritakan Tokoh Sri Rama yang mencari istrinya, tokoh Sita Dewi ke dalam hutan.

3. Perhatikan puisi berikut!

**Lentera Hati**  
Oleh : Desi Yunita

Bening kristal  
Lentera hati  
Kala deras rinai hujan  
Kelabu menutup langit  
Percikan laut  
Selaksa peristiwa hilir mudik  
Di dasar relungku  
Ketika cakrawala menyentuh langit  
Dalam dentingan waktu menghiba  
Aku bosan  
Menebar asa binasa  
Dalam kejam dunia

Makna isi puisi tersebut adalah ....

- A. Seorang yang telah bosan hidup di dunia
- B. Seseorang yang dendam karena berbagi persoalan dalam hidup
- C. Seseorang yang berada dalam kesedihan dan keputusasaan
- D. Kekelaman dan selaksa peristiwa yang silih berganti
- E. Suasana bosan menghadapi kelamnya dunia

**Jawaban: C**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Puisi tersebut menceritakan seseorang yang berada dalam kesedihan dan keputusasaan. Cerita tersebut tampak dalam lirik *Dalam dentingan waktu menghiba* dan *Aku bosan*.

## C. Menyimpulkan Isi Tersirat dalam Karya Sastra

Isi tersirat dalam karya sastra meliputi hal-hal sebagai berikut.

### 1. Konflik

Konflik adalah masalah yang sedang dihadapi tokoh dalam cerita.

Jenis-jenis konflik sebagai berikut.

- a. Fisik/badan/raga/badan: ditandai adanya perkelaihan antartokoh yang mengakibatkan luka pada diri tokoh.
- b. Psikis/batin/jiwa: ditandai dengan adanya gambaran bahwa apa yang dilakukan tokoh bertentangan dengan hati nurani/batinnya.
- c. Konflik ide/pendapat: ditandai adanya perdebatan suatu masalah antartokoh dalam cerita.

Konflik sosial: ditandai dengan keberadaan tokoh di lingkungan sekitarnya memiliki hubungan yang tidak baik atau bahkan tidak diterima di lingkungannya.

### 2. Amanat

Amanat adalah pesan yang ingin disampaikan pengarang melalui cerita yang ditulisnya.

Cara menentukan Pesan/Amanat Cerpen/Novel/Drama:

- a. Cari hal positif atau negatif yang dilakukan oleh tokoh dalam bacaan.
- b. Nasihat/pesan/amanat berkaitan dengan hal tersebut.
- c. Kalimat amanat biasanya berbentuk kalimat perintah.

### 3. Sudut Pandang Pengarang Dalam Cerita

Sudut pandang pengarang adalah cara pengarang menempatkan dirinya dalam cerita yang ditulis.

Sudut pandang dibedakan menjadi:

- orang pertama pelaku utama, yang menjadi tokoh utama dalam cerita “aku”;
- orang pertama pelaku sampingan: di cerita muncul tokoh “aku”, tetapi “aku” bukan sebagai tokoh utama;
- orang ketiga serbatahu/di luar cerita: pengarang menceritakan tokoh-tokoh dalam cerita dari awal sampai akhir; dan
- orang ketiga sebagai pengamat: pengarang menceritakan tokoh-tokoh dalam cerita secara detail, seolah-olah mengamati tokoh dalam cerita.

### Soal Bahas Menyimpulkan Isi Tersirat dalam Karya Sastra

Kutipan hikayat berikut untuk mengerjakan soal nomor 1 dan 2.

Maka kata Indera Bangsawan, “Hamba ini tiada bernama dan tiada tahu akan bapak hamba, karena diam dalam hutan rimba belantara. Adapun sebabnya hamba kemari ini karena hamba mendengar khabar anak raja sembilan orang hendak datang membunuh buraksa dan merebut tuan hamba daripadanya itu, itulah maka hamba datang kemari hendak melihat tamasya anak raja itu.”

Mengasihani hamba dan pada bicara akal hamba akan anak raja-raja yang sembilan itu tiadalah dapat membunuh buraksa itu. Jika lain daripada Indera Bangsawan tiada dapat membunuh akan buraksa itu.

- Amanat yang tersirat dalam kutipan hikayat tersebut adalah ....
  - Basmilah jika melihat kejahatan
  - Jangan menyombongkan diri
  - Tunjukkanlah jika memiliki suatu kemampuan
  - Hendaklah menolong orang yang sedang dalam kesulitan
  - Bersyukurlah jika mendapat pertolongan

**Jawaban: D**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Kutipan hikayat tersebut menceritakan tokoh Indera Bangsawan yang datang menoloh anak raja-raja. Jadi, amanat yang terdapat dalam kutipan hikayat tersebut adalah hendaklah menolong orang yang sedang dalam kesulitan.

- Nilai moral yang terdapat dalam kutipan hikayat tersebut adalah ....
  - kekacauan penduduk akibat hasutan
  - ketidakpedulian raja kepada rakyatnya
  - kepedulian rakyat atas keselamatan rajanya
  - kekejaman raja terhadap rakyatnya
  - keadilan seorang raja kepada rakyatnya

**Jawaban: C**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Nilai moral yang terdapat dalam kutipan cerita hikayat tersebut adalah kepedulian rakyat kepada rajanya.

3. Bacalah kutipan cerpen berikut dengan saksama!

“Oo, kau marah, Pak Tua? Ah, sudah tua suka marah-marah!”

“Huss! Apakah kau anggap aku ini pak tuamu?”

“Aku bukan kang masmul” bentak kakek -kakek itu lagi.

“Oo, iya! Tentunya aku harus memanggilmu mbah, ya! Aku lupa, sungguh. Tapi sebetulnya awal tadi telah aku ingatkan jika aku bersalah. Siapa bersalah wajib diingatkan. Jika tidak demikian? Coba gambarkan, betapa banyak kesalahan yang akan kuperbuat selanjutnya.”

Kakek itu tertunduk. Wajahnya berubah terang. Lalu bicara dengan suara yang tak berdaya. “Betulkah bicaramu? Aku sudah tampak sangat tua?”

“Mengapa?”

“Pantas kau panggil mbah?”

“Hi-hi-hi! Pertanyaanmu itu! Kau sekarang kentara sekali merasa sedih! Mengapa? Apakah karena umurmu yang lanjut, apa karena tidak tahu bahwa kau sudah tua?”

“Jangan bersenda-gurau, Kenes, aku betul-betul bertanya!”

**Sumber:** St. Ismariasita, “Tikungan di Dekat Bendungan”

Konflik dalam kutipan cerpen tersebut adalah ....

- A. panggilan yang disampaikan kepada kakek dengan kata mbah dan mas
- B. kecemasan tokoh kakek akan ketuaan usianya
- C. ketidakcocokan penggunaan kata sapaan dengan realitas
- D. tokoh Kenes menentukan usia seseorang, sudah tua atautkah masih muda
- E. kakek dan Kenes memperebutkan sapaan mbah dan mas

**Jawaban: B**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Konflik dalam kutipan cerpen tersebut tampak dalam kutipan *Kakek itu tertunduk. Wajahnya berubah terang. Lalu bicara dengan suara yang tak berdaya. “Betulkah bicaramu? Aku sudah tampak sangat tua?”*. Jadi, konflik yang terjadi dalam kutipan cerpen tersebut adalah kecemasan tokoh kakek akan ketuaan usianya.

## D. Membandingkan Karya Sastra

Dalam membandingkan karya sastra, Anda harus memperhatikan gaya, tema, dan unsur. Unsur karya sastra yang dapat dibandingkan yaitu isi, pola penyajian, dan bahasa.



## Soal Bahas Membandingkan Karya Sastra

1. Cermatilah kedua kutipan cerita berikut!

### Kutipan I

Hiu kaget dengan serangan Arwana yang jumlahnya cukup banyak. Awalnya memang jumlah Arwana banyak, tetapi apakah jadinya jika seseorang biasa melawan pembunuh berdarah dingin. Jumlah Arwana pun berkurang drastis, mereka terancam kekalahan sekaligus terancam kepunahan. Untuk menghentikan keganasan Hiu, Dewata tidak punya pilihan lain selain membuat Arwana menjadi tidak terkalahkan.

### Kutipan II

Kuda yang terluka cukup parah itu dengan susah payah menyampaikan keadaan genting yang dialami kota perbatasan yang membatasi wilayah mereka dengan bangsa manusia. Maha Raja hanya bisa terduduk lemas begitu mengetahui bahwa kota penting itu telah jatuh ke tangan musuh, ditambah lagi dengan kabar bahwa telah tewasnya Jenderal Serigala yang memimpin bala tentara di sana.

Kesamaan tema cerita kedua kutipan cerita tersebut adalah ....

- A. penaklukan kekuasaan raja
- B. pemberontak wilayah kerajaan
- C. penyerangan kekuasaan raja
- D. pembinasa kekuasaan raja
- E. pertahanan diri raja

**Jawaban: E**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Kedua cerita tersebut mengangkat tema yang sama yakni pertahanan diri raja. Pada cerita I tokoh Raja mempertahankan diri dengan

membuat Arwana menjadi tidak terkalahkan. Pada cerita II tokoh Raja mempertahankan diri dengan dibantu kuda dan tokoh Jenderal Serigala.

2. Cermatilah kedua kutipan cerpen berikut!

### Teks Cerpen I

Teman-temannya senang mengolok-olok Joko. Mentang-mentang dia cuma anak pesuruh sekolah yang rumahnya di gang sempit. Sudah sepuluh tahun ibunya bekerja sebagai pembantu di sekolah ini. Untuk membantu ibunya, Joko harus membersihkan kelas setiap pagi satu jam sebelum pintu-pintu gerbang sekolah dibuka.

### Teks Cerpen II

Kalau beberapa tahun yang lalu Tuan datang ke kota kelahiranku dengan menumpang bis, Tuan akan berhenti di dekat pasar. Melangkahlah menyusuri jalan raya arah ke barat maka kira-kira sekilometer dari pasar akan sampailah Tuan di jalan kampungku. Pada simpang kecil ke kanan, beloklah ke jalan sempit itu. Dan di ujung jalan itu nanti Tuan temukan sebuah surau tua. Di depannya ada kolam ikan yang airnya mengalir melalui empat buah pancuran mandi.

Kesamaan kedua teks cerpen tersebut, yaitu unsur intrinsik yang berhubungan dengan ....

- A. latar
- B. alur
- C. penokohan
- D. tokoh
- E. amanat

**Jawaban: A**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Dalam kedua cerita tersebut tokoh dalam cerita mengisahkan keadaan suatu tempat. Jadi, kesamaan kedua teks cerita tersebut menjelaskan latar, yakni latar tempat.

3. Bacalah kedua kutipan cerpen berikut!

**Teks I**

Ada banyak Banun di perkampungan lerengan bukit yang sejak dulu tanahnya subur hingga tersohor sebagai daerah penghasil padi kualitas nomor satu itu. Pertama, Banun dukun patah tulang yang dangau usangnya kerap didatangi laki-laki pekerja keras bila pinggang atau pangkal lengannya terkilir akibat terlampau bergairah mengayun cangkul. Disebut-sebut, kemampuan turun-temurun Banun ini tidak hanya ampuh mengobati patah tulang.

**Sumber:** "Banun", Damhuri Muhammad

**Teks II**

Begitulah pentingnya Makaji. Tanpa campur tangannya, kenduri terasa hambar, sehambar gulai kambing dan gulai rebung karena bumbu-bumbu tidak diracik oleh tangan dingin lelaki itu. Makaji tidak pernah keberatan membantu keluarga mana saja yang hendak menggelar pesta. Makaji tak pilih kasih meski ia satu-satunya juru masak yang masih tersisa di Lareh Panjang.

**Sumber:** "Juru Masak", Damhuri Muhammad

Persamaan unsur intrinsik kedua cerpen tersebut adalah ....

- A. menceritakan seseorang yang menjadi bahan pembicaraan di lingkungannya
- B. banyak tokoh sebagai orang seperti Banun dan juru masak
- C. pekerjaan kedua tokoh cerita sangat berat
- D. hasil pekerjaan tokoh cerita sangat mengagumkan
- E. latar kedua cerita berada di keluarga berada

**Jawaban: A**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Teks cerita I mengisahkan tokoh Banun yang mempunyai keahlian mengobati patah tulang. Sementara itu, teks cerita II menceritakan tokoh Makaji yang mempunyai keahlian meracik bumbu. Tokoh-tokoh dalam kedua cerita tersebut sama-sama menjadi bahan pembicaraan di lingkungannya. Jadi, kesamaan cerita kedua teks tersebut adalah menceritakan seseorang yang menjadi bahan pembicaraan di lingkungannya.

### 1. Kritik Saran

Mengkritik dapat diartikan penilaian sebuah karya dapat dilihat dari kelemahannya kemudian dari kelemahan yang ada memberikan tanggapan, kadang-kadang disertai uraian atau pertimbangan. Sebuah karya seni seperti novel, cerpen, drama, puisi, roman, dan pantun akan dapat dinikmati dengan baik apabila kita mampu membacanya dengan sungguh-sungguh. Pembaca karya sastra tersebut akan menemukan kelebihan dan kelemahannya. Setelah menemukan kelebihan dan kelemahan sebuah novel maka dengan mudah akan mampu membuat sebuah pernyataan yang berupa pujian atau kritikan.

Sebuah kritikan muncul karena kelemahan sebuah karya seni. Dalam mengemukakan sebuah kritikan terhadap sebuah karya, gunakanlah bahasa yang santun. Bahasa yang santun akan lebih sempurna kalau disertai dengan alasan yang masuk akal.

Sebagai contoh, bacalah ilustrasi di bawah ini kemudian tentukan kalimat kritiknya.

Dalam rangka memperingati ulang tahun SMA Purnama, OSIS SMA Purnama mengadakan pementasan teater. Pementasan teater dari kelompok teater SMA Purnama dihadiri beberapa tamu undangan, guru karyawan dan siswa-siswi SMA Purnama. Beberapa tamu undangan mengatakan bahwa pementasan tersebut sangat bagus. Sementara itu, beberapa siswa SMA Purnama menganggap pementasan tersebut sangat jelek dan tidak pantas untuk dipertunjukkan di depan tamu undangan. Kalimat kritikan untuk ilustrasi di atas adalah *teater dari SMA Purnama masih perlu berlatih secara intensif agar penampilannya lebih meyakinkan. Jika pembenahan terhadap latihan dilakukan, saya yakin penampilan-penampilan selanjutnya akan lebih baik.*

### 2. Esai

Esai adalah tulisan yang membahas masalah yang sesuai dengan pendapat penulis untuk meyakinkan pembaca. Sehingga sebuah masalah dapat ditulis dengan esai yang berbeda. Misalnya esai tentang sebuah karya sastra (cerpen, puisi, novel) yang baru terbit dan esai tentang pengetahuan umum.

Kalimat yang digunakan dalam esai sangat pribadi karena ditulis berdasarkan pendapat penulis. Bentuk esai cenderung sederhana, padat, dan fokus pada masalah. Penulis esai memiliki kekhasan tersendiri yang biasanya nampak pada gaya kalimat yang dituliskan dalam esainya.

### 3. Resensi/Ulasan Karya Sastra

Resensi adalah tulisan yang berisi ulasan, pertimbangan suatu karya (dapat berupa buku sastra/non sastra dan film) yang disampaikan kepada pembaca apakah karya tersebut pantas mendapat sambutan dari masyarakat atau tidak. Sebuah resensi buku harus memuat hal-hal sebagai berikut.

- Data buku/identitas buku yang meliputi: judul buku, nama pengarang, penerbit, tahun terbit, cetakan dan tahun terbit, serta tebal buku dan jumlah halaman.
- Judul resensi; judul resensi boleh sama atau berbeda dengan judul buku, yang penting tetap dalam konteks memperkenalkan isi buku tersebut.
- Mendata/membuat ikhtisar isi buku secara singkat.
- Mencantumkan kelebihan dan kekurangan buku.
- Menuliskan tanggapan pribadi sebagai tanggapan atas isi buku.
- Kesimpulan: penulis resensi harus mengemukakan apa yang diperolehnya dari buku yang dirensi dan memberikan himbauan kepada pembaca.
- Jangan lupa cantumkan nama Anda sebagai peresensi.

Langkah-langkah persiapan menyusun resensi buku:

- Membaca naskah/buku asli secara utuh.
- Mencatat isi/gagasan pokok dalam setiap bab.
- Membuat reproduksi atau menulis kembali gagasan yang dianggap penting ke dalam karangan mini/singkat.
- Mendaftar butir-butir yang merupakan kelebihan dan kekurangan buku.
- Menulis pendapat pribadi sebagai tanggapan atas isi buku.

### Soal Bahas Menilai Karya Sastra

1. Bacalah kutipan cerpen berikut!

“Salahkah menurut pendapatmu, kalau kami menyembah Tuhan di dunia?” tanya Haji Saleh.

“Tidak kesalahan engkau, karena engkau terlalu mementingkan dirimu sendiri. Kau takut masuk neraka. Karena itu taat sembahyang. Tapi engkau melupakan kehidupan kaummu sendiri, melupakan kehidupan anak istrimu sendiri sehingga mereka kocar-kacir selamanya. Inilah kesalahanmu yang terbesar, terlalu egois. Padahal engkau di dunia ini berkaum, bersaudara semuanya.”

Sumber: A.A. Navis, *“Robohnya Surau Kami”*

Kalimat resensi (penilaian) yang menyatakan keunggulan dalam kutipan tersebut adalah ....

- Banyak kalimat tanya yang tidak memerlukan jawaban digunakan sebagai sindiran untuk menjauhkan lawan bicara
- Penerapan nilai-nilai religius, tanggung jawab moral, dan kepedulian diungkapkan dengan jelas
- Karakter Haji Saleh yang kontradiktif dikemas dalam cerita yang memikat
- Tema cerita tidak terlalu menarik, tetapi dapat menggugah hati pembacanya karena menggunakan bahasa yang lugas
- Amanat yang disampaikan kepada pembaca tidak penting untuk dikaji dalam kehidupan masa kini

**Jawaban: B**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Kutipan cerita tersebut menggambarkan latar religi yang kuat. Jadi, kalimat resensi atau penilaian tentang cerita yang sesuai adalah *Penerapan nilai-nilai religius, tanggung jawab moral, dan kepedulian diungkapkan dengan jelas.*

2. Perhatikan kedua teks berikut!

**Teks I**

*Tenggelamnya kapal Van Der Wijck* adalah sebuah novel karya Haji Abdul Malik Karim Amrullah atau lebih dikenal dengan nama HAMKA. Novel ini pertama kali ditulis oleh sebuah majalah yang dipimpinnya, Pedoman Masyarakat, pada tahun 1938. Karya tersebut kemudian diterbitkan sebagai novel pada tahun 1939. Dalam novel ini HAMKA mengkritik beberapa tradisi yang dilakukan oleh masyarakat pada saat itu terutama mengenai kawin paksa.

**Teks II**

*Tenggelamnya Kapal Van Der Wijck* melukiskan suatu kisah cinta murni antara seorang anak muda bernama Zainuddin dan Hayati yang dilandasi keikhlasan dan kesucian jiwa. Berawal dari pertemuan tak sengaja di antara Zainuddin dan Hayati di jalan sewaktu hujan turun. Saat itulah percintaan sepasang kekasih yang penuh derita ini dimulai. Hubungan kasih Zainuddin dan Hayati tidak disetujui oleh orang tua Hayati. Cerita ini diakhiri dengan kematian Hayati dan Zainuddin yang tidak sempat menikah.

Dari kedua teks tersebut, teks yang dinyatakan sebagai teks sinopsis dengan alasan yang tepat adalah ....

- A. Teks I karena memuat pengarang, identitas buku, dan keunggulan novel
- B. Teks I karena memuat pandangan HAMKA terhadap budaya masyarakat Minangkabau
- C. Teks I karena memaparkan identitas buku dan riwayat kepengarangan HAMKA
- D. Teks II karena memuat ringkasan cerita novel *Tenggelamnya Kapal Van Der Wijck*
- E. Teks II karena memuat keunggulan dan kelemahan *Tenggelamnya Kapal Van Der Wijck*

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Teks sinopsis adalah teks yang berisi ringkasan atau rangkuman sebuah karya. Teks yang berisi sinopsis adalah teks II karena memuat ringkasan cerita novel *Tenggelamnya Kapal Van Der Wijck*.

3. Bacalah kutipan cerpen berikut!

“Halo, Nurul?” sapa temanku.  
“Halo juga. Bagaimana kabarmu?” jawabku.  
“Kabarku baik. Kamu?”  
“Aku baik juga.”  
“Nurul, di SMA 1 akan diadakan lomba baca puisi,” kata temanku.  
“Kalau ada lomba, memangnya ada apa?” jawabku singkat.

Kalimat kritik yang sesuai dengan kutipan cerpen tersebut adalah ....

- A. Cerpen-cerpen yang dikembangkan dengan model monolog seperti ini tidak berhasil dalam mengembangkan tahapan konflik

- B. Dialog pada cerpen ini terlalu bertele-tele sehingga pengembangan dialog dalam cerita akan kehilangan fungsinya
- C. Penulis tidak berhasil memanfaatkan monolog dalam cerpen menjadi alat yang efektif untuk mengembangkan cerita
- D. Monolog pada cerpen tampak lebih hidup daripada sekadar dideskripsikan
- E. Tidak semua dialog menjadikan sebuah cerita lebih hidup, bergantung pada penyampaian

**Jawaban: B**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Cerita tersebut menampilkan dialog dua tokoh. Akan tetapi, dialog kedua tokoh tersebut tidak dapat menghidupkan isi cerita. Kalimat kritik yang sesuai dengan isi cerita tersebut adalah *Dialog pada cerpen ini terlalu bertele-tele sehingga pengembangan dialog dalam cerita akan kehilangan fungsinya.*

BAB  
3

## MENULIS TERBATAS

A.

**Melengkapi Kalimat/Paragraf dengan Ungkapan, Peribahasa, dan Istilah**

Kalimat atau paragraf dapat dilengkapi dengan ungkapan, peribahasa, dan istilah. Untuk dapat melengkapi kalimat/paragraf, Anda harus membaca keseluruhan kalimat/paragraf dengan saksama. Dengan demikian, Anda dapat menentukan ungkapan, peribahasa, dan istilah yang sesuai dengan isi kalimat/paragraf.

Ungkapan adalah kelompok kata atau gabungan kata yang menyatakan makna khusus (makna yang unsur-unsurnya sering kali menjadi kabur). Peribahasa adalah kelompok kata atau kalimat yang tetap susunannya, biasanya mengiaskan maksud tertentu (dalam peribahasa termasuk juga bidal, ungkapan, dan perumpamaan. Peribahasa juga bermakna ungkapan atau kalimat ringkas padat, berisi perbandingan, perumpamaan, nasihat, prinsip hidup, atau aturan tingkah laku. Istilah adalah kata atau gabungan kata yang dengan cermat mengungkapkan makna konsep, proses, keadaan, atau sifat yang khas dalam bidang tertentu.

Paragraf/kalimat juga dapat dilengkapi dengan kata baku, kata serapan, dan kata berimbuhan. Kata baku adalah kata yang pengucapan dan penulisannya sesuai dengan kaidah standar yang dibakukan. Kata serapan yaitu kata yang diserap atau diambil dari bahasa asing. Kata berimbuhan adalah kata dasar yang telah mendapatkan imbuhan baik itu awalan, akhiran, sisipan, maupun awalan dan akhiran. Imbuhan yang melekat pada kata dasar membentuk kata baru yang disesuaikan dengan kaidah yang berlaku serta memiliki makna berbeda dengan kata dasarnya. Dengan demikian, dapat dikatakan kata tersebut telah mengalami proses morfologis.

Proses morfologis adalah proses pembentukan kata. Morfem adalah satuan bahasa terkecil yang membedakan arti. Morfem dibedakan menjadi dua sebagai berikut.

1. Morfem bebas: morfem yang dapat berdiri sendiri sebagai kata dan mengandung makna leksikal/makna kata dalam kamus. Morfem bebas memiliki ciri antara lain:
  - a. berbentuk kata dasar;
  - b. mempunyai makna; dan
  - c. dapat berdiri sendiri.
2. Morfem terikat: morfem yang tidak dapat berdiri sendiri sebagai kata dan hanya memiliki makna gramatikal/makna kata setelah mendapatkan imbuhan (morfem bebas + morfem terikat).

Morfem terikat dibedakan menjadi dua macam:

a. Morfem terikat morfologis, Contoh afiks/imbuan.

Menurut bentuknya, afiks dibedakan menjadi empat:

- 1) Prefiks/awalan (*me-*; *ber-*; *ter-*; *di-*; *ke-*; *se-*; *pe-*);
- 2) Infiks/sisipan (*-el-*; *-er-*; *-em-*);
- 3) Sufiks/akhiran (*-kan*; *-i*; *-an*); dan
- 4) Konfiks/imbuan terputus (*ke-an*; *per-an*; *ber-an*).

Menurut fungsinya imbuhan dibedakan menjadi dua:

- 1) Afiks/imbuan pembentuk kata kerja, Contoh *me-*; *ber-*; *di-*; dan
- 2) Afiks/imbuan pembentuk kata benda, Contoh *pe-*; *per-*; *-an*.

b. Morfem terikat sintaksis, contohnya partikel/kata depan dan kata tugas (preposisi/kata depan, konjungsi/kata sambung, interjeksi/kata seru, dan artikel/kata sandang).

Morfem terikat memiliki ciri antara lain:

- 1) belum bermakna;
- 2) tidak dapat berdiri sendiri; dan
- 3) berupa imbuhan dan kata tugas.

Bentuk imbuhan yang sering muncul adalah awalan *me-* yang digabungkan dengan kata dasar. Bentuk imbuhan *me-* memiliki alomorf *me-*, *men-*, *mem-*, *meng-*, *meny-*, dan *menge-*. Kata dasar yang diawali dengan huruf K, T, S, dan P jika mendapatkan awakan *me-*, huruf awal kata tersebut akan luluh, Contoh *me-* + *kilat* menjadi *mengilat*, *me-* + *tari* menjadi *menari*.

### Soal Bahas Melengkapi Kalimat/Paragraf dengan Ungkapan, Peribahasa, dan Istilah

1. Cermati ilustrasi berikut!

Bapak Wakil Gubernur dan hadirin yang saya hormati,  
Para pekerja imigran ini merupakan duta-duta perekonomian kita. Mereka adalah [...] bagi keluarganya. Oleh karena itu, para pekerja ini harus kita lindungi saat bekerja di luar negeri. Kita harus melindungi dengan cara menjamin keselamatan dan kesejahteraan mereka melalui program "satu pintu".

Ungkapan yang tepat untuk melengkapi kutipan pidato tersebut adalah ....

- A. duta bangsa
- B. banting tulang

- C. tulang punggung
- D. bunga bangsa
- E. panjang tangan

**Jawaban: C**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Ungkapan yang tepat untuk melengkapi ilustrasi tersebut adalah *tulang punggung*. Ungkapan *tulang punggung* berarti orang yang mencari nafkah di keluarganya.

2. Cermati kalimat berikut!

Kita tidak [...] beratnya sanksi bagi pelanggar [...] lalu lintas karena hal itu [...] bukan merupakan sumber masalah.

Kata yang tepat untuk melengkapi kalimat rumpang tersebut adalah ....



- A. dipersoalkan, pengaturan, pembedanya
- B. mempersoal, pengaturan, kebenarannya
- C. mempersoal, peraturan, dibeatarkannya
- D. mempersoalkan, peraturan, sebenarnya
- E. dipersoalkan, peraturan, sebenarnya

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Kata yang tepat untuk melengkapi kalimat rumpang tersebut adalah *mempersoalkan, peraturan, dan sebenarnya*. Kata-kata lain tidak padu dengan isi kalimat tersebut.

3. Bacalah dialog berikut dengan saksama!

Andi : “Tugas kita sebagai pelajar, ya, belajar dan belajar.”

Rani : “Itu benar! Tapi untuk mencapai kemajuan di bidang IPTEK dan ekonomi sekarang ini susah, kalau hanya dengan belajar saja.”

Andi : “Lalu apalagi yang harus kita perbuat?”

Rani : “Ya, aku sendiri tidak tahu! Masalahnya kita belum mampu keluar dari lingkaran kemiskinan.”

Andi : “Iya, ya! Bagai membandarkan air ke gunung. Untuk mencapai kemajuan seperti di beberapa negara tetangga.”

Tino : “Malah mungkin [...] bagi kita saat ini.”

Peribahasa yang tepat untuk melengkapi dialog tersebut adalah ....

- A. bagai bergantung di akar lapuk
- B. seperti mentimun dengan durian
- C. bagai air di daun talas
- D. bagai bumi dengan langit
- E. bagai mengakkan benang basah

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Ilustrasi tersebut membahas perkembangan IPTEK dan ekonomi yang masih jauh tertinggal dengan negara tetangga. Jadi, peribahasa yang tepat untuk melengkapi dialog tersebut adalah *bagai bumi dengan langit*. Peribahasa tersebut bermakna suatu hal atau perbandingan yang sangat jauh.

Paragraf adalah rangkaian kalimat yang saling berhubungan dan membentuk satu kesatuan pokok pembahasan. Paragraf merupakan satuan bahasa yang lebih besar daripada kalimat. Selain itu, paragraf merupakan bagian dari satuan bahasa lebih besar yang disebut wacana. Suatu wacana umumnya dibentuk lebih dari satu paragraf. Paragraf dibedakan berdasarkan aspek-aspek berikut.

### 1. Letak Gagasan Utamanya

- a. Paragraf Deduktif  
Paragraf deduktif adalah paragraf yang gagasan utamanya terletak di awal paragraf. Gagasan utama atau pokok persoalan paragraf itu dinyatakan dalam kalimat pertama.
- b. Paragraf Induktif  
Paragraf induktif adalah paragraf yang gagasan utamanya terletak di akhir paragraf. Mula-mula dikemukakan fakta ataupun uraian-uraian. Kemudian, dari fakta itu penulis menggeneralisasikannya ke dalam sebuah kalimat.
- c. Paragraf Campuran  
Paragraf campuran adalah paragraf yang gagasan utamanya terletak pada kalimat pertama dan kalimat terakhir. Dalam paragraf ini terdapat dua kalimat utama. Kalimat terakhir umumnya mengulangi gagasan yang dinyatakan kalimat pertama dengan sedikit tekanan dan variasi.

### 2. Menurut Tujuannya

- a. Paragraf Narasi  
Paragraf narasi adalah paragraf yang bertujuan untuk menceritakan suatu peristiwa atau kejadian sehingga pembaca seolah-olah mengalami sendiri kejadian itu. Dalam paragraf narasi akan ditemukan tiga unsur utama sebagai bahannya. Pertama, adanya tokoh-tokoh; kedua, adanya kejadian; dan ketiga, adanya latar baik tempat, waktu, serta suasana.
- b. Paragraf Deskripsi  
Paragraf deskripsi adalah paragraf yang menggambarkan sebuah objek dengan tujuan agar pembaca merasa seolah-olah melihat sendiri objek yang digambarkan itu. Paragraf ini menggambarkan sesuatu dengan katakata secara jelas dan terperinci. Aspek yang digambarkan bisa tentang keindahan alam, keadaan jasmani, watak, atau perasaan seseorang.
- c. Paragraf Eksposisi  
Paragraf eksposisi adalah paragraf yang memaparkan sejumlah pengetahuan atau informasi. Tujuannya agar pembaca mendapat informasi dan pengetahuan dengan sejaseljasnya.
- d. Paragraf Argumentasi  
Paragraf argumentasi adalah paragraf yang mengemukakan alasan, contoh, dan bukti-bukti yang kuat dan meyakinkan. Tujuannya untuk meyakinkan pembaca sehingga mereka membenarkan pendapat, sikap, dan keyakinan kita.

e. Paragraf Persuasi

Paragraf persuasi adalah paragraf yang bertujuan untuk memengaruhi, mengimbau, membujuk, atau merayu pembaca sehingga ia tergiur atau terpengaruh untuk mengikuti keinginan penulis.

### Soal Bahas Melengkapi Unsur Teks (Nonsastra dan Sastra)

1. Bacalah paragraf narasi berikut!

Laki-laki bertubuh kurus itu berjalan gontai di bawah terik matahari. Sebuah kaos oblong lusuh dan celana jin kumal menutupi tubuhnya yang kurus. Sepasang sandal jepit melekat di kakinya [...]. Sebuah ransel berwarna hijau melekat di pundaknya. Dia berjalan menurut kehendak hatinya.

Kalimat yang tepat untuk melengkapi bagian rumpang dalam paragraf narasi tersebut adalah ....

- A. Dia ingin segera menemui anaknya
- B. Dia belum tahu ke mana dia pergi tertiuip angin
- C. Wajahnya bersinar dan rambutnya tersisir rapi
- D. Keriting rambutnya dan pandangannya tajam kepada orang di sekitarnya
- E. Rambutnya tidak terurus, matanya cekung, tetapi pandangannya masih tajam

**Jawaban: E**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Paragraf narasi tersebut menceritakan seseorang yang berjalan tidak tentu arah. Kalimat yang sesuai untuk melengkapi paragraf narasi tersebut adalah *Rambutnya tidak terurus, matanya cekung, tetapi pandangannya masih tajam.*

2. Bacalah paragraf persuasi berikut dengan saksama!

Pasien yang berobat dan dirawat inap di rumah sakit ini tidak dilayani dengan ramah, dokter yang seharusnya rutin memeriksa kondisi pasien sering tidak tepat waktu. Para perawat yang merawat pasien tidak berwajah ramah. Fasilitas dan peralatan yang dimiliki tidak lengkap sehingga banyak pasien yang berpindah ke rumah sakit lain [...].

Kalimat ajakan yang tepat untuk melengkapi paragraf tersebut adalah ....

- A. Para dokter dan suster di rumah sakit ini perlu segera diganti
- B. Rumah sakit ini harus segera menambah fasilitas dan peralatan medis
- C. Pasien yang akan masuk ke rumah sakit ini hendaknya berpikir dahulu
- D. Marilah menambahkan fasilitas dan meningkatkan pelayanan di rumah sakit ini
- E. Marilah menurunkan biaya perawatan agar pasien tidak pindah ke rumah sakit lain

**Jawaban: D**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Paragraf tersebut membahas pelayanan sebuah rumah sakit yang tidak bagus. Kalimat persuasi atau ajakan yang sesuai dengan isi paragraf tersebut adalah *Marilah menambahkan fasilitas dan*

*meningkatkan pelayanan di rumah sakit ini. Perhatikan kata kunci marilah.*

3. Bacalah paragraf deskripsi berikut!

Udara berkabut. Udara dingin menusuk kulit. Suasana sunyi dan sepi sekali. Pepohonan pun terlihat tidak bergerak. Terdengar sayup-sayup dari radio nyanyian lagu “Syukur” mengalun lambat mengiba. [...]

Kalimat yang tepat untuk melengkapi paragraf tersebut adalah ....

- A. Ia tersenyum ketika mengingat saat-saat indah
- B. Pelan-pelan air mata meluncur membasahi pipinya
- C. Lantas, ia menarik gordena, memandang ke luar jendela
- D. Udara membawa kristal, menebar di sepanjang halaman
- E. Salju yang menaburi jalanan asrama mahasiswa yang tegak di tengah kota

**Jawaban: B**

**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Kalimat yang tepat untuk melengkapi paragraf tersebut adalah *Pelan-pelan air mata meluncur membasahi pipinya*. Ingat kembali ciri-ciri kalimat atau paragraf deskripsi. Kalimat atau paragraf deskripsi melibatkan unsur pancaindra.

## C. Menulis Paragraf Padu

Paragraf adalah unit terkecil sebuah karangan yang terdiri atas kalimat pokok atau gagasan utama dan kalimat penjelas atau gagasan penjelas. Paragraf yang baik harus memenuhi kriteria berikut.

1. Memiliki satu ide pokok atau satu pikiran utama dan beberapa pikiran penjelas.
2. Antarkalimat saling bertautan (berkoherensi) sehingga membentuk satu kesatuan. Koherensi perlu penataan urutan kalimat yang sistematis. Tanpa urutan baik, koherensi tidak akan kita peroleh. Penanda koherensi antara lain pengulangan kata/frasa kunci, kata ganti, konjungsi antarkalimat, dan situasi. Konjungsi antarparagraf pada dasarnya sama dengan konjungsi antarkalimat.

Anda harus menentukan kalimat yang merupakan gagasan utama dari beberapa kalimat yang disediakan. Kalimat yang merupakan gagasan utama menggunakan kata-kata bermakna umum. Setelah itu, barulah Anda mencari kata kunci dari setiap kalimat. Kata kunci tersebut digunakan dalam beberapa kalimat.

## Soal Bahas Menulis Paragraf Padu

1. Perhatikan kalimat-kalimat berikut!

### Langkah Mengatasi Rasa Takut

- (1) Pupuk dan binalah rasa percaya diri.
- (2) Pelajari sebaik-baiknya jika menghadapi situasi tersebut.
- (3) Setelah timbul rasa percaya diri, pertebal keyakinan Anda.
- (4) Persiapkan diri Anda sebaik-baiknya jika menghadapi situasi tertentu.
- (5) Untuk menambah rasa percaya diri, kita harus menambah kecakapan melalui latihan atau belajar sungguh-sungguh.

Langkah untuk mengatasi rasa takut yang benar adalah ....

- A. (1)-(2)-(3)-(5)-(4)
- B. (1)-(3)-(4)-(2)-(5)
- C. (2)-(4)-(1)-(3)-(5)
- D. (4)-(1)-(2)-(3)-(5)
- E. (4)-(2)-(1)-(3)-(5)

**Jawaban: E**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Untuk menyusun kalimat-kalimat acak tersebut, kohesi antarkalimat harus ditemukan. Hubungan kohesi dapat ditemukan dengan mengurutkan kalimat secara sistematis. Susunan kalimat soal yang tepat sebagai berikut.

- (4) Persiapkan diri Anda sebaik-baiknya jika menghadapi situasi tertentu.
- (2) Pelajari sebaik-baiknya jika menghadapi situasi tersebut.
- (1) Pupuk dan binalah rasa percaya diri.
- (3) Setelah timbul rasa percaya diri, pertebal keyakinan Anda.

- (5) Untuk menambah rasa percaya diri, kita harus menambah kecakapan melalui latihan atau belajar sungguh-sungguh.

Jadi, pilihan jawaban yang tepat adalah E.

2. Cermati isi dan urutan kalimat berikut!

- (1) Isu pemanasan global mendapat respons dari berbagai bidang.
- (2) [...]
- (3) Secara sederhana, konsep itu dipahami sebagai konsep properti yang ramah lingkungan.
- (4) Penerapannya dapat berupa penghijauan dengan penanaman pohon.
- (5) [...]

Kalimat yang tepat untuk melengkapi nomor (2) dan (5) adalah ....

- A. (2) Berkaitan dengan isu tersebut, banyak industri properti yang telah mencanangkan “properti hijau”.
- (5) Kehadiran pohon di tengah lautan beton diharapkan dapat mengurangi karbon dioksida di udara.
- B. (2) Kehadiran pohon di tengah lautan beton diharapkan dapat mengurangi karbon dioksida di udara.
- (5) Berkaitan dengan isu tersebut, banyak industri properti yang telah mencanangkan “properti hijau”.

- C. (2) Pohon di hutan ditebangi dan tidak ditanami lagi oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab.  
 (5) Banyak industri properti tidak mencanangkan "properti hijau" karena biayanya mahal.
- D. (2) Banyak industri properti yang tidak mencanangkan "properti hijau" karena biayanya mahal.  
 (5) Banyak pohon di hutan ditebangi dan tidak ditanami lagi oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab.
- E. (2) Sayangnya banyak orang yang tidak menyadari kekeliruan mereka atas apa yang mereka lakukan selama ini.  
 (5) Tidak ada yang dapat menuding siapa yang bersalah lalu mempertanggungjawabkan kesalahan itu.

**Jawaban: A**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Paragraf tersebut membahas isu pemanasan global. Isu tersebut mendapat reaksi positif dari berbagai bidang. Banyak industri properti yang telah mencanangkan "properti hijau". Jawaban yang tepat terdapat dalam pilihan jawaban A. Kalimat dalam pilihan jawaban A membuat urutan kalimat menjadi runtut dan padu.

3. Cermati urutan kalimat berikut!

- (1) Pemilik kos harus bertindak tegas kepada mereka yang terlibat sebagai pengedar atau pengguna narkoba yaitu mempersilakan meninggalkan tempat kos.
- (2) Masalah narkoba di kota besar tidak terlepas dari peran pemilik kos.
- (3) Di samping itu, mereka juga dapat terlepas dari hal-hal negatif yang menyedatkan.
- (4) Aturan tersebut diambil agar para pelajar dan mahasiswa dapat konsentrasi dalam belajar.
- (5) Sudah selayaknya jika para pemilik kos membuat aturan bahwa penghuni kosnya harus bebas narkoba dan obat-obatan terlarang.

Agar menjadi paragraf yang padu, kalimat-kalimat tersebut harus disusun dengan urutan ....

- A. (2)-(1)-(3)-(5)-(4)  
 B. (2)-(1)-(4)-(3)-(5)  
 C. (2)-(1)-(5)-(4)-(3)  
 D. (4)-(2)-(1)-(5)-(3)  
 E. (4)-(3)-(1)-(2)-(4)

**Jawaban: C**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Paragraf tersebut membahas anjuran agar pemilik kos lebih ketat memberlakukan peraturan bebas narkoba kepada penghuni kosnya. Oleh karena itu, susunan kalimat agar menjadi paragraf yang padu adalah (2)-(1)-(5)-(4)-(3).

BAB  
4MENYUNTING KATA, FRASA,  
KALIMAT, DAN PARAGRAF

## A. Menyunting Kalimat

Kalimat dianggap tidak tepat jika tidak efektif. Sebuah kalimat dianggap tidak efektif karena berbagai penyebab berikut.

## 1. Ketidaklengkapan Unsur Kalimat

Dalam kalimat minimal terdapat dua unsur, yaitu subjek dan predikat. Jika unsur tersebut tidak ada dalam kalimat, kalimat menjadi tidak efektif.

**Contoh:**

Sebagai tempat membaca, harus dilengkapi dengan fasilitas memadai.

Kalimat tersebut tidak efektif karena tidak menjelaskan sesuatu yang harus dilengkapi. Kalimat tersebut tidak menyertakan subjek kalimat. Suntingan kalimat tersebut adalah *Sebagai tempat membaca, perpustakaan harus dilengkapi dengan fasilitas memadai.*

## 2. Ketepatan Penempatan Unsur Dalam Kalimat

Unsur-unsur dalam kalimat juga harus diletakkan di tempat yang tepat. Jika unsur-unsur tersebut diletakkan tidak pada tempatnya, kalimat akan menjadi tidak efektif.

**Contoh:**

Pedagang sebelum ada kebijakan impor daging dari Pemerintah, tidak pernah mengalami kerugian hingga puluhan juta rupiah.

Kalimat tersebut tidak efektif karena salah meletakkan kata *pedagang*. Kata *pedagang* seharusnya diletakkan di belakang tanda koma. Suntingan kalimat tersebut adalah *Sebelum ada kebijakan impor daging dari Pemerintah, pedagang tidak pernah mengalami kerugian hingga puluhan juta rupiah.*

## 3. Penggunaan Unsur Kalimat Secara Berlebihan

Ketidakefektifan kalimat juga dapat dilihat dari penggunaan unsur kalimat secara berlebihan. Unsur berlebihan itu dapat berupa penggunaan kata sama arti atau pemakaian kata tugas tidak perlu.

**Contoh:**

Para ibu-ibu sedang mengikuti penyuluhan hidup sehat dan bersih.

Kalimat tersebut tidak efektif karena pemakaian kata *para* dan *ibu-ibu* menunjukkan makna jamak. Kata *ibu* tidak perlu diulang. Suntingan kalimat tersebut adalah *Para ibu sedang mengikuti penyuluhan hidup sehat dan bersih* atau *Ibu-ibu sedang mengikuti penyuluhan hidup sehat dan bersih.*

#### 4. Pilihan Kata Tidak Tepat

Ketidakefektifan kalimat juga dapat disebabkan oleh pilihan kata tidak tepat. Ketidakefektifan tersebut dapat dipengaruhi oleh bahasa sehari-hari atau bahasa asing. Selain itu, ketidakpahaman terhadap arti sebuah kata menyebabkan penggunaan kata tersebut tidak tepat.

##### Contoh:

Kepada yang pernah ke pantai ini pasti akan merasakan betapa segarnya udara di sini.

Kalimat di atas tidak efektif karena terdapat ketidakcocokan antara kata *pernah* dan *akan*. Kata *pernah* menunjukkan sudah dilakukan, bertentangan dengan kata *akan* atau belum dialami. Seharusnya kata *akan* diganti dengan *sudah*. Kata depan *kepada* juga sebaiknya dihilangkan. Jika dibenarkan, kalimat di atas akan menjadi *Mereka yang pernah ke pantai ini pasti sudah merasakan betapa segarnya udara di sini*.

#### 5. Tidak Logis

Kelogisan sebuah kalimat perlu diperhatikan. Kalimat yang maknanya tidak logis akan menjadi tidak efektif.

##### Contoh:

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, selesailah pembangunan gapura kampung ini.

Kalimat tersebut tidak logis karena tidak mungkin hanya dengan mengucap syukur saja pembangunan gapura dapat selesai.

### Soal Bahas Menyunting Kalimat

1. Cermati paragraf berikut!

Kebiasaan membaca bermanfaat bagi kecerdasan otak. Membaca tidak selalu dari buku atau media cetak. Perkembangan teknologi memungkinkan aktivitas membaca dilakukan melalui dunia maya. *Perangkat teknologi tersebut memberikan andi besar bagi sebagian besar orang-orang yang gemar membaca.*

Kalimat bercetak miring dalam paragraf di atas tidak tepat karena ....

- A. ketidaklengkapan unsur subjek dalam kalimat tersebut
- B. ketidaktepatan letak predikat pada kalimat tersebut
- C. ketidaktepatan letak subjek pada kalimat tersebut

- D. penggunaan unsur kalimat secara berlebihan
- E. ketidakkengkapan unsur keterangan pada kalimat tersebut

**Jawaban: D**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Kalimat yang bercetak miring dalam paragraf tersebut tidak efektif karena adanya penggunaan unsur kalimat yang terlalu berlebihan. Bentuk kalimat efektifnya *Perangkat teknologi tersebut memberikan andi besar bagi orang-orang yang gemar membaca.*



2. Cermati paragraf berikut!

Semua benda di dunia ini dapat diklasifikasi menjadi dua kelompok, yaitu benda hidup dan benda mati. *Benda-benda itu ada yang mudah didapat dan ada pula yang sulit.* Benda hidup juga membutuhkan makanan. Benda mati dibedakan dari benda hidup karena benda mati tidak mempunyai ciri-ciri umum tersebut. Kera, tumbuh-tumbuhan, ikan, dan bunga adalah contoh benda hidup. Sementara itu, kaca, air, plastik, baja, dan oksigen adalah contoh benda mati.

Kalimat yang tepat untuk memperbaiki kalimat bercetak miring pada paragraf tersebut adalah ....

- F. Benda hidup mempunyai ciri-ciri umum, seperti bergerak, bernapas, tumbuh, dan mempunyai keturunan
- G. Selanjutnya, binatang dapat dibagi menjadi vertebrata (bertulang belakang) dan invertebrata (tidak bertulang belakang)
- H. Untuk menguji kebenaran klasifikasi, harus dilihat persamaan dan perbedaannya agar benar-benar dapat dijadikan acuan
- I. Kedua kelompok benda ini dapat dipelajari secara detail pada saat belajar di kelas di bawah bimbingan guru
- J. Pernyataan umum atau klasifikasi merupakan semacam pembuka atau pengantar tentang hal yang akan dibedakan

**Jawaban: A**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Kalimat yang bercetak miring pada paragraf di atas tidak kohesif/ membentuk satu kesatuan. Supaya kohesif kalimat tersebut diperbaiki dengan kalimat benda hidup mempunyai ciri-ciri umum, seperti bergerak, bernapas, tumbuh, dan mempunyai keturunan.

3. Bacalah paragraf berikut dengan saksama!

Ketika penjaga menyodorkan buku tamu, hatinya tersentil. Alangkah anehnya, mengunjungi Mila, adik sendiri harus mendaftarkan. Seingatnya dia bukan dokter. Sambil memegang buku dipandangnya penjaga itu dengan hati-hati, kemudian pelan ia bertanya, "Semua harus mengisi buku ini? *"Saya kakaknya.*" "Penjaga menjawab, "Walaupun kakaknya."

Kalimat yang tercetak miring dalam paragraf tersebut dapat diperbaiki dengan ....

- K. Saya adik saudaranya
- L. Saya teman akrabnya
- M. Saya temannya
- N. Saya adiknya
- O. Saya kakak Mila

**Jawaban: E**  
**(Tipe Soal Penalaran & Logika)**

Melanjutkan sebuah kalimat pada sebuah paragraf harus memperhatikan hubungan antara kalimat yang satu dengan kalimat yang lain sehingga membentuk paragraf yang kohesif dan koheren. Kalimat yang tercetak miring dalam paragraf tersebut dapat diperbaiki menjadi Saya kakak Mila.

## B. Menyunting Frasa

Frasa adalah satuan gramatikal yang merupakan kesatuan linguistik dan tidak melebihi batas fungsi atau jabatan kalimat (S, P, O, Pel, dan K). Frasa memiliki unsur inti. Inti frasa adalah unsur utama/pokok yaitu unsur yang diterangkan (D) dan atribut pewatas yaitu unsur yang menerangkan (M).

Macam-macam frasa (berdasarkan distribusi unsur pembentuknya) sebagai berikut.

### 1. Frasa Eksosentris

Frasa eksosentris adalah frasa yang mempunyai penyebaran yang tidak sama dengan unsurnya atau tidak memiliki inti frasa. Cirinya diawali kata depan dan kata sambung.

### 2. Frasa Endosentris

Frasa endosentris adalah frasa yang memiliki distribusi (penyebaran) yang sama dengan unsurnya atau memiliki inti frasa.

- a. Frasa endosentris koordinatif adalah frasa endosentris yang terdiri atas unsur yang setara, dapat disisipi kata *dan* atau *atau*.
- b. Frasa endosentris atributif adalah frasa endosentris yang terdiri atas unsur yang tidak setara.
  - 1) Atributif berimbunan. **Contoh:** *anak tertua, garis pembatas*.
  - 2) Atributif tidak berimbunan. **Contoh:** *sedang makan, halaman luas*.
- c. Frasa endosentris apositif adalah frasa endosentris dengan atribut berupa keterangan tambahan.

## Soal Bahas Menyunting Frasa

1. Bacalah paragraf berikut dengan saksama!

Novel karya Armijn Pane dengan tebal 150 halaman ini mengungkapkan sejarah yang menggambarkan kehidupan segelintir manusia di zaman penjajahan. Cerita ini pernah ditolak oleh Balai Pustaka, ramai dipuji dan dicela, tetapi akhirnya menjadi salah satu novel klasik Indonesia yang ... oleh orang terpelajar Indonesia. Ceritanya ..., sederhana dan komunikatif untuk ukuran masa itu. Dengan bahasa yang terpelihara, Armijn berkisah tentang tokoh-tokoh yang terperangkap dalam masalah kejiwaan dan rumah tangga yang ....

Frase yang tepat untuk melengkapi paragraf tersebut adalah ....

- A. boleh dibaca, cukup menarik, serba mewah
- B. cukup rumit, agak menarik, tidak mewah
- C. sering dibaca, tidak rumit, sangat menarik
- D. harus dibaca, sangat menarik, cukup rumit
- E. tidak rumit, sering dibaca, cukup dibaca

**Jawaban: C**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Frase adalah gabungan dua kata atau lebih yang membentuk satu kesatuan tetapi tidak membentuk Subjek dan Predikat dan tidak membentuk makna baru. Frase yang tepat untuk melengkapi paragraf tersebut adalah *sering dibaca, tidak rumit, sangat menarik*.

2. Bacalah paragraf rumpang berikut!

Ombak tinggi dan angin kencang kembali ... penyeberangan antarpulau, Merak–Bakauheni. Cuaca buruk yang kerap .... Selat Sunda satu bulan terakhir membuat perusahaan kapal cepat khusus penumpang ... hingga miliaran rupiah dan ... gulung tikar.

Kata yang tepat untuk mengisi bagian yang rumpang di atas adalah ....

- A. mengganggu, melanda, merugi, terancam
- B. diganggu, dilanda, rugi, mengancam
- C. terganggu, terlanda, kerugian, diancam
- D. gangguan, melanda, dirugikan, ancaman
- E. mengganggu, terlanda, dirugikan, mengancam

**Jawaban: A**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Kata yang tepat untuk mengisi bagian yang rumpang di atas adalah *mengganggu, melanda, merugi, terancam*.

3. Bacalah paragraf berikut!

Menjadikan BUMN sebagai *penyelenggaraan* transportasi Lebaran terbaik bukan diraih dengan tiba-tiba dan tanpa kerja keras. Berbagi langkah dan pemikiran dituangkan dalam *pengaturan* pelaksanaan yang harus dipatuhi oleh semua elemen di BUMN sehingga semua karyawan dapat melaksanakan sesuai dengan standar kerja dan standar *penyelamatan* yang sudah digariskan pimpinan.

Perbaiki yang tepat untuk pemakaian kata berimbuhan bercetak miring pada paragraf tersebut adalah ....

- A. menyelenggarakan, pengatur, penyelamat
- B. penyelenggara, aturan, menyelamatkan
- C. penyelenggara, peraturan, selamatan
- D. penyelenggara, peraturan, keselamatan
- E. penyelenggaraan, mengatur, penyelamatan

**Jawaban: D**

**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Perbaiki yang tepat untuk pemakaian kata berimbuhan bercetak miring pada paragraf tersebut adalah *penyelenggara, peraturan, keselamatan*.

## C. Menyunting Kata Penghubung

Kata penghubung merupakan kata yang menghubungkan kata, frasa, atau kalimat. Kata penghubung juga disebut konjungsi. Berikut ini merupakan jenis-jenis kata penghubung.

### 1. Konjungsi Koordinatif

**Contoh:** *dan, serta, tetapi, sedangkan, melainkan, atau.*

### 2. Konjungsi Korelatif

**Contoh:**

- a. *baik ... maupun ...*
- b. *tidak ... tetapi ...*
- c. *bukan ... melainkan ...*
- d. *sedemikian ... sehingga ...*
- e. *entah ... entah ...*
- f. *jangan ... , ... pun*

### 3. Konjungsi Subordinatif

- a. Subordinatif 'waktu'  
**Contoh:** *ketika, sejak, sambil, selagi, sesudah, sebelum*
- b. Subordinatif 'syarat'  
**Contoh:** *jika, kalau, jikalau, asal, bila, manakala*
- c. Subordinatif 'tujuan'  
**Contoh:** *agar, supaya, biar*
- d. Subordinatif 'pengandaian'  
**Contoh:** *andaikata, seandainya, umpamanya*
- e. Subordinatif konsesif  
**Contoh:** *biarpun, walaupun, meskipun*
- f. Subordinatif perbandingan  
**Contoh:** *seperti, bagai, seolah-olah, seakan-akan*
- g. Subordinatif 'sebab'  
**Contoh:** *oleh karena itu, oleh sebab itu, sebab, karena*
- h. Subordinatif 'hasil/akibat'  
**Contoh:** *sehingga, sampai, maka*
- i. Subordinatif 'atributif'  
**Contoh:** *yang*
- j. Subordinatif 'perbandingan'  
**Contoh:** *sama ... dengan ... ; lebih ... daripada ...*
- k. Subordinatif 'komplementatif'  
**Contoh:** *bahwa*

### 4. Konjungsi Antarkalimat

**Contoh:** *oleh karena itu, walaupun demikian, akan tetapi, bahwasanya, sebaliknya, selain itu, kecuali itu, lagi pula.*

## Soal Bahas Menyunting Kata Penghubung

1. Cermati paragraf berikut!

Sepanjang tahun 2011, bank-bank nasional menaikkan kenaikan laba cukup besar. *Jika*, bank-bank asing yang beroperasi di Indonesia malah bernasib beda. Sejumlah bank harus rela memperoleh laba pada tahun 2011 lebih kecil dibandingkan tahun 2010. Mengutip laporan keuangan publikasi bank di situs Bank Indonesia (BI), tiga perusahaan mencatat penurunan laba. Laba Citi Bank menurun *sehingga* melambatnya bisnis perusahaan pascasanksi BI di divisi konsumen. Pendapatan pun turun, *setidaknya* beban usaha meningkat.

Kata penghubung untuk mengganti kata yang bercetak miring pada paragraf tersebut adalah ....

- A. namun, bahwa, karena
- B. bahkan, agar, sementara
- C. namun, karena, walaupun
- D. karena, walaupun, padahal
- E. namun, karena, sementara

**Jawaban: E**

**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Kata penghubung sering juga disebut dengan kata sambung (konjungsi) yaitu kata yang berfungsi menghubungkan antarkata/kalimat. Kata penghubung berfungsi merangkaikan kalimat yang terdapat dalam paragraf sehingga membentuk kesatuan dan kepaduan (kohesif dan kohern). Konjungsi *jika* diganti dengan konjungsi *namun* karena menunjukkan hubungan perlawanan. Kata penghubung *sehingga* diganti *karena* (menunjukkan hubungan sebab-akibat). Konjungsi *setidaknya* diganti *sementara* karena memiliki hubungan perlawanan.

2. Perhatikan paragraf berikut!

Asam folat selama ini dikenal luas sebagai suplemen wajib pada masa prakehamilan dan kehamilan ... timbul anggapan bahwa zat ini hanya dibutuhkan oleh para calon ibu ..., baik pria maupun wanita sama-sama membutuhkan asupan harian asam folat. ..., kebutuhan harian asam folat pria dewasa sama besarnya dengan kebutuhan wanita dewasa.

Kata yang tepat untuk mengisi tiga bagian kosong dalam bacaan di atas berturut-turut adalah ....

- A. lalu, oleh karena itu, sedangkan
- B. dan, walaupun, adapun
- C. sehingga, padahal, bahkan
- D. meskipun, akan tetapi, jadi
- E. karena, sebenarnya, dengan demikian

**Jawaban: C**

**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Kepaduan dan kesatuan sebuah paragraf didukung dengan adanya transisi/kata penghubung yang menggabungkan kalimat yang satu dengan kalimat yang lain. Kata penghubung yang tepat untuk mengisi bagian yang rumpang di atas adalah *sehingga, padahal, bahkan*.

3. Cermati paragraf berikut!

Sebagai keilmuan, terjadinya paradigma bahasa *bahwa* hal yang wajar. Hal ini biasa terjadi, *namun* sesungguhnya paradigma itu sendiri merupakan petunjuk teori yang membentuk kerangka berpikir bagaimana manusia memandang aspek-aspek kehidupan dalam hal ini tentunya aspek kebahasaan.

Perbaiki kata penghubung yang tercetak miring pada paragraf tersebut adalah ....

- A. adalah, karena
- B. akibat, adalah
- C. karena, meskipun
- D. ialah, akibat
- E. meskipun, sebab

**Jawaban: A**

**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Kata penghubung antarkalimat dalam sebuah paragraf berfungsi untuk merangkaikan kalimat yang satu dengan kalimat yang lain sehingga kohesif dan kohern. Perbaiki kata penghubung yang tercetak miring pada paragraf tersebut adalah *adalah, karena*.

## D. Menyunting Istilah

Penggunaan istilah dalam kalimat harus sesuai dengan konteks atau makna kalimat. Oleh karena itu, pemilihan istilah harus tepat dengan pemakaian dalam kalimat. Pedoman penulisan istilah yang tepat terdapat dalam *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia* dan *Kamus Besar Bahasa Indonesia*.

### Soal Bahas Menyunting Kata, Frasa, Kalimat, dan Paragraf

1. Cermati paragraf berikut!

(1) Pemprov DKI keberatan dengan Surat Edaran Menteri Dalam Negeri pada 22 Juni 2011 tentang KTP elektronik. (2) Surat edaran itu mengharuskan RT dan RW memfasilitaskan penduduk yang tinggal ilegal. (3) Perda No. 4 Tahun 2004 mengatur semua warga wajib ber-KTP harus mempunyai surat domisili. (4) Bagi penduduk rentan administrasi kependudukan, negara wajib menerbitkan dokumen. (5) Kebijakan itu dimaksudkan untuk mendeteksi jumlah penduduk.

Kalimat yang menggunakan kata yang tidak tepat dalam paragraf tersebut adalah ....

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3)
- D. (4)
- E. (5)

**Jawaban: B**

**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Dalam kalimat nomor (2) paragraf tersebut terdapat penggunaan kata tidak baku. Kata yang tidak baku dalam kalimat tersebut adalah kata *memfasilitaskan*. Kata *memfasilitaskan* seharusnya diperbaiki menjadi *memfasilitasi*. Sementara itu, kata bercetak miring yang lain sudah tepat digunakan dalam kalimat tersebut.

2. Cermati paragraf berikut!

Walaupun ayahnya seorang *pengusaha hebat* dan terkenal di bidang ekspor impor, Julia tetap bersikap rendah hati. Ia *sangat memamerkan* kekayaan yang dimiliki orang tuanya. Ia tidak mau hanya menadahkan tangan. Kini ia *akan menyelesaikan* pendidikan dari jerih payahnya sendiri dan memperoleh nilai sangat memuaskan.

Frasa yang tepat untuk mengganti frasa yang bercetak miring tersebut adalah ....

- A. pengusaha tekun, akan, memamerkan, telah menyelesaikan
- B. seorang yang berkuasa, telah memamerkan, akan menyelesaikan
- C. pengusaha kaya, tidak memamerkan, telah menyelesaikan
- D. pengusaha rajin, ingin memamerkan, sudah menyelesaikan
- E. orang yang berkuasa, tidak memamerkan, ingin menyelesaikan

**Jawaban: C**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Paragraf tersebut merupakan paragraf tidak padu. Ketidakpaduan tersebut disebabkan oleh beberapa kesalahan frasa. Oleh karena itu, frasa-frasa tersebut harus diganti. Penggantian frasa yang tepat adalah *pengusaha kaya*, *tidak memamerkan*, dan *telah menyelesaikan*.

3. Cermati paragraf berikut!

Bahasa memiliki sistem yang universal *dengan* bersifat dinamis. Keuniversalan suatu bahasa dengan bahasa lain di belahan dunia mana pun memiliki proses yang sama dalam aspek cara bahasa itu bisa dihasilkan *juga* dipahami oleh manusia. Dengan kedinamisannya bahasa selalu berkembang dari masa ke masa.

Perbaiki kata penghubung yang tercetak miring pada paragraf tersebut adalah ....

- A. namun, mana pun
- B. karena, tetapi
- C. dan, maupun
- D. karena, jika
- E. dan, dan

**Jawaban: E**  
**(Tipe Pengetahuan & Pemahaman)**

Penggunaan kata penghubung *dengan* dan *juga* dalam paragraf tersebut tidak tepat. Akibatnya, paragraf tersebut menjadi tidak padu. Agar menjadi paragraf padu, kedua kata penghubung tersebut harus diubah. Kata penghubung yang tepat untuk mengganti kedua kata penghubung tersebut adalah kata *dan* dan kata *dan*.

BAB  
5MENYUNTING EJAAN DAN  
TANDA BACA

Aturan tentang penulisan ejaan dan tanda baca bahasa Indonesia ditulis dalam *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI)*. Dahulu aturan ini ditulis dalam *Ejaan Bahasa Indonesia Yang Disempurnakan*. *Ejaan Bahasa Indonesia Yang Disempurnakan* mulai digunakan pada tanggal 17 Agustus 1972. *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI)* mengatur hal-hal berikut.

## A. Penulisan Huruf

## 1. Huruf Kapital

- a. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama awal kalimat.
- b. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama unsur nama orang, termasuk julukan.  
**Catatan:**
  - 1) Huruf kapital tidak dipakai sebagai huruf pertama nama orang yang merupakan nama jenis atau satuan ukuran, contoh: ikan mujair, mesin diesel, 5 ampere, 10 volt.
  - 2) Huruf kapital tidak dipakai untuk menuliskan huruf pertama kata yang bermakna “anak dari”, seperti *bin*, *binti*, *boru*, dan *van*, atau huruf pertama kata tugas.
- c. Huruf kapital dipakai pada awal kalimat dalam petikan langsung.  
**Contoh:** Adik bertanya, “Kapan kita pulang?”
- d. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama setiap kata nama agama, kitab suci, dan Tuhan, termasuk sebutan dan kata ganti untuk Tuhan.  
**Contoh:** Islam, Alquran, Kristen, Alkitab, Hindu, Weda, Allah, Tuhan.
- e. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama unsur nama gelar kehormatan, keturunan, keagamaan, atau akademik yang diikuti nama orang, termasuk gelar akademik yang mengikuti nama orang.  
**Contoh:** Sultan Hasanuddin, Mahaputra Yamin, Haji Agus Salim, Raden Ajeng Kartini, Doktor Mohammad Hatta.
- f. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama unsur nama gelar kehormatan, keturunan, keagamaan, profesi, serta nama jabatan dan kepangkatan yang dipakai sebagai sapaan.  
**Contoh:** Selamat datang, Yang Mulia.



- g. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama unsur nama jabatan dan pangkat yang diikuti nama orang atau yang dipakai sebagai pengganti nama orang tertentu, nama instansi, atau nama tempat.  
**Contoh:** Wakil Presiden Adam Malik, Perdana Menteri Nehru, Profesor Supomo
- h. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama nama bangsa, suku bangsa, dan bahasa.  
**Contoh:** bangsa Indonesia suku Dani  
**Catatan:**  
Nama bangsa, suku bangsa, dan bahasa yang dipakai sebagai bentuk dasar kata turunan *tidak* ditulis dengan huruf awal kapital.  
**Contoh:** pengindonesiaan kata asing
- i. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama nama tahun, bulan, hari, dan hari besar atau hari raya.  
**Contoh:** tahun Hijriah, hari Jumat, dan hari Lebaran
- j. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama unsur nama peristiwa sejarah.  
**Contoh:** Konferensi Asia Afrika, Perang Dunia II, dan Proklamasi Kemerdekaan Indonesia  
**Catatan:**  
Huruf pertama peristiwa sejarah yang tidak dipakai sebagai nama tidak ditulis dengan huruf kapital.  
**Contoh:** Soekarno dan Hatta memproklamasikan kemerdekaan bangsa Indonesia.
- k. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama nama geografi.  
**Contoh:** Jakarta, Pulau Miangas, Dataran Tinggi Dieng, Danau Toba, Sungai Musi, dan Kelurahan Rawamangun.
- l. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama semua kata (termasuk semua unsur bentuk ulang sempurna) dalam nama negara, lembaga, badan, organisasi, atau dokumen, kecuali kata tugas, seperti *di, ke, dari, dan, yang, dan untuk*.  
**Contoh:** Republik Indonesia Majelis Permusyawaratan Rakyat Republik Indonesia
- m. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama setiap kata (termasuk unsur kata ulang sempurna) di dalam judul buku, karangan, artikel, dan makalah serta nama majalah dan surat kabar, kecuali kata tugas, seperti *di, ke, dari, dan, yang, dan untuk*, yang tidak terletak pada posisi awal.  
**Contoh:** Saya telah membaca buku *Dari Ave Maria ke Jalan Lain ke Roma*.
- n. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama unsur singkatan nama gelar, pangkat, atau sapaan.  
**Contoh:**
- |        |                              |        |                    |
|--------|------------------------------|--------|--------------------|
| S.H.   | sarjana hukum                | M.A.   | master of arts     |
| S.S.   | sarjana sastra               | M.Hum. | magister humaniora |
| S.K.M. | sarjana kesehatan masyarakat |        |                    |
- o. Huruf kapital dipakai sebagai huruf pertama kata penunjuk hubungan kekerabatan, seperti bapak, ibu, kakak, adik, dan paman, serta kata atau ungkapan lain yang dipakai dalam penyapaan atau pengacuan.  
**Contoh:**  
"Kapan Bapak berangkat?" tanya Hasan.  
"Silakan duduk, Dik!" kata orang itu.

**Catatan:**

- 1) Istilah kekerabatan berikut bukan merupakan penyapaan atau pengacuan.

**Contoh:**

Kita harus menghormati bapak dan ibu kita.

- 2) Kata ganti Anda ditulis dengan huruf awal kapital.

**Contoh:**

Sudahkah Anda tahu?

## 2. Huruf Miring

- a. Huruf miring dipakai untuk menuliskan judul buku, nama majalah, atau nama surat kabar yang dikutip dalam tulisan, termasuk dalam daftar pustaka.

**Contoh:** Saya sudah membaca buku *Salah Asuhan* karangan Abdoel Moeis.

Majalah *Poedjangga Baroe* menggelorakan semangat kebangsaan.

- b. Huruf miring dipakai untuk menegaskan atau mengkhususkan huruf, bagian kata, kata, atau kelompok kata dalam kalimat.

**Contoh:** Huruf terakhir kata abad adalah *d*.

Dia tidak *diantar*, tetapi *mengantar*.

- c. Huruf miring dipakai untuk menuliskan kata atau ungkapan dalam bahasa daerah atau bahasa asing.

**Contoh:** Upacara *peusijek* (tepung tawar) menarik perhatian wisatawan asing yang berkunjung ke Aceh.

Nama ilmiah buah manggis ialah *Garcinia mangostana*.

**Catatan:**

- 1) Nama diri, seperti nama orang, lembaga, atau organisasi, dalam bahasa asing atau bahasa daerah tidak ditulis dengan huruf miring.
- 2) Dalam naskah tulisan tangan atau mesin tik (bukan komputer), bagian yang akan dicetak miring ditandai dengan garis bawah.
- 3) Kalimat atau teks berbahasa asing atau berbahasa daerah yang dikutip secara langsung dalam teks berbahasa Indonesia ditulis dengan huruf miring.

## B. Pemakaian Tanda Baca

### 1. Tanda Titik (.)

- a. Tanda titik dipakai pada akhir kalimat pernyataan.

**Contoh:** Mereka duduk di sana.

- b. Tanda titik dipakai di belakang angka atau huruf dalam suatu bagan, ikhtisar, atau daftar.

**Catatan:**

Tanda titik tidak dipakai pada angka atau huruf yang sudah bertanda kurung dalam suatu perincian.

**Contoh:** Bahasa Indonesia berkedudukan sebagai:

- 1) bahasa nasional yang berfungsi, antara lain,
    - a) lambang kebanggaan nasional,
    - b) identitas nasional, dan
    - c) alat pemersatu bangsa;
  - 2) bahasa negara ...
  - 3) Tanda titik tidak dipakai pada akhir penomoran digital yang lebih dari satu angka (seperti pada Contoh 2b).
  - 4) Tanda titik tidak dipakai di belakang angka atau angka terakhir dalam penomoran deret digital yang lebih dari satu angka dalam judul tabel, bagan, grafik, atau gambar.
- c. Tanda titik dipakai untuk memisahkan angka jam, menit, dan detik yang menunjukkan waktu atau jangka waktu.
- d. Tanda titik dipakai dalam daftar pustaka di antara nama penulis, tahun, judul tulisan (yang tidak berakhir dengan tanda tanya atau tanda seru), dan tempat terbit.
- e. Tanda titik dipakai untuk memisahkan bilangan ribuan atau kelipatannya yang menunjukkan jumlah.

**Catatan:**

- 1) Tanda titik tidak dipakai untuk memisahkan bilangan ribuan atau kelipatannya yang tidak menunjukkan jumlah.
- 2) Tanda titik tidak dipakai pada akhir judul yang merupakan kepala karangan, ilustrasi, atau tabel.
- 3) Tanda titik tidak dipakai di belakang (a) alamat penerima dan pengirim surat serta (b) tanggal surat.

**Contoh:**

Yth. Kepala Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa  
Jalan Daksinapati Barat IV  
Rawamangun  
Jakarta Timur

## 2. Tanda Koma (,)

- a. Tanda koma dipakai di antara unsur-unsur dalam suatu pemerincian atau pembilangan.

**Contoh:**

Telepon seluler, komputer, atau internet bukan barang asing lagi.  
Buku, majalah, dan jurnal termasuk sumber kepustakaan.

- b. Tanda koma dipakai sebelum kata penghubung, seperti tetapi, melainkan, dan sedangkan, dalam kalimat majemuk (setara).

**Contoh:** Saya ingin membeli kamera, tetapi uang saya belum cukup.

- c. Tanda koma dipakai untuk memisahkan anak kalimat yang mendahului induk kalimatnya.

**Contoh:** Kalau diundang, saya akan datang.

**Catatan:**

Tanda koma tidak dipakai jika induk kalimat mendahului anak kalimat.

**Contoh:** Saya akan datang kalau diundang.

- d. Tanda koma dipakai di belakang kata atau ungkapan penghubung antarkalimat, seperti *oleh karena itu, jadi, dengan demikian, sehubungan dengan itu, dan meskipun demikian*.  
**Contoh:** Mahasiswa itu rajin dan pandai. Oleh karena itu, dia memperoleh beasiswa belajar di luar negeri.
- e. Tanda koma dipakai sebelum dan/atau sesudah kata seru, seperti *o, ya, wah, aduh, atau hai*, dan kata yang dipakai sebagai sapaan, seperti *Bu, Dik, atau Nak*.  
**Contoh:**  
 O, begitu?  
 Wah, bukan main!
- f. Tanda koma dipakai untuk memisahkan petikan langsung dari bagian lain dalam kalimat.  
**Contoh:**  
 Kata nenek saya, "Kita harus berbagi dalam hidup ini."  
 "Kita harus berbagi dalam hidup ini," kata nenek saya, "karena manusia adalah makhluk sosial."  
**Catatan:**  
 Tanda koma tidak dipakai untuk memisahkan petikan langsung yang berupa kalimat tanya, kalimat perintah, atau kalimat seru dari bagian lain yang mengikutinya.  
**Contoh:** "Di mana Saudara tinggal?" tanya Pak Lurah.
- g. Tanda koma dipakai di antara (a) nama dan alamat, (b) bagian-bagian alamat, (c) tempat dan tanggal, serta (d) nama tempat dan wilayah atau negeri yang ditulis berurutan.  
**Contoh:** Sdr. Abdullah, Jalan Kayumanis III/18, Kelurahan Kayumanis, Kecamatan Matraman, Jakarta 13130
- h. Tanda koma dipakai untuk memisahkan bagian nama yang dibalik susunannya dalam daftar pustaka.  
**Contoh:** Gunawan, Ilham. 1984. *Kamus Politik Internasional*. Jakarta: Restu Agung.
- i. Tanda koma dipakai di antara bagian-bagian dalam catatan kaki atau catatan akhir.  
**Contoh:** Sutan Takdir Alisjahbana, *Tata Bahasa Baru Bahasa Indonesia*, Jilid 2 (Jakarta: Pustaka Rakyat, 1950), hlm. 25.
- j. Tanda koma dipakai di antara nama orang dan singkatan gelar akademis yang mengikutinya untuk membedakannya dari singkatan nama diri, keluarga, atau marga.  
**Contoh:**  
 Ny. Khadijah, M.A.  
 Bambang Irawan, M.Hum.
- k. Tanda koma dipakai sebelum angka desimal atau di antara rupiah dan sen yang dinyatakan dengan angka.  
**Contoh:**  
 12,5 m  
 Rp750,00
- l. Tanda koma dipakai untuk mengapit keterangan tambahan atau keterangan aposisi.  
**Contoh:** Di daerah kami, Contoh, masih banyak bahan tambang yang belum diolah. Semua siswa, baik laki-laki maupun perempuan, harus mengikuti latihan paduan suara.

- m. Tanda koma dapat dipakai di belakang keterangan yang terdapat pada awal kalimat untuk menghindari salah baca/salah pengertian.

**Contoh:**

Dalam pengembangan bahasa, kita dapat memanfaatkan bahasa daerah.  
Atas perhatian Saudara, kami ucapkan terima kasih.

### 3. Tanda Titik Koma (;)

- a. Tanda titik koma dapat dipakai sebagai pengganti kata penghubung untuk memisahkan kalimat setara yang satu dari kalimat setara yang lain di dalam kalimat majemuk.

**Contoh:** Hari sudah malam; anak-anak masih membaca buku.

- b. Tanda titik koma dipakai pada akhir perincian yang berupa klausa.

**Contoh:** Syarat penerimaan pegawai di lembaga ini adalah

- 1) berkewarganegaraan Indonesia;
- 2) berijazah sarjana S-1;
- 3) berbadan sehat; dan
- 4) bersedia ditempatkan di seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

- c. Tanda titik koma dipakai untuk memisahkan bagian-bagian pemerincian dalam kalimat yang sudah menggunakan tanda koma.

**Contoh:** Ibu membeli buku, pensil, dan tinta; baju, celana, dan kaus; pisang, apel, dan jeruk.

### 4. Tanda Titik Dua (:)

- a. Tanda titik dua dipakai pada akhir suatu pernyataan lengkap yang diikuti pemerincian atau penjelasan.

**Contoh:** Mereka memerlukan perabot rumah tangga: kursi, meja, dan lemari.

- b. Tanda titik dua tidak dipakai jika perincian atau penjelasan itu merupakan pelengkap yang mengakhiri pernyataan.

**Contoh:** Tahap penelitian yang harus dilakukan meliputi

- 1) persiapan,
- 2) pengumpulan data,
- 3) pengolahan data, dan
- 4) pelaporan.

- c. Tanda titik dua dipakai sesudah kata atau ungkapan yang memerlukan pemerian.

**Contoh:**

- 1) Ketua : Ahmad Wijaya  
Sekretaris : Siti Aryani  
Bendahara : Aulia Arimbi.
- 2) Narasumber : Prof. Dr. Rahmat Effendi  
Pemandu : Abdul Gani, M.Hum.  
Pencatat : Sri Astuti Amelia, S.Pd.

- d. Tanda titik dua dipakai dalam naskah drama sesudah kata yang menunjukkan pelaku dalam percakapan.  
**Contoh:**  
 Ibu : “Bawa koper ini, Nak!”  
 Amir : “Baik, Bu.”  
 Ibu : “Jangan lupa, letakkan baik-baik!”
- e. Tanda titik dua dipakai di antara (a) jilid atau nomor dan halaman, (b) surah dan ayat dalam kitab suci, (c) judul dan anak judul suatu karangan, serta (d) nama kota dan penerbit dalam daftar pustaka.  
**Contoh:**  
*Horison*, XLIII, No. 8/2008: 8  
 Surah Albaqarah: 2–5  
 Matius 2: 1–3  
*Dari Pemburu ke Terapeutik: Antologi Cerpen Nusantara*  
*Pedoman Umum Pembentukan Istilah*. Jakarta: Pusat Bahasa.

## 5. Tanda Hubung (-)

- a. Tanda hubung dipakai untuk menandai bagian kata yang terpenggal oleh pergantian baris.  
**Contoh:**  
 Nelayan pesisir itu berhasil membudidayakan rumput laut.
- b. Tanda hubung dipakai untuk menyambung unsur kata ulang.  
**Contoh:**  
 anak-anak  
 berulang-ulang
- c. Tanda hubung dipakai untuk menyambung tanggal, bulan, dan tahun yang dinyatakan dengan angka atau menyambung huruf dalam kata yang dieja satu-satu.  
**Contoh:**  
 11-11-2013  
 p-a-n-i-t-i-a
- d. Tanda hubung dapat dipakai untuk memperjelas hubungan bagian kata atau ungkapan.  
**Contoh:**  
 ber-evolusi  
 dua-puluh-lima ribuan (25 × 1.000)
- e. Tanda hubung dipakai untuk merangkai
- 1) *se-* dengan kata berikutnya yang dimulai dengan huruf kapital (*se-Indonesia*, *se-Jawa Barat*);
  - 2) *ke-* dengan angka (peringkat *ke-2*);
  - 3) angka dengan *-an* (tahun 1950-*an*);
  - 4) kata atau imbuhan dengan singkatan yang berupa huruf kapital (*hari-H*, *sinar-X*, *ber-KTP*, *di-SK-kan*);
  - 5) kata dengan kata ganti Tuhan (ciptaan-*Nya*, atas rahmat-*Mu*);
  - 6) huruf dan angka (*D-3*, *S-1*, *S-2*); dan
  - 7) kata ganti *-ku*, *-mu*, dan *-nya* dengan singkatan yang berupa huruf kapital (*KTP-mu*, *SIM-nya*, *STNK-ku*).

**Catatan:**

Tanda hubung tidak dipakai di antara huruf dan angka jika angka tersebut melambangkan jumlah huruf.

**Contoh:** P3K (pertolongan pertama pada kecelakaan)

- f. Tanda hubung dipakai untuk merangkai unsur bahasa Indonesia dengan unsur bahasa daerah atau bahasa asing.

**Contoh:**

di-*sowan*-i (bahasa Jawa, 'didatangi')

ber-*pariban* (bahasa Batak, 'bersaudara sepupu')

di-*back up*

- g. Tanda hubung digunakan untuk menandai bentuk terikat yang menjadi objek bahasan.

**Contoh:**

Kata *pasca*- berasal dari bahasa Sanskerta.

Akhiran *-isasi* pada kata *betonisasi* sebaiknya diubah menjadi *pembetonan*.

**6. Tanda Pisah (–)**

- a. Tanda pisah dapat dipakai untuk membatasi penyisipan kata atau kalimat yang memberi penjelasan di luar bangun kalimat.

**Contoh:** Keberhasilan itu–kita sependapat–dapat dicapai jika kita mau berusaha keras.

- b. Tanda pisah dapat dipakai juga untuk menegaskan adanya keterangan aposisi atau keterangan yang lain.

**Contoh:** Soekarno–Hatta–Proklamator Kemerdekaan RI–diabadikan menjadi nama bandar udara internasional.

- c. Tanda pisah dipakai di antara dua bilangan, tanggal, atau tempat yang berarti 'sampai dengan' atau 'sampai ke'.

**Contoh:**

Tahun 2010–2013

Jakarta–Bandung

**7. Tanda Tanya (?)**

- a. Tanda tanya dipakai pada akhir kalimat tanya.

**Contoh:**

Kapan Hari Pendidikan Nasional diperingati?

Siapa pencipta lagu–Indonesia Raya?

- b. Tanda tanya dipakai di dalam tanda kurung untuk menyatakan bagian kalimat yang disangsikan atau yang kurang dapat dibuktikan kebenarannya.

**Contoh:** Monumen Nasional mulai dibangun pada tahun 1961 (?).

**8. Tanda Seru (!)**

Tanda seru dipakai untuk mengakhiri ungkapan atau pernyataan yang berupa seruan atau perintah yang menggambarkan kesungguhan, ketidakpercayaan, atau emosi yang kuat.

**Contoh:**

Alangkah indahny taman laut di Bunaken!

Mari kita dukung Gerakan Cinta Bahasa Indonesia!

## 9. Tanda Elipsis (...)

- a. Tanda elipsis dipakai untuk menunjukkan bahwa dalam suatu kalimat atau kutipan ada bagian yang dihilangkan.

**Contoh:**

Penyebab kemerosotan ... akan diteliti lebih lanjut.

Dalam Undang-Undang Dasar 1945 disebutkan bahwa bahasa negara ialah ....

**Catatan:**

- 1) Tanda elipsis itu didahului dan diikuti dengan spasi.
- 2) Tanda elipsis pada akhir kalimat diikuti oleh tanda titik (jumlah titik empat buah).

- b. Tanda elipsis dipakai untuk menulis ujaran yang tidak selesai dalam dialog.

**Contoh:**

“Menurut saya ... seperti ... bagaimana, Bu?”

“Jadi, simpulannya ... oh, sudah saatnya istirahat.”

**Catatan:**

- 1) Tanda elipsis itu didahului dan diikuti dengan spasi.
- 2) Tanda elipsis pada akhir kalimat diikuti oleh tanda titik (jumlah titik empat buah).

## 10. Tanda Petik ("...")

- a. Tanda petik dipakai untuk mengapit petikan langsung yang berasal dari pembicaraan, naskah, atau bahan tertulis lain.

**Contoh:** “Merdeka atau mati!” seru Bung Tomo dalam pidatonya.

- b. Tanda petik dipakai untuk mengapit judul sajak, lagu, film, sinetron, artikel, naskah, atau bab buku yang dipakai dalam kalimat.

**Contoh:**

Sajak “Pahlawanku” terdapat pada halaman 125 buku itu.

Film “Ainun dan Habibi” merupakan kisah nyata yang diangkat dari sebuah novel.

Makalah “Pembentukan Insan Cerdas Kompetitif” menarik perhatian peserta seminar.

- c. Tanda petik dipakai untuk mengapit istilah ilmiah yang kurang dikenal atau kata yang mempunyai arti khusus.

**Contoh:**

“Tetikus” komputer ini sudah tidak berfungsi.

Dilarang memberikan “amplop” kepada petugas!

## 11. Tanda Petik Tunggal ('...')

- a. Tanda petik tunggal dipakai untuk mengapit petikan yang terdapat dalam petikan lain.

**Contoh:** Tanya dia, “Kau dengar bunyi ‘kring-kring’ tadi?”

- b. Tanda petik tunggal dipakai untuk mengapit makna, terjemahan, atau penjelasan kata atau ungkapan.

**Contoh:**

tergugat ‘yang digugat’

retina ‘dinding mata sebelah dalam’



## 12. Tanda Kurung ((...))

- a. Tanda kurung dipakai untuk mengagip tambahan keterangan atau penjelasan.

**Contoh:**

Dia memperpanjang surat izin mengemudi (SIM).

Warga baru itu belum memiliki KTP (kartu tanda penduduk).

- b. Tanda kurung dipakai untuk mengagip keterangan atau penjelasan yang bukan bagian utama kalimat.

**Contoh:** Sajak Tranggono yang berjudul “Ubud” (nama tempat yang terkenal di Bali) ditulis pada tahun 1962.

- c. Tanda kurung dipakai untuk mengagip huruf atau kata yang keberadaannya di dalam teks dapat dimunculkan atau dihilangkan.

**Contoh:** Dia berangkat ke kantor selalu menaiki (bus) Transjakarta.

- d. Tanda kurung dipakai untuk mengagip huruf atau angka yang digunakan sebagai penanda pemerincian.

**Contoh:** Faktor produksi menyangkut (a) bahan baku, (b) biaya produksi, dan (c) tenaga kerja.

Dia harus melengkapi berkas lamarannya dengan melampirkan

(1) akta kelahiran,

(2) ijazah terakhir, dan

(3) surat keterangan kesehatan.

## 13. Tanda Kurung Siku ([...])

- a. Tanda kurung siku dipakai untuk mengagip huruf, kata, atau kelompok kata sebagai koreksi atau tambahan atas kesalahan atau kekurangan di dalam naskah asli yang ditulis orang lain.

**Contoh:**

Sang Sapurba men[d]engar bunyi gemerisik.

Penggunaan bahasa dalam karya ilmiah harus sesuai [dengan] kaidah bahasa Indonesia.

- b. Tanda kurung siku dipakai untuk mengagip keterangan dalam kalimat penjelas yang terdapat dalam tanda kurung.

**Contoh:** Persamaan kedua proses itu (perbedaannya dibicarakan di dalam Bab II [lihat halaman 35–38]) perlu dibentangkan di sini.

## 14. Tanda Garis Miring (/)

- a. Tanda garis miring dipakai dalam nomor surat, nomor pada alamat, dan penandaan masa satu tahun yang terbagi dalam dua tahun takwim.

**Contoh:** Nomor: 7/PK/II/2013

- b. Tanda garis miring dipakai sebagai pengganti kata dan, atau, serta setiap.

**Contoh:**

mahasiswa/mahasiswi

‘mahasiswa dan mahasiswi’

buku dan/atau majalah

‘buku dan majalah atau buku atau majalah’

harganya Rp1.500,00/lembar

‘harganya Rp1.500,00 setiap lembar’

- c. Tanda garis miring dipakai untuk mengapit huruf, kata, atau kelompok kata sebagai koreksi atau pengurangan atas kesalahan atau kelebihan di dalam naskah asli yang ditulis orang lain.

**Contoh:** Buku *Pengantar Ling/g/uistik* karya Verhaar dicetak beberapa kali.

## 15. Tanda Penyingkatan atau Apostrof (')

Tanda penyingkat dipakai untuk menunjukkan penghilangan bagian kata atau bagian angka tahun dalam konteks tertentu.

**Contoh:** Dia 'kan kusurati. ('kan = akan)

### Soal Bahas Menyunting Ejaan dan Tanda Baca

1. Cermatilah judul karangan berikut!

Judul karangan: integrasi alam dan sains dalam pendidikan agama

Penulisan judul karangan yang sesuai dengan EYD adalah ....

- A. Integrasi Alam dan Sains dalam Pendidikan agama
- B. Integrasi Alam Dan Sains Dalam Pendidikan Agama
- C. Integrasi Alam dan Sains dalam Pendidikan Agama
- D. Integrasi alam Dan sains Dalam pendidikan agama
- E. Integrasi alam dan sains dalam pendidikan agama

**Jawaban: C**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Penulisan judul karangan yang sesuai dengan EYD adalah "Integrasi Alam dan Sains dalam Pendidikan Agama".

2. Cermatilah judul karya tulis berikut dengan saksama!

penggunaan bahasa indonesia di kalangan pejabat

Penulisan judul karya tulis tersebut yang tepat berdasarkan EYD adalah ....

- A. PENGGUNAAN BAHASA INDONESIA DI KALANGAN PEJABAT
- B. PENGGUNAAN BAHASA INDONESIA Di KALANGAN PEJABAT

- C. PENGGUNAAN BAHASA INDONESIA DIKALANGAN PEJABAT
- D. PENGGUNAAN BAHASA INDONESIA DI KALANGANPEJABAT
- E. PENGGUNAAN BAHASA INDONESIA DI KALANGAN PEJABAT

**Jawaban: E**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Penulisan judul yang tepat adalah PENGGUNAAN BAHASA INDONESIA DI KALANGAN PEJABAT.

3. Perhatikan kalimat berikut!

kata ibu, "saya gembira sekali mendengar berita itu."

Penggunaan huruf kapital yang tepat pada kalimat tersebut adalah ....

- A. Kata Ibu, "saya gembira sekali mendengar berita itu."
- B. Kata Ibu, "saya Gembira sekali mendengar berita itu."
- C. Kata ibu, "Saya gembira sekali mendengar berita itu."
- D. Kata Ibu, "Saya gembira sekali mendengar berita itu."
- E. Kata ibu, "saya gembira sekali mendengar berita itu."

**Jawaban: C**  
**(Tipe Soal Aplikasi/Terapan)**

Penggunaan huruf kapital yang tepat terdapat pada kalimat Kata ibu, "Saya gembira sekali mendengar berita itu". Huruf kapital dipakai pada awal kalimat dalam petikan langsung.

# RINGKASAN MATERI

## Matematika

1. Pangkat, Akar, dan Logaritma
2. Fungsi, Komposisi Fungsi, dan Fungsi Invers
3. Persamaan dan Fungsi Kuadrat
4. Sistem Persamaan Linier dan Sistem Pertidaksamaan Linier
5. Program Linier
6. Matriks
7. Barisan dan Deret
8. Limit Fungsi
9. Turunan Fungsi
10. Integral Fungsi Aljabar
11. Trigonometri
12. Ruang Dimensi Tiga
13. Lingkaran dan Garis Singgung Lingkaran
14. Transformasi Geometri
15. Statistika
16. Aturan Perkalian, Permutasi, dan Kombinasi
17. Peluang Kejadian

BAB  
1

PANGKAT, AKAR, DAN LOGARITMA

A. Bentuk Pangkat

Bilangan berpangkat  $a^n$  dengan  $a$  bilangan real dan  $n$  bilangan bulat didefinisikan sebagai berikut.

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ kali}}$$

$a$  disebut sebagai bilangan pokok dan  $n$  disebut pangkat.

1. Sifat-Sifat Bilangan Berpangkat

Untuk  $a$  dan  $b$  bilangan pokok, serta  $m$  dan  $n$  adalah pangkat berlaku sifat-sifat berikut.

- a.  $a^0 = 1$
- b.  $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$
- c.  $a^m \times a^n = a^{m+n}$
- d.  $a^m : a^n = a^{m-n}$ ,  $a \neq 0$
- e.  $(a^m)^n = a^{mn}$
- f.  $(a \times b)^m = (ab)^m$
- g.  $a^m : b^m = (a : b)^m$ ,  $b \neq 0$

2. Persamaan dan Pertidaksamaan Pada Pangkat Bentuk Aljabar

- a. Untuk  $a > 0$ ,  $a \neq 0$ ,  $b > 0$ ,  $a \neq b$ 
  - 1) Jika  $a^{f(x)} = a^p$  maka penyelesaiannya  $f(x) = p$ .
  - 2) Jika  $a^{f(x)} = a^{g(x)}$  maka penyelesaiannya  $f(x) = g(x)$ .
  - 3) Jika  $a^{f(x)} = b^{f(x)}$  dengan syarat  $a \neq b$ , maka penyelesaiannya  $f(x) = 0$ .
- b. Untuk  $a > 1$ 
  - 1) Jika  $a^{f(x)} \geq a^{g(x)}$  maka penyelesaiannya  $f(x) \geq g(x)$ .
  - 2) Jika  $a^{f(x)} \leq a^{g(x)}$  maka penyelesaiannya  $f(x) \leq g(x)$ .
- c. Untuk  $0 < x < 1$ 
  - 1) Jika  $a^{f(x)} \geq a^{g(x)}$  maka penyelesaiannya  $f(x) \leq g(x)$ .
  - 2) Jika  $a^{f(x)} \leq a^{g(x)}$  maka penyelesaiannya  $f(x) \geq g(x)$ .

B. Bentuk Akar

Bentuk akar merupakan kebalikan dari pangkat. Bentuk  $b$  adalah akar pangkat  $n$  dari  $a$ , maka ditulis  $b = \sqrt[n]{a}$ . Simbol akar pangkat dua dari suatu bilangan adalah  $\sqrt{\quad}$ . Simbol akar pangkat tiga dari suatu bilangan adalah  $\sqrt[3]{\quad}$ .

## 1. Sifat-Sifat Operasi Bentuk Akar

- a.  $p\sqrt{a} + q\sqrt{a} = (p + q)\sqrt{a}$   
b.  $p\sqrt{a} - q\sqrt{a} = (p - q)\sqrt{a}$   
c.  $p\sqrt{a} + p\sqrt{b} = p(\sqrt{a} + \sqrt{b})$   
d.  $p\sqrt{a} \times q\sqrt{b} = pq\sqrt{a \times b}$   
e.  $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}}, b \neq 0$   
f.  $\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[mn]{a}$

Sifat-sifat di atas juga berlaku untuk bentuk akar pangkat n dari suatu bilangan.

## 2. Merasionalkan Pecahan Berpenyebut Bentuk Akar

Langkah-langkahnya adalah mengalikan pembilang dan penyebut dengan bentuk sekawan dari penyebut.

Bentuk  $a + c\sqrt{b}$  sekawan dengan  $a - c\sqrt{b}$ .

Bentuk  $m\sqrt{a} + n\sqrt{b}$  sekawan dengan  $m\sqrt{a} - n\sqrt{b}$ .

Hasil-hasil merasionalkan penyebut pecahan bentuk akar.

- a.  $\frac{a}{\sqrt{b}} = \frac{a}{b}\sqrt{b}, b \neq 0$   
b.  $\frac{c}{a + \sqrt{b}} = \frac{c}{a^2 - b}(a - \sqrt{b})$   
c.  $\frac{c}{\sqrt{a} + \sqrt{b}} = \frac{c}{a - b}(\sqrt{a} - \sqrt{b}), a \neq b$   
d.  $\frac{c}{\sqrt{a} - \sqrt{b}} = \frac{c}{a - b}(\sqrt{a} + \sqrt{b}), a \neq b$   
e.  $\frac{\sqrt{c} + \sqrt{d}}{\sqrt{a} + \sqrt{b}} = \frac{\sqrt{c} + \sqrt{d}}{a - b}(\sqrt{a} - \sqrt{b}), a \neq b$

## C. Logaritma

Logaritma dan mempunyai hubungan dalam operasi hitung. Jika a dan p bilangan positif maka diperoleh hubungan berikut. Dalam mencari nilai n pada  $p^n = a$ , maka penyelesaiannya adalah  $n = {}^p\log a$ .

### 1. Sifat-Sifat Operasi Hitung Logaritma

- a.  ${}^p\log 1 = 0$   
b.  ${}^p\log p = 1$   
c.  ${}^p\log p^n = n$   
d.  ${}^p\log a + {}^p\log b = {}^p\log (ab)$   
e.  ${}^p\log a - {}^p\log b = {}^p\log \left(\frac{a}{b}\right)$   
f.  ${}^p\log a \times {}^q\log b = {}^p\log b$   
g.  ${}^p\log a^n = n \times {}^p\log a$   
h.  ${}^p\log a = \frac{{}^c\log a}{{}^c\log p}$   
i.  $p^{{}^p\log a} = a$

### 2. Persamaan dan Pertidaksamaan Logaritma

- a. Jika  ${}^p\log f(x) = {}^p\log k, f(x) > 0$ , maka penyelesaiannya adalah  $f(x) = k$ .  
b. Jika  ${}^p\log f(x) = {}^q\log f(x), p \neq q$ , maka penyelesaiannya adalah  $f(x) = 1$ .  
c. Jika  ${}^p\log f(x) = {}^p\log g(x), f(x) > 0, g(x) > 0$ , maka penyelesaiannya adalah  $f(x) = g(x)$ .  
d. Jika  ${}^{h(x)}\log f(x) = {}^{h(x)}\log g(x), f(x) > 0, g(x) > 0, h(x) > 0, f(x) \neq 1$ , dan maka penyelesaiannya adalah  $f(x) = g(x)$ .

### 3. Pertidaksamaan Logaritma

- a. Untuk  $p > 1$
- 1) Jika  ${}^p\log f(x) \geq {}^p\log g(x)$ , maka penyelesaiannya  $f(x) \geq g(x)$ .
  - 2) Jika  ${}^p\log f(x) \leq {}^p\log g(x)$ , maka penyelesaiannya  $f(x) \leq g(x)$ .
- b. Untuk  $0 < p < 1$
- 1) Jika  ${}^p\log f(x) \geq {}^p\log g(x)$ , maka penyelesaiannya  $f(x) \leq g(x)$ .
  - 2) Jika  ${}^p\log f(x) \leq {}^p\log g(x)$ , maka penyelesaiannya  $f(x) \geq g(x)$ .

### Soal Bahas Pangkat, Akar & Logaritma

1. Bentuk sederhana dari

$$\frac{(\sqrt{3} + \sqrt{7})(\sqrt{3} - \sqrt{7})}{2\sqrt{5} - 4\sqrt{2}} = \dots$$

- A.  $\frac{2}{3}(\sqrt{5} + 2\sqrt{2})$
- B.  $\frac{2}{3}(2\sqrt{2} - \sqrt{5})$
- C.  $-\frac{2}{3}(2\sqrt{5} + 4\sqrt{2})$
- D.  $-\frac{4}{9}(2\sqrt{5} + 4\sqrt{2})$
- E.  $-\frac{4}{9}(2\sqrt{5} - \sqrt{2})$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: A**

$$\begin{aligned} \frac{(\sqrt{3} + \sqrt{7})(\sqrt{3} - \sqrt{7})}{2\sqrt{5} - 4\sqrt{2}} &= \frac{(3 - 7)}{2\sqrt{5} - 4\sqrt{2}} \\ &= \frac{-4}{2\sqrt{5} - 4\sqrt{2}} \times \frac{2\sqrt{5} + 4\sqrt{2}}{2\sqrt{5} + 4\sqrt{2}} \\ &= \frac{-4(2\sqrt{5} + 4\sqrt{2})}{(2\sqrt{5})^2 - (4\sqrt{2})^2} \\ &= \frac{-4(2\sqrt{5} + 4\sqrt{2})}{20 - 32} \\ &= \frac{-4(2\sqrt{5} + 4\sqrt{2})}{-12} \\ &= \frac{-8(\sqrt{5} + 2\sqrt{2})}{-12} \\ &= \frac{2}{3}(\sqrt{5} + 2\sqrt{2}) \end{aligned}$$

2. Hasil dari  $\frac{{}^6\log 32 \cdot \sqrt[8]{\log 27} \cdot \frac{1}{3}\log 6\sqrt{6}}{\sqrt{2}\log 32 - \sqrt{2}\log 8}$

adalah ....

- A.  $\frac{15}{4}$
- B.  $\frac{15}{9}$
- C.  $-\frac{15}{16}$
- D.  $-\frac{15}{4}$
- E.  $-\frac{5}{4}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: D**

$$\begin{aligned} &\frac{{}^6\log 32 \cdot \sqrt[8]{\log 27} \cdot \frac{1}{3}\log 6\sqrt{6}}{\sqrt{2}\log 32 - \sqrt{2}\log 8} \\ &= \frac{{}^6\log 2^5 \cdot 2^{\frac{3}{8}}\log 3^3 \cdot 3^{-1}\log 6\sqrt{6}}{\sqrt{2}\log(32 : 8)} \\ &= \frac{\left(5 \times \frac{2}{3} \times 3 \times (-1)\right) {}^6\log 2 \cdot {}^2\log 3 \cdot {}^3\log 6^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{2}\log(32 : 8)} \\ &= \frac{(-10) {}^6\log 6^{\frac{3}{2}}}{2^{\frac{1}{2}}\log 2^2} \\ &= \frac{(-10)\left(\frac{3}{2}\right)}{2 \times 2} \\ &= -\frac{15}{4} \end{aligned}$$

3. Nilai dari  $\frac{(125)^{\frac{2}{3}} - (25)^{\frac{1}{2}}}{(81)^{\frac{1}{4}} + (27)^{\frac{1}{3}}}$  adalah ....
- A.  $\frac{8}{3}$                       D.  $\frac{16}{3}$   
 B.  $\frac{10}{3}$                       E.  $\frac{20}{3}$   
 C.  $\frac{14}{3}$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**  
**Jawaban: B**

$$\begin{aligned} \frac{(125)^{\frac{2}{3}} - (25)^{\frac{1}{2}}}{(81)^{\frac{1}{4}} + (27)^{\frac{1}{3}}} &= \frac{(5^3)^{\frac{2}{3}} - (5^2)^{\frac{1}{2}}}{(3^4)^{\frac{1}{4}} + (3^3)^{\frac{1}{3}}} \\ &= \frac{5^2 - 5^1}{3^1 + 3^1} \\ &= \frac{25 - 5}{3 + 3} \\ &= \frac{20}{6} \\ &= \frac{10}{3} \end{aligned}$$

4. Bentuk sederhana dari  $\frac{(6+2\sqrt{7})(5-\sqrt{7})(5+\sqrt{7})}{(2-\sqrt{7})}$  adalah ....
- A.  $-198 - 72\sqrt{7}$       D.  $-198 + 72\sqrt{7}$   
 B.  $-180 - 72\sqrt{7}$       E.  $198 + 72\sqrt{7}$   
 C.  $-180 + 72\sqrt{7}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: A**

$$\begin{aligned} \frac{(6+2\sqrt{7})(5-\sqrt{7})(5+\sqrt{7})}{(2-\sqrt{7})} &= \frac{3(2+\sqrt{7})(25-7)}{(2-\sqrt{7})} \\ &= \frac{54(2+\sqrt{7})}{(2-\sqrt{7})} \\ &= \frac{54(2+\sqrt{7})}{(2-\sqrt{7})} \times \frac{(2+\sqrt{7})}{(2+\sqrt{7})} \\ &= \frac{54(4+4\sqrt{7}+7)}{(4-7)} \\ &= -18(11+4\sqrt{7}) \\ &= -198 - 72\sqrt{7} \end{aligned}$$

5. Nilai x yang memenuhi  $\frac{1}{3}\log(x+\sqrt{3}) + \frac{1}{3}\log(x-\sqrt{3}) > 0$  adalah ....
- A.  $x < -\sqrt{3}$  atau  $0 < x < 2$   
 B.  $-2 < x < -\sqrt{3}$  atau  $\sqrt{3} < x < 2$   
 C.  $\sqrt{3} < x < 2$   
 D.  $-2 < x < 2$   
 E.  $-\sqrt{3} < x < 2$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: C**

$$\text{syarat: } x > \sqrt{3} \quad \dots (1)$$

$$\frac{1}{3}\log(x+\sqrt{3}) + \frac{1}{3}\log(x-\sqrt{3}) > 0$$

$$\frac{1}{3}\log(x+\sqrt{3})(x-\sqrt{3}) > 0$$

$$\frac{1}{3}\log(x^2-3) > \frac{1}{3}\log 1$$

$$x^2 - 3 < 1$$

$$x^2 - 4 < 0$$

$$(x+2)(x-2) < 0$$

$$\Leftrightarrow -2 < x < 2 \quad \dots (2)$$

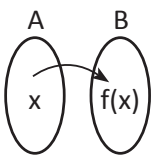
Dari (1) dan (2) diperoleh penyelesaian:  $\sqrt{3} < x < 2$

BAB  
2

# FUNGSI, KOMPOSISI FUNGSI, DAN FUNGSI INVERS

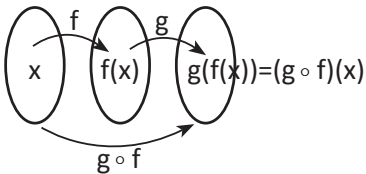
## A. Fungsi

Suatu fungsi dinyatakan dengan bentuk  $f: x \rightarrow f(x)$ .



Fungsi dari himpunan A ke B memasangkan setiap anggota himpunan A dengan tepat ke himpunan B. Himpunan A disebut Domain, Himpunan B disebut Kodomain, dan anggota himpunan B yang mempunyai pasangan di A dinamakan Range. Nilai fungsi dari  $x$  dicari dengan mensubstitusikan  $x$  tersebut ke dalam rumus fungsi.

## B. Komposisi Fungsi



Komposisi fungsi  $f$  dan  $g$  dinyatakan dengan  $f \circ g$ .

Bentuk komposisi fungsi

$(f \circ g)(x) = f(g(x))$ , atau dengan cara yang sama ditulis  $(g \circ f)(x) = g(f(x))$

Beberapa sifat-sifat komposisi fungsi sebagai berikut.

- $(f \circ g)(x) \neq (g \circ f)(x)$  (tidak komutatif)
- $(f \circ (g \circ h))(x) = ((f \circ g) \circ h)(x)$  (sifat asosiatif)
- Mempunyai unsur identitas ( $I(x) = x$ )  
 $(f \circ I)(x) = (I \circ f)(x) = f(x)$

## C. Fungsi Invers

Invers dari fungsi  $f$  dituliskan  $f^{-1}$ . Sifat-sifat invers fungsi dan fungsi invers.

- Jika  $f^{-1}$  merupakan fungsi invers dari  $f$ , berlaku  $(f^{-1} \circ f)(x) = (f \circ f^{-1})(x) = I(x)$
- Untuk  $f(x)$  dan  $g(x)$  fungsi objektif dan mempunyai fungsi invers  $f^{-1}(x)$  dan  $g^{-1}(x)$ , maka berlaku:  $(f \circ g)^{-1}(x) = (g^{-1} \circ f^{-1})(x)$  dan  $(g \circ f)^{-1}(x) = (f^{-1} \circ g^{-1})(x)$ .



Menentukan invers fungsi bentuk pecahan aljabar.

Jika terdapat fungsi  $f(x) = \frac{ax+b}{cx+d}$ ,  $x \neq -\frac{d}{c}$  maka invers fungsi dari  $f(x)$  dirumuskan dengan

$$f^{-1}(x) = \frac{-dx+b}{cx-a}, x \neq \frac{a}{c}$$

## Soal Bahas Fungsi, Komposisi Fungsi & Fungsi Invers

1. Diketahui fungsi  $f: \mathbb{R} \Rightarrow \mathbb{R}$  dan  $g: \mathbb{R} \Rightarrow \mathbb{R}$  dengan  $g(x) = 2 - x$  dan  $(f \circ g)(x) = 3x^2 - 16x + 12$ .  
Nilai  $f(-1)$  adalah ....

- A. -12                      D. 9  
B. -9                        E. 12  
C. -8

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

$$(f \circ g)(x) = 3x^2 - 16x + 12 \text{ atau}$$

$$f(g(x)) = 3x^2 - 16x + 12$$

$$\text{Misalkan: } g(x) = -1,$$

$$\text{maka } 2 - x = -1 \Leftrightarrow x = 3.$$

Dengan demikian

$$\text{Pada saat } g(x) = -1 \text{ maka } x = 3,$$

$$f(-1) = 3(3)^2 - 16(3) + 12$$

$$= 27 - 48 + 12$$

$$= -9$$

Jadi, nilai  $f(-1) = -9$ .

2. Jika fungsi  $f(x) = \frac{x+4}{x-6}$ ,  $x \neq 6$ , dan  $g(x) = 2x - 1$ , maka  $(g \circ f)^{-1}(x)$  adalah ....

A.  $\frac{2x+3}{2x-7}$ ,  $x \neq \frac{7}{2}$       D.  $\frac{1-7x}{2x-2}$ ,  $x \neq 1$

B.  $\frac{7x+3}{2-2x}$ ,  $x \neq 1$       E.  $\frac{3-7x}{2-2x}$ ,  $x \neq 1$

C.  $\frac{6x+14}{x-1}$ ,  $x \neq 1$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

$$(g \circ f)(x) = g(f(x))$$

$$= 2\left(\frac{x+4}{x-6}\right) - 1$$

$$= 2\left(\frac{x+4}{x-6}\right) - \frac{x-6}{x-6}$$

$$= \frac{2x+8}{x-6} - \frac{x-6}{x-6}$$

$$= \frac{x+14}{x-6}$$

Sehingga dengan pola rumus invers pecahan bentuk aljabar diperoleh:

$$(g \circ f)^{-1}(x) = \frac{6x+14}{x-1}, x \neq 1.$$

3. Diketahui komposisi fungsi  $(f \circ g)(x) = 4x^2 + 6x - 5$  dan  $f(x) = 2x + 7$ .  
Rumus fungsi  $g(3x + 2)$  yang bersesuaian dengan komposisi fungsi tersebut adalah ....

A.  $18x^2 + 33x + 20$       D.  $9x^2 + 13x + 20$

B.  $18x^2 + 33x + 8$       E.  $9x^2 + 13x + 8$

C.  $18x^2 + 33x + 6$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

$$(f \circ g)(x) = 4x^2 + 6x - 5 \text{ dan } f(x) = 2x + 7$$

$$f(g(x)) = 4x^2 + 6x - 5$$

$$2g(x) + 7 = 4x^2 + 6x - 5$$

$$2g(x) = 4x^2 + 6x - 12$$

$$g(x) = 2x^2 + 3x - 6$$

$$g(3x + 2) = 2(3x + 2)^2 + 3(3x + 2) - 6$$

$$= 2(9x^2 + 12x + 4) + 9x + 6 - 6$$

$$= 18x^2 + 24x + 8 + 9x + 6 - 6$$

$$= 18x^2 + 33x + 8$$

4. Diketahui fungsi  $f(x) = \frac{3x+5}{2x-4}$ ,  $x \neq 2$ . Jika invers fungsi  $f(x)$  adalah  $f(x)^{-1}$ , maka  $f^{-1}(2x^2+1) = \dots$

- A.  $\frac{4x^2+18}{2x^2-1}$ ,  $x \neq \pm \frac{1}{2}\sqrt{2}$   
 B.  $\frac{8x^2+9}{4x^2+1}$ ,  $x \neq \pm \frac{1}{2}$   
 C.  $\frac{8x^2+9}{4x^2-1}$ ,  $x \neq \pm \frac{1}{2}$   
 D.  $\frac{8x^2+18}{4x^2-1}$ ,  $x \neq \pm \frac{1}{2}$   
 E.  $\frac{8x^2+12}{4x^2-1}$ ,  $x \neq \pm \frac{1}{2}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

$$y = f(x) = \frac{3x+5}{2x-4}$$

$$y(2x-4) = 3x+5$$

$$2xy - 4y = 3x+5$$

$$2xy - 3x = 4y+5$$

$$x(2y-3) = 4y+5$$

$$x = \frac{4y+5}{2y-3}$$

$$f^{-1}(y) = \frac{4y+5}{2y-3}$$

$$f^{-1}(2x^2+1) = \frac{4(2x^2+1)+5}{2(2x^2+1)-3}$$

$$= \frac{8x^2+4+5}{4x^2+2-3}$$

$$= \frac{8x^2+9}{4x^2-1}, x \neq \pm \frac{1}{2}$$

5. Diketahui fungsi  $f(x) = \frac{2x+3}{x-5}$ ,  $x \neq 5$ ,

$$g(x) = 3x+1, \text{ dan } h(x) = (f \circ g)(x).$$

Invers dari  $h(x)$  adalah ....

- A.  $\frac{6x+5}{3x-5}$ ,  $x \neq \frac{4}{3}$       D.  $\frac{4x+4}{4x-5}$ ,  $x \neq \frac{5}{4}$   
 B.  $\frac{4x+5}{3x-6}$ ,  $x \neq 2$       E.  $\frac{4x+4}{3x-6}$ ,  $x \neq 2$   
 C.  $\frac{-4x+5}{3x+6}$ ,  $x \neq -2$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

$$h(x) = f(g(x)) = f(3x+1)$$

$$= \frac{2(3x+1)+3}{(3x+1)-5}$$

$$= \frac{6x+5}{3x-4}$$

Misalkan:  $y = h(x)$ , sehingga  $x = f^{-1}(y)$

$$y = \frac{6x+5}{3x-4}$$

$$y(3x-4) = 6x+5$$

$$3xy - 4y = 6x+5$$

$$3xy - 6x = 4y+5$$

$$x(3y-6) = 4y+5$$

$$x = \frac{4y+5}{3y-6}$$

$$f^{-1}(y) = \frac{4y+5}{3y-6}$$

$$\text{Jadi, } f^{-1}(x) = \frac{4x+5}{3x-6}, x \neq \frac{3}{2}.$$

BAB  
3

PERSAMAAN DAN FUNGSI KUADRAT

A. Persamaan Kuadrat

Bentuk umum persamaan kuadrat adalah  $ax^2 + bx + c = 0$ , dengan  $a, b, c$  bilangan real dan  $a \neq 0$ .

1. Cara Menentukan Akar-Akar Persamaan Kuadrat

- a. Memfaktorkan  $ax^2 + bx + c = 0$  diubah menjadi  $(ax + p)(ax + q)$ , dengan  $p + q = b$  dan  $pq = ac$ . Sehingga diperoleh  $x_1 = \frac{-p}{a}$  dan  $x_2 = \frac{-q}{a}$ .
- b. Melengkapkan kuadrat, yaitu bentuk persamaan kuadrat diubah ke bentuk  $(x + p)^2 = q$ .
- c. Menggunakan rumus abc.

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ dan } x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

2. Jenis-Jenis Akar Persamaan Kuadrat

Akar-akar persamaan kuadrat adalah  $ax^2 + bx + c = 0$  mempunyai berbagai jenis dipandang dari nilai Diskriminan ( $D = b^2 - 4ac$ ).

- a.  $D > 0$ , mempunyai akar real.
- b.  $D = 0$ , mempunyai akar kembar real.
- c.  $D < 0$ , tidak mempunyai akar real.

3. Rumus Jumlah dan Hasil Kali Akar-Akar Persamaan Kuadrat

Jika  $x_1$  dan  $x_2$  merupakan akar-akar dari persamaan kuadrat  $ax^2 + bx + c = 0$  maka diperoleh:

- a. Jika  $x_1 + x_2 = \frac{-b}{a}$  dan  $x_1 \cdot x_2 = \frac{c}{a}$ .
- b.  $|x_1 - x_2| = \frac{\sqrt{D}}{|a|}$
- c.  $x_1^2 \cdot x_2^2 = (x_1 + x_2)^2 - 2x_1 \cdot x_2$
- d.  $(x_1 - x_2)^2 = (x_1 + x_2)^2 - 4x_1 \cdot x_2$

4. Menyusun Persamaan Kuadrat Baru

Misalkan  $x_1$  dan  $x_2$  merupakan akar-akar persamaan kuadrat  $ax^2 + bx + c = 0$ . Jika  $\alpha$  dan  $\beta$  merupakan akar-akar yang baru dalam  $x_1$  dan  $x_2$ , persamaan kuadrat yang baru adalah

$$x^2 + (\alpha + \beta)x + \alpha\beta = 0$$

## B. Fungsi Kuadrat

Bentuk umum fungsi kuadrat:  $y = f(x) = ax^2 + bx + c$ , dengan  $a, b, c$  bilangan real dan  $a \neq 0$ .

1. Ciri-ciri dan kedudukan grafik fungsi kuadrat.

a. Berdasarkan nilai  $a$ .

- 1) Jika nilai  $a < 0$ , grafik membuka ke bawah.
- 2) Jika nilai  $a > 0$ , grafik membuka ke atas.

b. Berdasarkan nilai diskriminan

$$(D = b^2 - 4ac)$$

- 1) Jika  $D > 0$ , grafik memotong sumbu X.
- 2) Jika  $D = 0$ , grafik menyinggung sumbu X.
- 3) Jika  $D < 0$ , grafik tidak menyinggung sumbu X.

c. Berdasarkan nilai  $a$  dan  $D$

- 1) Jika  $a > 0$  dan  $D < 0$ , grafik definit positif atau grafik di atas sumbu X.
- 2) Jika  $a < 0$  dan  $D < 0$ , grafik definit negatif tau grafik di bawah sumbu X.

2. Menentukan unsur-unsur pada grafik fungsi kuadrat

a. Titik puncak :  $\left(-\frac{b}{2a}, -\frac{D}{4a}\right)$ .

b. Sumbu Simetri :  $x = -\frac{b}{2a}$ .

c. Memotong sumbu Y di  $(0, c)$ .

3. Menentukan rumus fungsi kuadrat

a. Fungsi kuadrat yang memotong sumbu X di titik  $(x_1, 0)$  dan  $(x_2, 0)$ :

$$y = f(x) = a(x - x_1)(x - x_2)$$

b. Fungsi kuadrat yang menyinggung sumbu X di titik  $(x_1, 0)$ :

$$y = f(x) = a(x - x_1)^2$$

c. Fungsi kuadrat yang memiliki titik puncak  $(p, q)$  dan melalui salah satu titik yang lain:

$$y = f(x) = a(x - p)^2 + q$$

4. Kedudukan antara grafik fungsi kuadrat  $y = ax^2 + bx + c$  dengan garis lurus  $y = mx + n$ . Dengan mensubstitusikan kedua persamaan tersebut diperoleh persamaan baru  $px^2 + qx + r = 0$ . Dengan melihat nilai diskriminan ( $D = q^2 - 4pr$ ) dari persamaan baru diperoleh kedudukan kedua garis tersebut.

- a. Jika  $D > 0$ , kedua grafik saling memotong.
- b. Jika  $D = 0$ , kedua grafik saling menyinggung.
- c. Jika  $D < 0$ , kedua grafik tidak menyinggung maupun memotong.

## Soal Bahas Persamaan & Fungsi Kuadrat

1. Jika persamaan kuadrat  $x^2 + (p + 1)x + (2 - p) = 0$  memiliki akar-akar yang tidak real, nilai  $p$  yang memenuhi persamaan tersebut adalah ....
- $-1 < p < 7$
  - $-7 < p < 1$
  - $-7 \leq p \leq 7$
  - $p \leq -7$  atau  $p \geq 7$
  - $p < -7$  atau  $p > 7$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Persamaan  $x^2 + (p + 1)x + (2 - p) = 0$  mempunyai nilai  $a = 1$ ,  $b = p + 1$ , dan  $c = 2 - p$ .

Syarat akar tidak real adalah nilai  $D < 0$  atau  $b^2 - 4ac < 0$ .

$$b^2 - 4ac < 0$$

$$(p + 1)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (2 - p) < 0$$

$$p^2 + 2p + 1 - 8 + 4p < 0$$

$$p^2 + 6p - 7 < 0$$

$$(p + 7)(p - 1) < 0$$

$$-7 < p < 1$$

2. Jika grafik fungsi  $y = 3x^2 + (m - 2)x + 3$  menyinggung sumbu X, maka nilai  $m$  yang memenuhi adalah ....
- $m = -4$  atau  $m = -8$
  - $m = -4$  atau  $m = 8$
  - $m = 4$  atau  $m = -8$
  - $m = 4$  atau  $m = 8$
  - $m = 2$  atau  $m = -4$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Syarat grafik fungsi kuadrat

$y = ax^2 + bx + c$  menyinggung sumbu X adalah nilai  $b^2 - 4ac = 0$ . Grafik fungsi

$y = 3x^2 + (m - 2)x + 3$  memiliki nilai

$a = 3$ ,  $b = m - 2$ , dan  $c = 3$ .

$$b^2 - 4ac = 0$$

$$(m - 2)^2 - 4 \cdot 3 \cdot 3 = 0$$

$$m^2 - 4m + 4 - 36 = 0$$

$$m^2 - 4m - 32 = 0$$

$$(m + 4)(m - 8) = 0$$

$$m = -4 \text{ atau } m = 8$$

Jadi, nilai  $m$  yang memenuhi adalah  $m = -4$  atau  $m = 8$ .

3. Jika  $(p, q)$  merupakan titik puncak grafik fungsi  $f(x) = ax^2 + 2ax + a + 1$  dengan  $f(a) = 19$ , maka nilai  $p + 2q + 3a = \dots$
- $-2$
  - $-1$
  - $0$
  - $6$
  - $7$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Titik puncak  $f(x) = ax^2 + 2ax + a + 1$  adalah  $(p, q)$

$$x_p = -\frac{b}{2a} \Rightarrow p = -\frac{2a}{2a} = -1$$

$$y_p = f(x) = f(-1)$$

$$q = a(-1)^2 + 2a(-1) + a + 1$$

$$q = a - 2a + a + 1$$

$$q = 1$$

$$f(a) = 19$$

$$a(a)^2 + 2a(a) + a + 1 = 19$$

$$a^3 + 2a^2 + a - 18 = 0$$

$$a = 2$$

$$\text{Jadi, nilai } p + 2q + 3a = -1 + 2(1) + 3(2) = 7$$

4. Akar-akar persamaan kuadrat  $2x^2 - x - 4 = 0$  adalah  $\alpha$  dan  $\beta$ .  
 Persamaan kuadrat baru yang akar-akarnya  $(4\alpha + 1)$  dan  $(4\beta + 1)$  adalah ....
- $x^2 - 4x - 29 = 0$
  - $x^2 + 4x - 29 = 0$
  - $x^2 - 4x - 31 = 0$
  - $x^2 + 4x - 31 = 0$
  - $x^2 + 2x - 33 = 0$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Akar-akar persamaan kuadrat  $2x^2 - x - 4 = 0$  adalah  $\alpha$  dan  $\beta$ .

$$\alpha + \beta = \frac{-(-1)}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha \cdot \beta = \frac{-4}{2} = -2$$

$$\begin{aligned} (4\alpha + 1) + (4\beta + 1) &= 4(\alpha + \beta) + 2 \\ &= 4 \times \frac{13}{4} + 2 \\ &= 2 + 2 \\ &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (4\alpha + 1)(4\beta + 1) &= 16\alpha\beta + 4\alpha + 4\beta + 2 \\ &= 16\alpha\beta + 4(\alpha + \beta) + 2 \\ &= 16 \times (-2) + 4 \times \frac{1}{2} + 2 \\ &= -32 + 2 + 2 \\ &= -29 \end{aligned}$$

Persamaan kuadrat yang akar-akarnya  $(4\alpha + 1)$  dan  $(4\beta + 1)$  adalah  $x^2 - ((4\alpha + 1) + (4\beta + 1))x + (4\alpha + 1)(4\beta + 1) = 0$   
 $x^2 - 4x - 29 = 0$

5. Akar-akar persamaan  $x^2 + (m + 1)x - 8 = 0$  adalah  $\alpha$  dan  $\beta$ . Jika  $\alpha^2 + \beta^2 = 41$ , nilai  $m$  yang memenuhi adalah ....
- $m = -6$  atau  $m = -4$
  - $m = -6$  atau  $m = 4$
  - $m = 4$  atau  $m = -3$
  - $m = 4$  atau  $m = 3$
  - $m = -4$  atau  $m = -3$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Akar-akar persamaan  $x^2 + (m + 1)x - 4 = 0$  adalah  $\alpha$  dan  $\beta$ .

$$\alpha^2 + \beta^2 = 41$$

$$(\alpha + \beta)^2 - 2\alpha\beta = 41.$$

$$\alpha + \beta = \frac{-b}{a} = \frac{-(m+1)}{1} = -(m+1)$$

$$\alpha\beta = \frac{c}{a} = \frac{-8}{1} = -8$$

$$(\alpha + \beta)^2 - 2\alpha\beta = 41$$

$$(-(m+1))^2 - 2(-8) = 41$$

$$m^2 + 2m + 1 + 16 = 41$$

$$m^2 + 2m - 24 = 0$$

$$(m-4)(m+6) = 0$$

$$m = 4 \text{ atau } m = -6$$

Jadi, nilai  $m = 4$  atau  $m = -6$ .

BAB  
4

# SISTEM PERSAMAAN DAN PERTIDAKSAMAAN LINEAR

## A. Sistem Persamaan Linear

### 1. Bentuk Umum Sistem Persamaan Linear Dua Variabel

$$\begin{cases} a_1x + b_1y = p \\ a_2x + b_2y = q \end{cases} \quad a_1, a_2, b_1, b_2, p, q \text{ anggota bilangan real.} \\ x \text{ dan } y \text{ adalah variabel.}$$

### 2. Bentuk Umum Sistem Persamaan Linear Tiga Variabel

$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = p \\ a_2x + b_2y + c_2z = q \\ a_3x + b_3y + c_3z = r \end{cases} \quad a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, p, q, \text{ dan } r \text{ anggota bilangan real.} \\ x, y, \text{ dan } z \text{ adalah variabel.}$$

### 3. Penyelesaian Sistem Persamaan Linear Adalah Dengan Cara Berikut

- Grafik, yaitu dengan cara menggambar grafik persamaan lalu dicari penyelesaiannya (titik potong).
- Substitusi, yaitu dengan mengganti salah satu variabelnya.
- Eliminasi, yaitu dengan cara menghilangkan salah satu variabelnya. Caranya dengan menjumlah atau mengurangi kedua persamaan.
- Gabungan substitusi dan eliminasi

Himpunan penyelesaian dari sistem persamaan linear dua variabel adalah  $\{x_0, y_0\}$  dan sistem persamaan linear tiga variabel adalah  $\{x_0, y_0, z_0\}$ .

## B. Sistem Pertidaksamaan Linear

Bentuk umum sistem pertidaksamaan linear dua variabel, antara lain:

$$\begin{cases} a_1x + b_1y \leq p \\ a_2x + b_2y \leq q \end{cases} \quad \begin{cases} a_1x + b_1y \geq p \\ a_2x + b_2y \geq q \end{cases} \quad \begin{cases} a_1x + b_1y \geq p \\ a_2x + b_2y \leq q \end{cases}$$

$a_1, a_2, b_1, b_2, p, q$  anggota bilangan real.  $x$  dan  $y$  variabel.

Himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linear dua variabel berupa titik-titik  $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n)\}$  atau daerah penyelesaian yang memuat dari kedua pertidaksamaan tersebut.

## Soal Bahas Sistem Persamaan & Pertidaksamaan Linear

1. Diketahui p dan q memenuhi sistem persamaan  $2p + 3q - 11 = 0$  dan  $5p - 2q + 39 = 0$ . Nilai dari  $2p - q$  adalah ....

- A. -17                      D. 3  
 B. -9                        E. 9  
 C. -3

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Sistem persamaan linear

$$2p + 3q - 11 = 0 \Leftrightarrow 2p + 3q = 11$$

$$5p - 2q + 39 = 0 \Leftrightarrow 5p - 2q = -39$$

Eliminasi y pada kedua persamaan

$$2p + 3q = 11 \quad | \times 2 | \quad 4p + 6q = 22$$

$$5p - 2q = -39 \quad | \times 3 | \quad \underline{15p - 6q = -117} \quad +$$

$$19p = -95$$

$$p = -5$$

Substitusikan  $p = -5$  ke dalam  $2p + 3q = 11$ .

$$2(-5) + 3q = 11$$

$$-10 + 3q = 11$$

$$3q = 21$$

$$q = 7$$

Diperoleh  $p = -5$  dan  $q = 7$

$$2p - q = 2(-5) - 7 = -10 - 7 = -17$$

2. Hadi, Yuda, dan Toni menabung di bank. Jumlah uang tabungan Yuda dan dua kali tabungan Toni yakni Rp150.000,00 lebih banyak daripada uang tabungan Hadi. Jumlah uang tabungan Hadi dan Toni adalah Rp1.450.000,00. Jumlah uang tabungan mereka bertiga adalah Rp2.000.000,00. Jumlah uang Yuda dan Toni adalah ....

- A. Rp1.650.000,00  
 B. Rp1.450.000,00  
 C. Rp1.200.000,00  
 D. Rp900.000,00  
 E. Rp750.000,00

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Misalkan x = uang Hadi, y = uang Yuda,

z = uang Toni

Diperoleh sistem persamaan tiga variabel berikut.

$$y + 2z = x + 150.000 \quad \dots(1)$$

$$x + z = 1.450.000 \quad \dots(2)$$

$$x + y + z = 2.000.000 \quad \dots(3)$$

Eliminasi variabel x dan z dari persamaan (2) dan (3)

$$x + y + z = 2.000.000$$

$$\underline{x + z = 1.450.000} \quad -$$

$$y = 550.000$$

Substitusikan  $y = 550.000$  ke persamaan (1)

$$y + 2z = x + 150.000$$

$$550.000 + 2z = x + 150.000$$

$$x = 400.000 + 2z \quad \dots(4)$$

Substitusikan persamaan (4) ke persamaan (2)

$$x + z = 1.450.000$$

$$400.000 + 2z + z = 1.450.000$$

$$3z = 1.050.000$$

$$z = 350.000$$

Sehingga  $y + z = 550.000 + 350.000 =$

$$900.000$$

Jadi, jumlah uang Yuda dan Toni adalah

$$\text{Rp}900.000,00$$

3. Bu Fatma membawa sejumlah buku yang akan diberikan kepada siswa-siswinya. Jika setiap siswa akan diberi dua buah buku maka ada empat buku tersisa. Jika setiap siswa akan diberi tiga buah buku maka ada dua siswa yang tidak mendapatkan buku dan seorang siswa hanya mendapat dua buah buku. Banyak siswa yang akan dibagi buku adalah ....

- A. 28 orang                      D. 16 orang  
 B. 26 orang                      E. 11 orang  
 C. 21 orang

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**



**Jawaban: E**

Misalkan:

$x$  = banyak buku

$y$  = banyak anak

Diperoleh persamaan:

$$x = 2y + 4 \quad \dots(1)$$

$$x = 3(y - 3) + 2(1) + 0(2)$$

$$x = 3y - 9 + 2$$

$$x = 3y - 7 \quad \dots(2)$$

Dari kedua persamaan:

$$2y + 4 = 3y - 7$$

$$-y = -11$$

$$y = 11$$

Jadi, banyak siswa ada 11 orang.

4. Di tempat percetakan memiliki tiga mesin printer. Jika printer A dan printer B bekerja bersamaan, maka dalam satu jam mampu mencetak 200 lembar. Jika printer B dan printer C bekerja bersamaan maka mampu menghasilkan 130 lebih banyak dari printer A. Jika printer A, printer B, dan printer C bekerja bersamaan, maka mampu menghasilkan sebanyak 320 lembar dalam satu jam. Berapa lembar yang dihasilkan printer B dalam waktu 3 jam?
- A. 315 lembar      D. 345 lembar  
 B. 325 lembar      E. 360 lembar  
 C. 330 lembar

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Misalkan:

$a$  = lembar kertas yang dicetak mesin A dalam waktu 1 jam

$b$  = lembar kertas yang dicetak mesin B dalam waktu 1 jam

$c$  = lembar kertas yang dicetak mesin C dalam waktu 1 jam

Model sistem persamaan tiga variabel berikut.

$$a + b = 200 \quad \dots(1)$$

$$b + c = a + 130 \quad \dots(2)$$

$$a + b + c = 320 \quad \dots(3)$$

Eliminasi variabel  $a$  dan  $b$  pada persamaan (1) dan (3).

$$a + b = 200$$

$$\underline{a + b + c = 320 -}$$

$$-c = -120$$

$$c = 120$$

Substitusi  $c = 120$  ke persamaan (2)

$$b + c = a + 130$$

$$b + 120 = a + 130$$

$$a - b = -10 \quad \dots(4)$$

Eliminasi  $a$  pada persamaan (1) dan (4)

$$a + b = 200$$

$$\underline{a - b = -10 -}$$

$$2b = 210$$

$$b = 105$$

Printer B mampu mencetak 105 lembar dalam satu jam.

Jadi, dalam waktu 3 jam printer B

mampu mencetak 315 lembar.

Mesin A bekerja selama 12 jam.

Banyak kertas fotokopi yang dihasilkan mesin A =  $3 \cdot 12 = 36$  rim.

Jadi, mesin A sedikitnya menghasilkan 36 rim.

5. Diketahui Umur Maman 5 tahun lebih tua dari umur Nanang. Umur Nanang 2 tahun lebih tua dari umur Opik. Jumlah umur Maman, Nanang, dan Opik adalah 42 tahun, Jumlah umur Maman dan Opik adalah ....
- A. 27 tahun      D. 30 tahun  
 B. 28 tahun      E. 31 tahun  
 C. 29 tahun

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Misalkan umur Maman =  $x$ ,

Umur Nanang =  $y$ , dan umur Opik =  $z$

sehingga diperoleh:

$$\bullet \quad x = y + 5$$

$$\bullet \quad y = z + 2 \rightarrow z = y - 2$$

$$\bullet \quad x + y + z = 42$$

$$y + 5 + y + y - 2 = 42$$

$$3y + 3 = 42$$

$$y = \frac{42 - 3}{3} = 13$$

Jumlah umur Maman dan Opik

$$= (y + 5) + (y - 2)$$

$$= 2y + 3$$

$$= 2(13) + 3$$

$$= 29 \text{ tahun}$$

BAB  
5

PROGRAM LINEAR

Program linear adalah materi kelanjutan dari sistem pertidaksamaan linear. Program linear adalah salah satu cara menentukan nilai maksimum atau minimum suatu fungsi tujuan dari daerah penyelesaian yang diberikan. Dalam hal ini daerah penyelesaian dari sistem pertidaksamaan linear dua variabel.

Langkah-langkah menyelesaikan permasalahan tentang program linear.

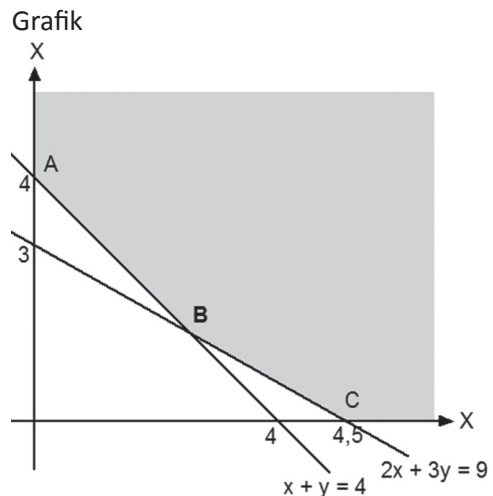
1. Membuat model
  - a. Memisalkan permasalahan dalam variabel  $x$  dan  $y$ .
  - b. Menuliskan fungsi tujuan.
2. Langkah penyelesaian
  - a. Menentukan daerah penyelesaian, dapat menggunakan diagram kartesius.
  - b. Menentukan titik-titik pojok daerah penyelesaian
  - c. Menentukan nilai fungsi tujuan dengan mensubstitusikan nilai  $(x,y)$  pada titik pojok tersebut ke fungsi tujuan. Proses ini dinamakan uji titik pojok.
3. Tentukan nilai maksimum atau minimumnya.

Soal Bahas Program Linear

1. Diketahui sistem pertidaksamaan  $2x + 3y \geq 9$ ,  $x + y \geq 4$ ,  $x \geq 0$ ,  $y \geq 0$ . Nilai minimum  $z = 3x + 4y$  untuk  $x$  dan  $y$  pada daerah penyelesaian sistem pertidaksamaan tersebut adalah ....
  - A. 18
  - B. 16
  - C. 15
  - D. 13
  - E. 12

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**  
**Jawaban: D**

Daerah penyelesaian dalam grafik kartesius.  
 Garis  $2x + 3y = 9$  melalui  $(4,5; 0)$  dan  $(0; 3)$   
 Garis  $x + y = 4$  melalui  $(4, 0)$  dan  $(0, 4)$



Menentukan titik potong kedua garis

$$\begin{array}{r} 2x + 3y = 9 \quad | \times 1 | \quad 2x + 3y = 9 \\ x + y = 4 \quad | \times 2 | \quad 2x + 2y = 8 - \\ \hline y = 1 \end{array}$$

maka  $x = 3$

Koordinat titik B(3, 1)

Uji titik pojok terhadap  $f(x, y) = 3x + 4y$

(x, y)	$f(x, y) = 3x + 4y$
(0, 4)	$3 \cdot 0 + 4 \cdot 4 = 0 + 16 = 16$
(4,5; 0)	$3 \cdot 4,5 + 4 \cdot 0 = 13,5 + 0 = 13,5$
(3, 1)	$3 \cdot 3 + 4 \cdot 1 = 9 + 4 = 13$

Jadi, nilai minimumnya adalah 13.

2. Seorang penjahit membuat dua jenis pakaian. Pakaian jenis A memerlukan kain katun sebanyak 1 meter dan kain sutera 2 meter. Sedangkan pakaian jenis B memerlukan kain katun sebanyak 2,5 meter dan kain sutera sebanyak 1,5 meter. Bahan katun yang tersedia 70 meter dan kain sutera 84 meter. Pakaian jenis A dijual dengan laba Rp50.000,00/potong dan pakaian jenis B dijual dengan laba Rp60.000,00/potong. Agar penjahit memperoleh laba maksimum, banyak pakaian jenis A dan jenis B yang terjual berturut-turut adalah ....
- A. 20 dan 16      D. 16 dan 30  
 B. 26 dan 20      E. 30 dan 16  
 C. 30 dan 6

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Misalkan:  $x$  = banyak pakaian jenis A  
 $y$  = banyak pakaian jenis B

	Variabel	Katun	Sutera	Keuntungan
Pakaian A	$x$	1	2	50.000
Pakaian B	$y$	2,5	1,5	60.000
Persediaan		70	84	

Diperoleh SPtLDV:

$$x + 2,5y \leq 70 \Leftrightarrow 2x + 5y \leq 140$$

$$2x + 1,5y \leq 84 \Leftrightarrow 4x + 3y \leq 168$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

Memaksimumkan fungsi objektif:

$$f(x, y) = 50.000x + 60.000y$$

Menggambar Grafik

$$2x + 5y = 140 \text{ melalui } (0, 28) \text{ dan } (70, 0)$$

$$4x + 3y = 168 \text{ melalui } (0, 56) \text{ dan } (42, 0)$$

Daerah penyelesaian SPtLDV:

Menentukan titik potong B

$$2x + 5y = 140 \quad | \times 2 | \quad 4x + 10y = 280$$

$$4x + 3y = 168 \quad | \times 2 | \quad \underline{4x + 3y = 168} \quad -$$

$$7y = 112$$

$$y = 16$$

Substitusikan  $y = 16$  ke persamaan

$$2x + 5y = 140.$$

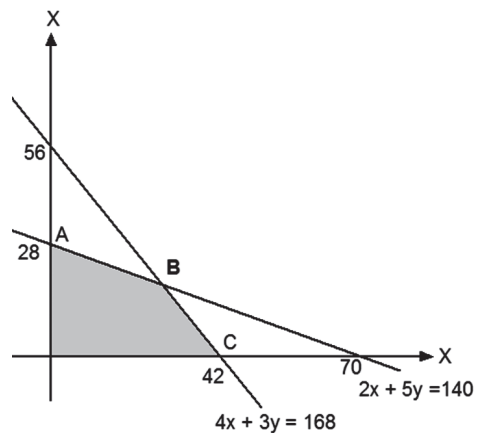
$$2x + 5(16) = 140$$

$$2x + 80 = 140$$

$$2x = 60$$

$$x = 30$$

Koordinat B(30, 16)



Uji titik pojok ke fungsi objektif:

Titik Pojok	$f(x, y) = 50.000x + 60.000y$
A (0, 28)	$50.000(0) + 60.000(28) = 1.680.000$
B (30, 16)	$50.000(30) + 60.000(16) = 2.460.000$
C (42, 0)	$50.000(42) + 60.000(0) = 2.100.000$

Nilai maksimum  $f(x, y)$  adalah 2.460.000.

Jadi, keuntungan penjahit akan maksimum jika terjual pakaian jenis A dan jenis B berturut-turut 30 dan 16.

3. Di atas tanah seluas 360 m<sup>2</sup> akan dibangun kos-kosan tipe A dan tipe B. Tipe A seluas 9 m<sup>2</sup> dan tipe B seluas 12 m<sup>2</sup>. Banyak kamar kos yang dibangun paling banyak 35 kamar. Jika harga sewa kamar tipe A Rp250.000/bulan dan kamar tipe B Rp400.000/bulan, pendapatan maksimum yang diperoleh dari persewaan kamar kos tersebut adalah ....
- A. Rp10.000.000    D. Rp14.000.000  
 B. Rp12.000.000    E. Rp15.000.000  
 C. Rp12.800.000

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Misalkan:  $x$  = banyak kos-kosan tipe A  
 $y$  = banyak kos-kosan tipe B

Model sistem pertidaksamaan

$$9x + 12y \leq 360$$

$$3x + 4y \leq 120$$

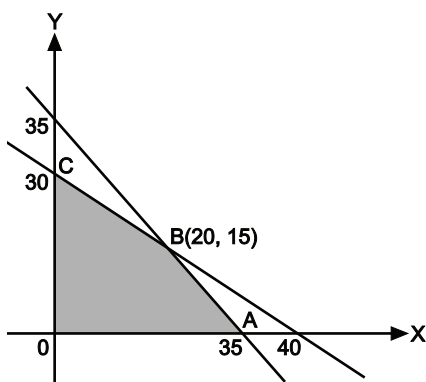
$$x + y \leq 35$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

Fungsi objektif  $f(x, y) = 250x + 400y$   
 (ribu rupiah)

Grafik penyelesaian



Menentukan titik potong B.

$$3x + 4y = 120 \quad | \times 1 | \quad 3x + 4y = 120$$

$$x + y = 35 \quad | \times 3 | \quad \underline{3x + 3y = 105 -}$$

$$y = 15$$

$$x = 20$$

Jadi, B(20, 15).

Uji titik pojok terhadap fungsi objektif  
 $f(x, y) = 250.000x + 400.000y$ .

$(x, y)$	$250.000x + 400.000y$
(35, 0)	$8.750.000 + 0 = 8.750.000$
(20, 5)	$5.000.000 + 6.000.000 = 11.000.000$
(0, 30)	$0 + 12.000.000 = 12.000.000$

Jadi, pendapatan maksimum yang dapat diperoleh dari persewaan sebesar Rp12.000.000,00.

4. Suatu perusahaan membuat dua jenis produk yaitu produk A dan B. Untuk membuat produk A diperlukan waktu 2 jam pada mesin I dan 3 jam pada mesin II. Sementara itu, untuk membuat produk B diperlukan waktu 3 jam pada mesin I dan 2 jam pada mesin II. Waktu yang tersedia untuk mesin I dan mesin II sama yaitu 240 jam. Harga penjualan produk A Rp350.000,00 dan produk B Rp400.000,00. Hasil penjualan terbesar produk tersebut adalah ....
- A. 48 produk A dan 48 produk B  
 B. 60 produk A dan 40 produk B  
 C. 60 produk A dan 48 produk B  
 D. 120 produk A  
 E. 120 produk B

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Misalkan:  $x$  = banyak produk A  
 $y$  = banyak produk B

	Banyak	Mesin I	Mesin II	Harga
Produk A	$x$	2	3	350.000
Produk B	$y$	3	2	400.000
Kebutuhan		240	240	

Diperoleh SPTLDV:

$$2x + 3y \leq 240$$

$$3x + 2y \leq 240$$

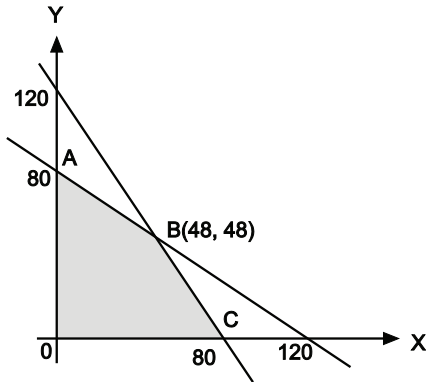
$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

Memaksimumkan fungsi objektif:

$$f(x, y) = 350.000x + 400.000y$$

Daerah penyelesaian SPtLDV:



Titik B merupakan perpotongan garis  $3x + 2y = 240$  dan  $2x + 3y = 240$ .  
Koordinat B(48, 48)

Uji titik pojok ke fungsi objektif:

Titik Pojok	$f(x, y) = 350.000x + 400.000y$
O (0, 0)	$350.000(0) + 400.000(0) = 0$
A (80, 0)	$350.000(80) + 400.000(0) = 28.000.000$
B (48, 48)	$350.000(48) + 400.000(48) = 36.000.000$
C (0, 80)	$350.000(0) + 400.000(80) = 32.000.000$

Nilai maksimum  $f(x, y)$  adalah 36.000.000.

Jadi, hasil penjualan terbesar Rp36.000.000,00 ketika membuat 48 produk A dan 48 produk B.

5. Seorang pasien diharuskan minum setidaknya 50 unit vitamin A dan 32 unit vitamin B dari dua jenis tablet setiap hari. Tablet jenis I mengandung 5 unit vitamin A dan 8 unit vitamin B. Tablet jenis II mengandung 10 unit vitamin A dan 4 unit vitamin B. Jika harga tablet I Rp3.000,00 per biji dan tablet II Rp5.000,00 per biji. Pengeluaran minimum untuk pembelian tablet itu terjadi ketika anak tersebut membeli ....
- 1 tablet jenis I dan 6 tablet jenis II
  - 3 tablet jenis I dan 3 tablet jenis II
  - 2 tablet jenis I dan 4 tablet jenis II
  - 4 tablet jenis I dan 2 tablet jenis II
  - 5 tablet jenis I dan 2 tablet jenis II

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Misalkan:  $x$  = banyak unit vitamin A

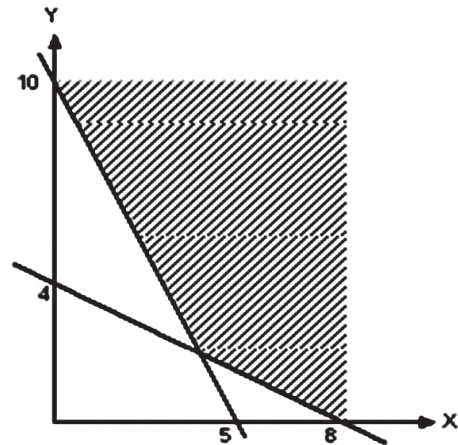
$y$  = banyak unit vitamin B

Model matematika yang sesuai dengan permasalahan di atas adalah:

$$10x + 5y \geq 50 \Leftrightarrow 2x + y \geq 10$$

$$4x + 8y \geq 32 \Leftrightarrow 2x + 4y \geq 16$$

$$x \geq 0; y \geq 0$$



Titik potong garis  $2x + y = 10$  dan  $2x + 4y = 16$

$$2x + 4y = 16$$

$$\underline{2x + y = 10} -$$

$$3y = 6$$

$$y = 2$$

$$2x + 2 = 10$$

$$2x = 8$$

$$x = 4$$

Diperoleh titik potong kedua garis adalah (4, 2).

Uji titik sudut daerah penyelesaian pada fungsi obyektif

Titik	$f(x, y) = 3x + 5y$ (ribu rupiah)
(8, 0)	$3(8) + 5(0) = 24 + 0 = 24$
(4, 2)	$3(4) + 5(2) = 12 + 10 = 22$
(0, 10)	$3(0) + 5(10) = 0 + 50 = 50$

Jadi, nilai minimum daerah terasir pada fungsi obyektif adalah Rp22.000,00, yang tercapai pada saat membeli 4 unit tablet I dan 2 unit tablet II.

BAB  
6

## MARIKS

## A. Pengertian Matriks

Matriks merupakan susunan bilangan-bilangan yang berbentuk persegi atau persegi panjang yang disusun dalam baris dan kolom yang disajikan di dalam tanda kurung.

Contoh:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -3 \\ 4 & 0 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -3 \\ 0 & 5 & 7 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 4 & -7 & 6 \\ 5 & 3 & -2 \end{pmatrix}$$

Matriks A berordo  $2 \times 2$ , matriks B berordo  $2 \times 3$ , matriks C berordo  $3 \times 3$ .

## B. Operasi Hitung Matriks

## 1. Penjumlahan/Pengurangan

Matriks-matriks dapat dijumlahkan/dikurangkan apabila kedua matriks berordo sama. Jumlah atau kurangkan elemen-elemen yang seletak.

Secara umum ditulis:

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e & f \\ g & h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a+e & b+f \\ c+g & d+h \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} g & h & i \\ j & k & l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a+g & b+h & c+i \\ d+j & e+k & f+l \end{pmatrix}$$

## 2. Perkalian Matriks

Matriks-matriks dapat dikalikan apabila banyak kolom pada matriks pertama sama dengan banyak baris pada kolom matriks kedua. Kalikan dengan cara pasangan satu-satu baris matriks pertama dengan kolom matriks kedua.

Secara umum ditulis:

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e & f \\ g & h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a+e & b+f \\ c+g & d+h \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e & f & g \\ h & i & j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ae+bh & af+bi & ag+bj \\ ce+dh & cf+di & cg+dj \end{pmatrix}$$

Perkalian skalar, yaitu perkalian suatu bilangan dengan matriks.

$$k \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ka & kb \\ kc & kd \end{pmatrix}, \text{ k adalah konstanta}$$

## C. Transpose Matriks

Matriks A transpose ( $A^t$ ) adalah sebuah matriks yang disusun dengan cara menuliskan baris ke-i matriks A menjadi kolom ke-i matriks  $A^t$ .

Secara umum ditulis:

$$\text{Jika } A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \text{ maka transpose matriks A adalah } A^t = \begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix}.$$

### SIFAT-SIFAT MATRIKS TRANSPOSE

1.  $(A^t)^t = A$
2.  $(A + B)^t = A^t + B^t$
3.  $(AB)^t = B^t A^t$
4.  $k(A^t) = (kA)^t$

## D. Determinan dan Invers Matriks

Jika  $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$  maka determinan matriks A ( $\text{Det}(A)$ ) adalah  $|A| = ad - bc$ .

Jika  $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$  maka invers matriks A adalah  $A^{-1} = \frac{1}{|A|} \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}$  atau  $A^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}$

Jika matriks A mempunyai  $\text{Det}(A) = 0$ , maka matriks A merupakan matriks singular.

Jika matriks A mempunyai  $\text{Det}(A) \neq 0$ , maka matriks A merupakan matriks nonsingular.

### SIFAT-SIFAT MATRIKS PADA INVERS MATRIKS

1.  $AA^{-1} = A^{-1}A = I$  ( $I$  adalah matriks identitas,  $I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ )
2.  $(AB)^{-1} = B^{-1}A^{-1}$

Penggunaan Invers matriks pada operasi hitung matriks.

Jika diberikan suatu matriks A, B, dan X, maka diperoleh hubungan berikut.

1. Jika  $AX = B$ , maka penyelesaiannya  $X = A^{-1}B$ .
2. Jika  $XA = B$ , maka penyelesaiannya  $X = BA^{-1}$ .

## Soal Bahas Matriks

1. Nilai dari  $2x - y$  dari persamaan matriks

$$\begin{pmatrix} 5 & 3x \\ y-1 & 2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 7 & 1-2y \\ 2x & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 2 \\ -4 & 8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

adalah ....

- A. -7                                      D. 7  
B. -1                                        E. 8  
C. 1

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

$$\begin{pmatrix} 5 & 3x \\ y-1 & 2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 7 & 1-2y \\ 2x & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 2 \\ -4 & 8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -2 & 3x+2y-1 \\ y-2x-1 & -4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0-2 & 18+2 \\ 0-8 & -12+8 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -2 & 3x+2y-1 \\ y-2x-1 & -4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 20 \\ -8 & -4 \end{pmatrix}$$

Diperoleh persamaan:

$$3x + 2y - 1 = 20 \rightarrow 3x + 2y = 21 \dots(1)$$

$$y - 2x - 1 = -8 \rightarrow -2x + y = -7 \dots(2)$$

Substitusi y

$$3x + 2y = 21 \quad | \times 1 | \quad 3x + 2y = 21$$

$$-2x + y = -7 \quad | \times 2 | \quad \underline{-4x + 2y = -14} -$$

$$7x = 35$$

$$x = 5$$

Substitusikan  $x = 5$  ke persamaan (1)

$$3(5) + 2y = 21$$

$$15 + 2y = 21$$

$$2y = 6$$

$$y = 3$$

$$2x - y = 2(5) - 3 = 10 - 3 = 7$$

Jadi,  $2x - y = 7$ .

2. Diketahui matriks  $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$ ,

$$B = \begin{pmatrix} -4 & 1 \\ -2 & 0 \end{pmatrix}, \text{ dan } C = AB.$$

Jika matriks  $C^{-1}$  adalah invers dari matriks C, matriks  $C^{-1}$  adalah ....

A.  $-\frac{1}{14} \begin{pmatrix} 14 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$       D.  $-\frac{1}{14} \begin{pmatrix} 14 & 2 \\ 8 & 1 \end{pmatrix}$

B.  $-\frac{1}{14} \begin{pmatrix} 14 & 2 \\ 16 & 1 \end{pmatrix}$       E.  $-\frac{1}{14} \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 14 \end{pmatrix}$

C.  $-\frac{1}{14} \begin{pmatrix} 14 & -2 \\ 12 & -1 \end{pmatrix}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

$$C = AB$$

$$= \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -4 & 1 \\ -2 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -8-6 & 2+0 \\ 4-4 & -1+0 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -14 & 2 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$C^{-1} = \frac{1}{(-14)(-1) - 0(2)} \begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 0 & -14 \end{pmatrix}$$

$$= \frac{1}{14} \begin{pmatrix} -1 & -2 \\ 0 & -14 \end{pmatrix}$$

$$= -\frac{1}{14} \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 14 \end{pmatrix}$$



3. Diketahui  $P = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ ,  $Q = \begin{pmatrix} -3 & -2 \\ -4 & 1 \end{pmatrix}$ , dan

$$R = \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Determinan dari  $2P + Q - 2R$  adalah ....

- A. -41                      D. 17  
B. -31                      E. 41  
C. -17

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

$$\begin{aligned} 2P + Q - 2R &= 2 \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -3 & -2 \\ -4 & 1 \end{pmatrix} - 2 \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -3 & -2 \\ -4 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -4 & 6 \\ -2 & 4 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 5 & -6 \\ -2 & -1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Det}(2P + Q - 2R) &= \begin{vmatrix} 5 & -6 \\ -2 & -1 \end{vmatrix} \\ &= 5 \cdot (-1) - (-2) \cdot (-6) \\ &= -5 - 12 \\ &= -17 \end{aligned}$$

4. Diketahui matriks  $A = \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ 4 & x+2 \end{pmatrix}$ ,

$$B = \begin{pmatrix} -6 & 0 \\ 3y-2 & -9 \end{pmatrix} \text{ dan } C = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ -6 & 3 \end{pmatrix}.$$

Jika  $2A - B = C^T$  dengan  $C^T$  adalah transpose matriks  $C$ , nilai  $x + y = \dots$

- A. -8                      D. 3  
B. -2                      E. 5  
C. -1

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

$$\begin{aligned} 2A - B &= C^T \\ 2 \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ 4 & x+2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -6 & 0 \\ 3y-2 & -9 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} -2 & -6 \\ 8 & 2x+4 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -6 & 0 \\ 3y-2 & -9 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 10-3y & 2x+13 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 4 & -6 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Diperoleh persamaan:

$$2x + 13 = 3 \text{ maka } 2x = -10 \Leftrightarrow x = -5$$

$$10 - 3y = 1 \text{ maka } 3y = 9 \Leftrightarrow y = 3$$

$$\text{Jadi, } x + y = -5 + 3 = -2.$$

5. Diketahui matriks  $P = \begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 2 & -5 \end{pmatrix}$ ,

$$Q = \begin{pmatrix} -1 & 3 \\ -4 & 6 \end{pmatrix}, R = \begin{pmatrix} 4 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \text{ dan matriks}$$

$X$  berordo 2.  $Q^T$  adalah transpose matriks  $Q$ . Jika  $PX = Q - 2R^T$ , maka matriks  $X$  adalah ....

- A.  $\begin{pmatrix} 45 & -27 \\ 18 & -10 \end{pmatrix}$                       D.  $\begin{pmatrix} 45 & 18 \\ -27 & -10 \end{pmatrix}$   
B.  $\begin{pmatrix} -45 & -27 \\ 18 & 10 \end{pmatrix}$                       E.  $\begin{pmatrix} -45 & 27 \\ -18 & 10 \end{pmatrix}$   
C.  $\begin{pmatrix} -45 & 18 \\ -27 & 10 \end{pmatrix}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

$$PX = Q - 2R^T$$

$$\begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 2 & -5 \end{pmatrix} X = \begin{pmatrix} -1 & 3 \\ -4 & 6 \end{pmatrix} - 2 \begin{pmatrix} 4 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 2 & -5 \end{pmatrix} X = \begin{pmatrix} -1 & 3 \\ -4 & 6 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 8 & 0 \\ -4 & 2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 2 & -5 \end{pmatrix} X = \begin{pmatrix} -9 & 3 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 2 & -5 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -9 & 3 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$$

$$= \frac{1}{(-1)(-5) - (2)(3)} \begin{pmatrix} -5 & -3 \\ -2 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -9 & 3 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$$

$$= \frac{1}{5-6} \begin{pmatrix} -5 & -3 \\ -2 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -9 & 3 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$$

$$= -1 \begin{pmatrix} 45+0 & -15-12 \\ 18+0 & -6-4 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -45 & 27 \\ -18 & 10 \end{pmatrix}$$

BAB  
7

## BARISAN DAN DERET

## A. Barisan dan Deret Aritmatika

Barisan bilangan adalah sekelompok bilangan yang membentuk pola tertentu. Barisan aritmatika adalah barisan bilangan yang mempunyai beda setiap bilangan berurutan selalu sama. Barisan bilangan aritmatika dituliskan:

$$\begin{array}{ccccccc} U_1 & U_2 & U_3 & U_4 & \dots & U_n \\ a & a + b & a + 2b & a + 3b & & a + (n - 1)b \end{array}$$

Rumus suku ke- $n$  ( $U_n$ ) barisan aritmatika:

$$U_n = a + (n - 1)b$$

$a$  = suku pertama

$b$  = beda/selisih

$n$  = banyak suku

Rumus jumlah  $n$  suku pertama ( $S_n$ ) deret aritmatika:

$$S_n = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + \dots + U_n$$

$$a \quad a + b \quad a + 2b \quad a + 3b \quad \dots \quad a + (n - 1)b$$

$$S_n = \frac{n}{2} (2a + (n - 1)b)$$

atau

$$S_n = \frac{n}{2} (a + U_n)$$

Rumus suku ke- $n$  jika diketahui rumus deretnya sebagai berikut.

$$U_n = S_n - S_{n-1}$$

## B. Barisan dan Deret Geometri

Barisan geometri adalah barisan bilangan yang mempunyai pola setiap barisan bilangan mempunyai rasio/perbandingan yang sama. Barisan bilangan geometri dituliskan:

$$\begin{array}{ccccccc} U_1 & U_2 & U_3 & U_4 & \dots & U_n \\ a & ar & ar^2 & ar^3 & & ar^{n-1} \end{array}$$

Rumus suku ke- $n$  ( $U_n$ ) barisan geometri:

$$U_n = ar^{n-1}$$

$a$  = suku pertama

$$r = \text{rasio} = \frac{U_n}{U_{n-1}}$$

Rumus jumlah  $n$  suku pertama ( $S_n$ ) deret geometri:

$$S_n = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + \dots + U_n$$

$$= a + ar + ar^2 + ar^3 + \dots + ar^{n-1}$$

$$S_n = \frac{a(r^n - 1)}{r - 1}, r > 1$$

atau

$$S_n = \frac{a(1 - r^n)}{1 - r}, r < 1$$

Rumus suku ke- $n$  jika diketahui rumus deretnya ( $S_n$ ) sebagai berikut.

$$U_n = S_n - S_{n-1}$$

## C. Barisan Geometri Tak Hingga

Jika suatu deret geometri mempunyai suku awal  $a$  dan rasio  $r$ , dengan  $-1 < r < 1$ , maka jumlah deret geometri tak hingga dirumuskan dengan:

$$S_\infty = \frac{a}{1 - r}$$

### Soal Bahas Barisan dan Deret

1. Diketahui barisan geometri dengan suku ke-5 adalah 16 dan suku ke-8 adalah 128. Suku ke-12 adalah ....

- A. 256                      D. 3.164  
B. 1.024                    E. 4.096  
C. 2.048

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Suku ke- $n$  barisan geometri:  $U_n = ar^{n-1}$

$$U_5 = 16 \Rightarrow ar^4 = 16 \dots (1)$$

$$U_8 = 128 \Rightarrow ar^7 = 128 \dots (2)$$

$$\frac{U_8}{U_5} = \frac{ar^7}{ar^4} = \frac{128}{16} \Rightarrow r^3 = 8 \Rightarrow r = 2$$

Substitusikan  $r = 2$  ke persamaan (1).

$$ar^4 = 16$$

$$a \cdot 2^4 = 16$$

$$a = 1$$

$$U_{12} = ar^{11} = 1 \times 2^{11} = 2.048$$

Jadi, suku ke-12 adalah 2.048.

2. Adit menabung setiap bulan di sebuah bank. Pada bulan pertama Adit menabung sebesar Rp80.000,00 dan pada bulan-bulan berikutnya uang yang ditabung selalu Rp5.000,00 lebih besar daripada uang yang ditabung pada bulan sebelumnya. Jumlah uang tabungan Adit selama satu tahun adalah ....

- A. Rp1.015.000,00  
B. Rp1.150.000,00  
C. Rp1.290.000,00  
D. Rp1.320.000,00  
E. Rp1.340.000,00

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Permasalahan deret aritmetika dengan suku awal ( $a$ ) = Rp80.000,00, beda ( $b$ ) = Rp5.000,00 dan  $n = 12$ . Jumlah tabungan Adit selama 1 tahun

$$S_n = \frac{n}{2}(2a + (n - 1)b)$$

$$S_{12} = \frac{12}{2}(2 \times 80.000 + (12 - 1) \times 5.000)$$

$$= 6 \times (160.000 + 55.000)$$

$$= 6 \times 215.000$$

$$= 1.290.000$$

Jadi, jumlah tabungan Adit selama satu tahun adalah Rp1.290.000,00.

3. Diketahui barisan geometri  $u_n$  dengan

$$u_3 + u_4 = 9(u_1 + u_2) \text{ dan } u_1 u_4 = 18u_2.$$

Jumlah 4 suku pertama yang mungkin adalah ....

- A. 66                                  D. 80  
B. 72                                  E. 88  
C. 78

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

$$u_3 + u_4 = 9(u_1 + u_2)$$

$$ar^2 + ar^3 = 9(a + ar)$$

$$ar^2(1 + r) = 9a(1 + ar)$$

$$r^2 = 9$$

$$r = \pm 3$$

$$u_1 u_4 = 18u_2$$

$$a(ar^3) = 18ar$$

$$ar^2 = 18$$

$$a(\pm 3)^2 = 18$$

$$a = 2$$

Untuk  $a = 2$  dan  $r = 3$  maka

$$S_4 = \frac{a(r^n - 1)}{r - 1} = \frac{2(3^4 - 1)}{3 - 1} = 80$$

Untuk  $a = 2$  dan  $r = -3$  maka

$$S_4 = \frac{a(r^n - 1)}{r - 1} = \frac{2((-3)^4 - 1)}{-3 - 1} = -40$$

4. Sebuah deret aritmetika mempunyai  $n$  buah suku. Jumlah suku ke-3 dan suku ke-7 sama dengan 22, sedangkan jumlah suku ke-5 dan suku ke-9 sama dengan 30. Jika jumlah deret tersebut 440, nilai  $n$  yang memenuhi adalah ....

- A. 15                                  D. 28  
B. 20                                  E. 30  
C. 24

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

$$U_3 + U_7 = 22$$

$$\Leftrightarrow a + 2b + a + 6b = 22$$

$$\Leftrightarrow 2a + 8b = 22 \quad \dots(1)$$

$$U_5 + U_9 = 30$$

$$\Leftrightarrow a + 4b + a + 8b = 30$$

$$\Leftrightarrow 2a + 12b = 30 \quad \dots(2)$$

Eliminasi  $a$  dari persamaan (1) dan (2).

$$2a + 12b = 30$$

$$\underline{2a + 8b = 22 -}$$

$$4b = 8 \Leftrightarrow b = 2$$

Substitusikan  $b = 2$  ke dalam persamaan (1).

$$2a + 8b = 22$$

$$2a + 8(2) = 22$$

$$2a + 16 = 22$$

$$2a = 6$$

$$a = 3$$

Diperoleh  $a = 3$  dan  $b = 2$ .

Jumlah deret sama dengan 440, diperoleh:

$$S_n = 440$$

$$\frac{n}{2}(2a + (n - 1)b) = 440$$

$$\frac{n}{2}(6 + (n - 1)2) = 440$$

$$n(3 + n - 1) = 440$$

$$n(n + 2) = 440$$

$$n(n + 2) = 20 \times 22$$

$$\text{Diperoleh } n = 20.$$

5. Diketahui deret aritmatika dengan  $U_2 + U_{15} + U_{40} = 210$ . Suku ke-19 adalah

....

- A. 30                                  D. 70  
B. 50                                  E. 90  
C. 60

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Barisan aritmetika:  $U_n = a + (n - 1)b$

$$U_2 + U_{15} + U_{40} = 210$$

$$(a + b) + (a + 14b) + (a + 39b) = 210$$

$$(3a + 54b) = 210$$

$$(a + 18b) = 70$$

$$U_{19} = 70$$

Jadi, suku ke-19 adalah 70.

BAB  
8

LIMIT FUNGSI

A. Pengertian Limit

Diketahui suatu fungsi  $f(x)$  dan nilai  $x = a$ . Nilai limit di  $x = a$  diartikan sebagai suatu nilai  $f(x)$  untuk nilai  $x$  mendekati  $a$ , dituliskan  $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ .

1. Menentukan Nilai Limit Fungsi

- a. Jika  $f(a)$  terdefinisi, nilai  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$ .
- b. Jika  $f(a) = \frac{0}{0}$  (Tak tentu) dengan  $f(x) = \frac{g(x)}{h(x)}$  maka menentukan nilai limitnya dengan cara berikut.
  - 1) Memfaktorkan pembilang ( $g(x)$ ) dan penyebut ( $h(x)$ ) dengan faktor  $(x - a)$  sehingga fungsi  $f(x)$  dapat disederhanakan menjadi fungsi baru.
  - 2) Mengalikan pembilang dan penyebut dengan sekawannya apabila fungsi tersebut terdapat bentuk akar, kemudian disederhanakan.
  - 3) Menentukan turunan pembilang dan penyebut sehingga diperoleh nilai tertentu (tidak  $\frac{0}{0}$ ). Jika  $g(x)$  dan  $h(x)$  mempunyai turunan  $g'(x)$  dan  $h'(x)$ , maka

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{g(x)}{h(x)} = \lim_{x \rightarrow a} \frac{g'(x)}{h'(x)} = \frac{g'(a)}{h'(a)}$$

2. Nilai Limit Di Tak Hingga

Nilai dasar nilai limit fungsi di tak hingga sebagai berikut:

- a.  $\lim_{x \rightarrow \infty} a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_0 = \infty$ ,  $n$  bilangan bulat positif.
- b.  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^n} = 0$ ,  $n$  bilangan bulat positif.
- c. Jika diketahui  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_0}{b_m x^m + b_{m-1} x^{m-1} + b_{m-2} x^{m-2} + \dots + b_0}$ , maka mempunyai tiga kemungkinan nilai limit.

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \begin{cases} \infty & \text{jika } n > m \\ \frac{a_n}{b_m} & \text{jika } n = m \\ 0 & \text{jika } n < m \end{cases}$$

- d. Jika  $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{f(x)} - \sqrt{g(x)})$  dengan substitusi langsung memperoleh hasil  $\infty - \infty$  (tak tentu), maka kalikan bentuk  $\sqrt{f(x)} - \sqrt{g(x)}$  dengan  $\frac{\sqrt{f(x)} + \sqrt{g(x)}}{\sqrt{f(x)} + \sqrt{g(x)}}$  sehingga dapat disederhanakan dan dapat diperoleh hasil yang tentu.

## B. Limit Fungsi Trigonometri

Beberapa rumus-rumus limit fungsi trigonometri. Rumus dasar trigonometri:  $\lim_{x \rightarrow 0} \sin x = 0$  dan  $\lim_{x \rightarrow 0} \cos x = 1$ . Rumus-rumus yang lain:

- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$  atau  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\sin x} = 1$
- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan x}{x} = 1$  atau  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\tan x} = 1$
- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin ax}{bx} = \frac{a}{b}$  atau  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{ax}{\sin bx} = \frac{a}{b}$
- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan ax}{bx} = \frac{a}{b}$  atau  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{ax}{\tan bx} = \frac{a}{b}$

## Soal Bahas Limit Fungsi

1. Nilai dari  $\lim_{x \rightarrow \infty} (2x - \sqrt{4x^2 + x + 3}) = \dots$
- A.  $-\frac{1}{2}$                       D.  $\frac{1}{4}$   
 B.  $-\frac{1}{4}$                       E.  $\frac{1}{2}$   
 C. 0

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

$$\begin{aligned}
 & \lim_{x \rightarrow \infty} (2x - \sqrt{4x^2 + x + 3}) \\
 &= \lim_{x \rightarrow \infty} (2x - \sqrt{4x^2 + x + 3}) \times \frac{(2x + \sqrt{4x^2 + x + 3})}{(2x + \sqrt{4x^2 + x + 3})} \\
 &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(4x^2 - (4x^2 + x + 3))}{(2x + \sqrt{4x^2 + x + 3})} \\
 &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{-x - 3}{(2x + \sqrt{4x^2 + x + 3})} \\
 &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{-x - 3}{(2x + \sqrt{4x^2 + x + 3})} \times \frac{\frac{1}{x}}{\frac{1}{x}} \\
 &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{-1 - \frac{3}{x}}{2 + \sqrt{4 + \frac{1}{x} + \frac{3}{x^2}}} \\
 &= \frac{-1}{2 + \sqrt{4}} \\
 &= -\frac{1}{4}
 \end{aligned}$$

2. Diketahui  $m$  adalah sisa pembagian polinomial  $h(x) = x^3 - x^2 + 2x + 2$  oleh  $x - 1$ . Nilai  $k$  yang memenuhi

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{mx^3 - kx + 5}{kx^3 + 3x^2 - 7} - k \right) = 0 \text{ adalah ...}$$

- A.  $-1$  D.  $1$   
 B.  $0$  E.  $2$   
 C.  $\frac{1}{2}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

$$\begin{array}{r|rrrr} 1 & 1 & -1 & 2 & 2 \\ & & 1 & 0 & 2 \\ \hline & 1 & 0 & 2 & 4 \end{array} \rightarrow \text{sisa} = m$$

sehingga

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{mx^3 - kx + 5}{kx^3 + 3x^2 - 7} - k \right) = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{(mx^3 - kx + 5) - k(kx^3 + 3x^2 - 7)}{kx^3 + 3x^2 - 7} \right) = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(m - k^2)x^3 - 3kx^2 - kx + 12}{kx^3 + 3x^2 - 7} = 0$$

$$\frac{m - k^2}{k} = 0$$

$$m - k^2 = 0$$

$$4 - k^2 = 0$$

$$k^2 = 4$$

$$k = \pm 2$$

3. Nilai  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - x^2 + 3x - 3}{x^2 + 3x - 4} = \dots$

- A.  $-\frac{3}{4}$  D.  $\frac{3}{4}$   
 B.  $-\frac{3}{5}$  E.  $\frac{4}{5}$   
 C.  $\frac{1}{3}$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - x^2 + 3x - 3}{x^2 + 3x - 4} &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x-1)(x^2+3)}{(x-1)(x+4)} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x^2+3)}{(x+4)} \\ &= \frac{1+3}{1+4} \\ &= \frac{4}{5} \end{aligned}$$

4. Nilai dari  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 + 3x - 4}{\sqrt{3x + 1} - 2}$  adalah ....

- A.  $\frac{14}{3}$  D.  $\frac{20}{3}$   
 B.  $\frac{17}{3}$  E.  $\frac{27}{3}$   
 C.  $\frac{19}{3}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 + 3x - 4}{\sqrt{3x + 1} - 2} &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 + 3x - 4}{\sqrt{3x + 1} - 2} \times \frac{\sqrt{3x + 1} + 2}{\sqrt{3x + 1} + 2} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x+4)(x-1)(\sqrt{3x+1}-2)}{(3x+1)-4} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x+4)(x-1)(\sqrt{3x+1}+2)}{3x-3} \\ &= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x+4)(\sqrt{3x+1}+2)}{3} \\ &= \frac{(1+4)(\sqrt{3(1)+1}+2)}{3} \\ &= \frac{(5)(4)}{3} \\ &= \frac{20}{3} \end{aligned}$$

5. Nilai dari  $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{\sqrt{7-x}-3}{\sqrt{x+6}-2}$  adalah ....

- A.  $\frac{2}{3}$  D.  $-\frac{4}{9}$   
 B.  $\frac{5}{9}$  E.  $-\frac{2}{3}$   
 C.  $\frac{4}{9}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow -2} \frac{\sqrt{7-x}-3}{\sqrt{x+6}-2} \\ &= \lim_{x \rightarrow -2} \frac{\sqrt{7-x}-3}{\sqrt{x+6}-2} \times \frac{\sqrt{x+6}+2}{\sqrt{x+6}+2} \times \left( \frac{\sqrt{7-x}+3}{\sqrt{7-x}+3} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow -2} \frac{(7-x)-9}{(x+6)-4} \times \frac{\sqrt{x+6}+2}{1} \times \frac{1}{\sqrt{7-x}+3} \\ &= \lim_{x \rightarrow -2} \frac{-(x+2)}{(x+2)} \times \frac{\sqrt{x+6}+2}{1} \times \frac{1}{\sqrt{7-x}+3} \\ &= \lim_{x \rightarrow -2} -\frac{\sqrt{x+6}+2}{\sqrt{7-x}+3} \\ &= \lim_{x \rightarrow -2} -\frac{\sqrt{-2+6}+2}{\sqrt{7-(-2)}+3} \\ &= -\frac{\sqrt{4}+2}{\sqrt{9}+3} \\ &= -\frac{4}{9} \end{aligned}$$



BAB  
9

# TURUNAN FUNGSI

## A. Definisi Turunan Fungsi

Turunan fungsi  $f(x)$  didefinisikan  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$  dengan syarat nilai limit ini ada.

Penulisan turunan fungsi antara lain  $f'(x)$ ,  $y'$  atau  $\frac{dy}{dx}$ .

## B. Turunan Fungsi Aljabar

Rumus dasar turunan fungsi bentuk aljabar:

1.  $y = c$ , maka  $y' = f'(x) = 0$
2.  $y = x^n \rightarrow f'(x) = nx^{n-1}$
3.  $y = ax^n \rightarrow f'(x) = anx^{n-1}$

## C. Sifat-Sifat Turunan Fungsi

Jika diketahui suatu  $u = u(x)$  dan  $v = v(x)$  serta masing-masing mempunyai turunan  $u'$  dan  $v'$ , maka berlaku:

1.  $f(x) = u + v \Rightarrow f'(x) = u' + v'$
2.  $f(x) = u - v \Rightarrow f'(x) = u' - v'$
3.  $f(x) = ku \Rightarrow f'(x) = ku'$
4.  $f(x) = uv \Rightarrow f'(x) = u'v + uv'$
5.  $f(x) = \frac{u}{v} \Rightarrow f'(x) = \frac{u'v - uv'}{v^2}$
6.  $f(x) = f(u) \Rightarrow f'(x) = f'(u) \cdot u'$

## D. Penggunaan Turunan Fungsi

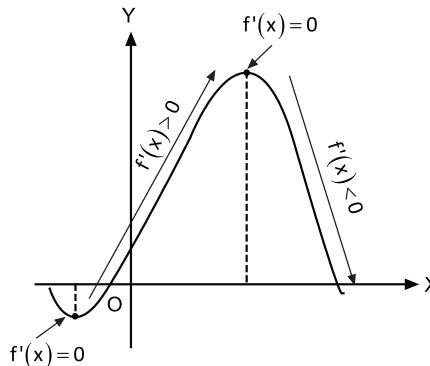
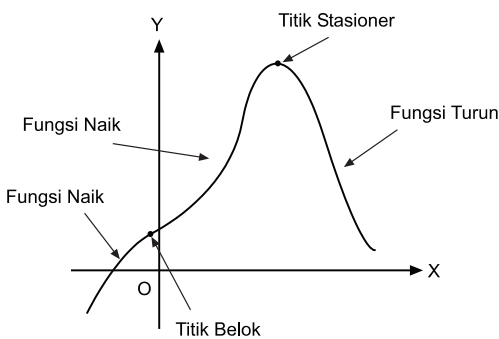
### 1. Menentukan Persamaan Garis Singgung

Gradien garis singgung kurva  $y = f(x)$  di titik  $P(a, b)$  adalah  $m = f'(a)$ .

Persamaan garis singgung kurva  $y = f(x)$  di titik  $(a, b)$  adalah  $y - b = f'(a)(x - a)$ .

## 2. Fungsi Naik, Fungsi Turun, Titik Stasioner, dan Titik Belok

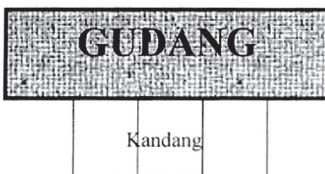
Jika diketahui fungsi  $y = f(x)$ , kedudukan kurva naik, turun, atau stasioner digambarkan sebagai berikut.



- Fungsi  $y = f(x)$  naik terjadi pada saat  $f'(x) > 0$ .
- Fungsi  $y = f(x)$  turun terjadi pada saat  $f'(x) < 0$ .
- Fungsi  $y = f(x)$  stasioner (tidak naik dan tidak turun) terjadi pada saat  $f'(x) = 0$ .
- Fungsi  $y = f(x)$  dapat ditentukan titik belok dengan cara menentukan nilai  $x$  sedemikian hingga  $f''(x) = 0$ . ( $f''(x)$  adalah turunan kedua dari  $f(x)$ ).

### Soal Bahas Turunan Fungsi

- Seorang petani mempunyai kawat sepanjang 80 meter yang direncanakan untuk memagari kandang berbentuk tiga buah persegi panjang berdempet yang identik seperti gambar di bawah ini (sisi disepanjang gudang tidak menggunakan kawat).



Luas maksimum kandang adalah ... m<sup>2</sup>.

- 360
- 400
- 420
- 450
- 480

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Misalkan: ukuran kandang seperti berikut.



Panjang kawat 80 m, maka:

$$3x + 4y = 80 \Leftrightarrow 3x = 80 - 4y$$

$$\text{Luas kandang} = 3x \cdot y$$

$$L(y) = (80 - 4y)y = 80y - 4y^2$$

$$\text{Luas akan maksimum saat } L'(y) = 0$$

$$L'(y) = 0$$

$$80 - 8y = 0$$

$$8y = 80$$

$$y = 10$$

Sehingga luasnya diperoleh

$$L = (80 - 4(10)) = 40 \times 10 = 400$$

Jadi, luas kandang maksimum adalah 400 m<sup>2</sup>.

2. Diketahui fungsi  $g(x) = \frac{1}{3}x^3 - A^2x + 1$ ,

A = konstanta. Jika  $f(x) = g(2x - 1)$  dan f naik pada  $x < 0$  atau  $x > 1$ , nilai maksimum relatif g adalah ....

- A.  $\frac{7}{3}$
- B.  $\frac{5}{3}$
- C.  $\frac{1}{3}$
- D.  $-\frac{1}{3}$
- E.  $-\frac{5}{3}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

$$g(x) = \frac{1}{3}x^3 - A^2x + 1$$

$$f(x) = g(2x - 1) = \frac{1}{3}(2x - 1)^3 - A^2(2x - 1) + 1$$

$$f'(x) = \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot 2(2x - 1)^2 - 2A^2 = 2(2x + 1)^2 - 2A^2$$

f naik pada  $x < 0$  atau  $x > 1$  dapat diartikan titik stasioner f adalah  $x = 0$  atau  $x = 1$  sehingga  $f'(0) = 0$  atau  $f'(1) = 0$ .

$$\begin{aligned} f'(0) &= 0 \\ 2(2(0) + 1)^2 - 2A^2 &= 0 \\ 2 - 2A^2 &= 0 \\ 2A^2 &= 2 \\ A &= 1 \end{aligned}$$

$$g(x) = \frac{1}{3}x^3 - A^2x + 1 = \frac{1}{3}x^3 - x + 1$$

maka  $g'(x) = x^2 - 1$  dan  $g''(x) = 2x$

Titik stasioner fungsi g:

$$g'(x) = 0$$

$$x^2 - 1 = 0$$

$$x = 1 \text{ atau } x = -1$$

g mencapai maksimum untuk  $g'' < 0$ .

$$\text{Untuk } x = 1 \text{ maka } g''(1) = 2 > 0$$

(minimum)

$$\text{Untuk } x = -1 \text{ maka } g''(-1) = -2 < 0$$

(maksimum)

Maksimum dicapai oleh  $x = -1$

$$g(-1) = \frac{1}{3}(-1)^3 - 1 + 1 = -\frac{1}{3}$$

Jadi, nilai maksimum relatif adalah  $-\frac{1}{3}$ .

3. Turunan pertama dari fungsi

$$f(x) = \frac{3x^2 - 4x}{4x - 1} \text{ adalah } f'(x) = \dots$$

- A.  $\frac{12x^2 - 6x - 4}{(4x - 1)^2}$
- B.  $\frac{12x^2 - 6x + 2}{(4x - 1)^2}$
- C.  $\frac{12x^2 + 6x + 4}{(4x - 1)^2}$
- D.  $\frac{12x^2 - 6x + 4}{(4x - 1)^2}$
- E.  $\frac{12x^2 - 38x + 4}{(4x - 1)^2}$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

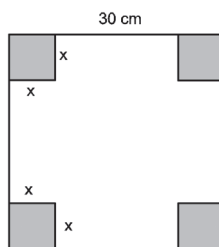
$$u = 3x^2 - 4x \rightarrow u' = 6x - 4$$

$$v = 4x - 1 \rightarrow v' = 4$$

$$f(x) = \frac{u}{v}$$

$$\begin{aligned} f'(x) &= \frac{u'v - uv'}{v^2} \\ &= \frac{(6x - 4)(4x - 1) - (3x^2 - 4x)(4)}{(4x - 1)^2} \\ &= \frac{(24x^2 - 6x - 16x + 4) - (12x^2 - 16x)}{(4x - 1)^2} \\ &= \frac{12x^2 - 6x + 4}{(4x - 1)^2} \end{aligned}$$

4. Dari selembar karton berbentuk persegi yang berukuran sisi 30 cm akan dibuat kotak tanpa tutup dengan cara menggunting empat persegi di setiap pojok karton seperti gambar.



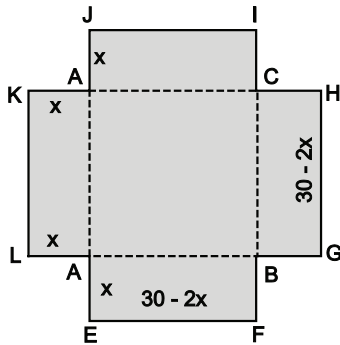
Volume kotak terbesar yang dapat dibuat adalah ....

- A. 2.000 cm<sup>3</sup>
- B. 3.000 cm<sup>3</sup>
- C. 4.000 cm<sup>3</sup>
- D. 5.000 cm<sup>3</sup>
- E. 6.000 cm<sup>3</sup>

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Berdasarkan ukuran tersebut dapat diperoleh jaring-jaring kotak tanpa tutup seperti berikut.



Volume kotak = luas alas  $\times$  tinggi

$$\begin{aligned} V(x) &= (AB \times BC) \times AE \\ &= (30 - 2x)(30 - 2x)x \\ &= 900x - 120x^2 + 4x^3 \end{aligned}$$

Volume akan maksimum jika  $V'(x) = 0$ .

$$\begin{aligned} V'(x) &= 0 \\ 900 - 240x + 12x^2 &= 0 \\ 75 - 20x + x^2 &= 0 \\ x^2 - 20x + 75 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (x - 5)(x - 15) &= 0 \\ x = 5 \text{ atau } x = 15 \end{aligned}$$

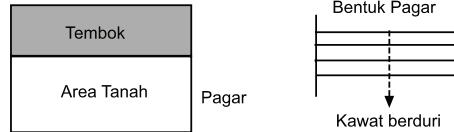
Yang memenuhi adalah  $x = 5$ , karena untuk  $x = 15$ , maka kertas akan kepotong habis.

Menentukan volume:

$$\begin{aligned} V &= 900x - 120x^2 + 4x^3 \\ V &= 900(5) - 120(5)^2 + 4(5)^3 \\ &= 4.500 - 3.000 + 500 \\ &= 2.000 \end{aligned}$$

Jadi, volume maksimum kotak adalah  $2.000 \text{ cm}^3$ .

5. Perhatikan gambar berikut!



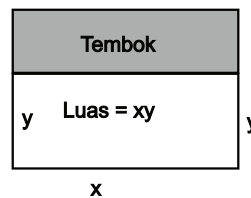
Sebidang tanah akan dibatasi oleh pagar dengan menggunakan kawat berduri seperti pada gambar di atas. Batas tanah yang dibatasi pagar adalah yang tidak bertembok. Kawat yang tersedia adalah 800 meter. Berapakah luas maksimum yang dapat dibatasi oleh pagar tersebut?

- A.  $80.000 \text{ m}^2$
- B.  $40.000 \text{ m}^2$
- C.  $20.000 \text{ m}^2$
- D.  $5.000 \text{ m}^2$
- E.  $2.500 \text{ m}^2$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Karena kawat bersusun atas 4, maka setiap satu batang lingkaran kawat membutuhkan  $800 : 4 = 200$  meter. Perhatikan sketsa berikut!



Misalkan: panjang pagar =  $x$  dan lebar pagar =  $y$   
Keliling pagar kawat =  $y + x + y = 200$   
atau  $x + 2y = 200$

$$\text{Sehingga } y = 100 - \frac{1}{2}x$$

$$\text{Luas} = L(x) = xy = x(100 - \frac{1}{2}x) = 100x - \frac{1}{2}x^2$$

Luas akan maksimum jika  $L'(x) = 0$ .

$$100 - x = 0$$

$$x = 100$$

Diperoleh luas maksimum

$$L(100) = 100(100) - \frac{1}{2}(100)^2$$

$$= 10.000 - 5.000$$

$$= 5.000$$

Jadi, luas maksimum adalah  $5.000 \text{ m}^2$ .

BAB  
10

# INTEGRAL FUNGSI ALJABAR

## A. Integral Tak Tentu Fungsi Aljabar

### 1. Definisi Integral

Jika  $F'(x) = f(x)$  maka:  $\int f(x) dx = F(x) + C$

$\int$  = lambang integral yang menyatakan operasi antidiferensial  
 $f(x)$  = fungsi integral, yaitu fungsi yang dicari antiturunannya  
 $C$  = konstanta

### 2. Rumus integral tak tentu fungsi aljabar

a.  $\int k dx = kx + C$ , dengan  $k$  adalah konstanta

b.  $\int x^n dx = \frac{1}{n+1}x^{n+1} + C$

c.  $\int kx^n dx = \frac{k}{n+1}x^{n+1} + C$

### 3. Sifat-sifat dalam pengintegralan

a.  $\int k \cdot f(x) dx = k \int f(x) dx$

b.  $\int (f(x) + g(x)) dx = \int f(x) dx + \int g(x) dx$

c.  $\int (f(x) - g(x)) dx = \int f(x) dx - \int g(x) dx$

d.  $\int u^n du = \frac{1}{n+1}u^{n+1} + C$ ,  $u$  adalah fungsi dalam  $x$  ( $u(x)$ )

e.  $\int u dv = uv - \int v du$

## B. Integral Tentu dan Sifat-Sifatnya

Jika diketahui  $\int f(x) dx = F(x) + C$ , maka integral tentu dapat didefinisikan:

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$

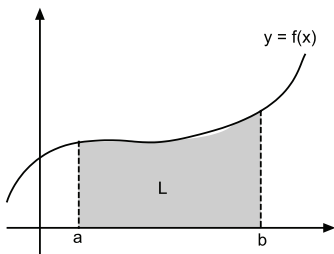
## SIFAT-SIFAT INTEGRAL TENTU

1.  $\int_a^b k \cdot f(x) dx = k \int_a^b f(x) dx$
2.  $\int_a^b (f(x) + g(x)) dx = \int_a^b f(x) dx + \int_a^b g(x) dx$
3.  $\int_a^b (f(x) - g(x)) dx = \int_a^b f(x) dx - \int_a^b g(x) dx$
4.  $\int_a^a f(x) dx = 0$
5.  $\int_a^b f(x) dx = -\int_b^a f(x) dx$
6.  $\int_a^b f(x) dx + \int_b^c f(x) dx = \int_a^c f(x) dx$

## C. Penerapan Integral dalam Luas dan Volume Benda Putar

### 1. Menentukan Luas Daerah

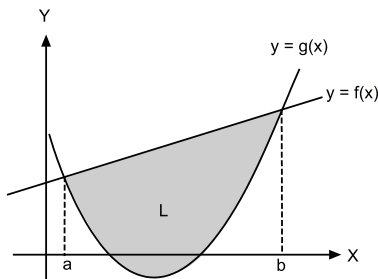
- a. Luas daerah yang dibatasi oleh kurva  $y = f(x)$ , Sumbu X, dan pada interval  $a \leq x \leq b$ .



$$L = \int_a^b f(x) dx \text{ (untuk kurva di atas sumbu X)}$$

$$L = -\int_a^b f(x) dx \text{ (untuk kurva di bawah sumbu X)}$$

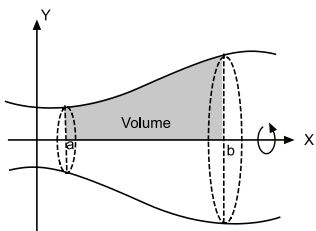
- b. Luas daerah yang dibatasi oleh kurva  $y = f(x)$  dan  $g(x)$  dan pada interval  $a \leq x \leq b$ .



$$L = \int_a^b (f(x) - g(x)) dx$$

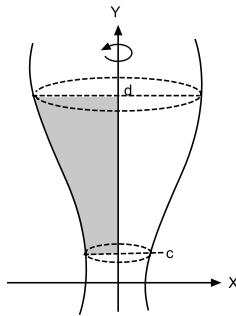
### 2. Menentukan Volume Benda Putar

- a. Volume benda putar yang dibatasi oleh kurva  $y = f(x)$ , Sumbu X, pada interval  $a \leq x \leq b$  dan diputar terhadap sumbu X.



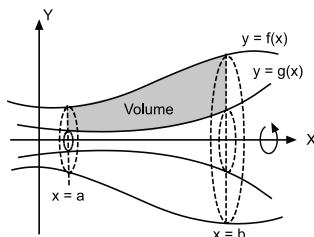
$$V = \pi \int_a^b (f(x))^2 dx$$

- b. Volume benda putar yang dibatasi oleh kurva  $x = f(y)$ , Sumbu Y, pada interval  $c \leq x \leq d$  dan diputar terhadap sumbu Y.



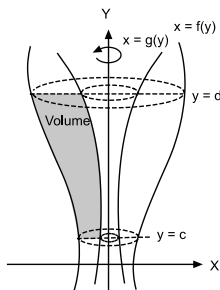
$$V = \pi \int_c^d (f(y))^2 dy$$

- c. Volume benda putar yang dibatasi oleh kurva  $y = f(x)$  dan  $y = g(x)$ , Sumbu X, pada interval  $a \leq x \leq b$  dan diputar terhadap sumbu X.



$$V = \pi \int_a^b ((f(x))^2 - (g(x))^2) dx$$

- d. Volume benda putar yang dibatasi oleh kurva  $x = f(y)$  dan  $x = g(y)$ , Sumbu Y, pada interval  $c \leq x \leq d$  dan diputar terhadap sumbu Y.



$$V = \pi \int_c^d ((f(y))^2 - (g(y))^2) dy$$

## Soal Bahas Integral Fungsi Aljabar

1. Nilai dari  $\int_2^4 (6x^2 - 6x - 1) dx = \dots$

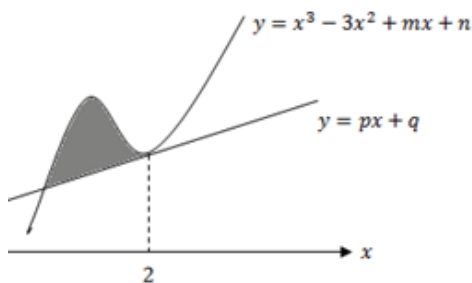
- A. 64                      D. 74  
 B. 68                      E. 76  
 C. 72

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

$$\begin{aligned} & \int_2^4 (6x^2 - 6x - 1) dx \\ &= \left[ 2x^3 - 3x^2 - x \right]_2^4 \\ &= \left[ 2(4)^3 - 3(4)^2 - 4 \right] - \left[ 2(2)^3 - 3(2)^2 - 2 \right] \\ &= \left[ 128 - 48 - 4 \right] - \left[ 16 - 12 - 2 \right] \\ &= 76 - 2 \\ &= 74 \end{aligned}$$

2. Perhatikan gambar berikut!



- A.  $\frac{15}{4}$  satuan luas  
 B.  $\frac{16}{4}$  satuan luas  
 C.  $\frac{17}{4}$  satuan luas  
 D.  $\frac{18}{4}$  satuan luas  
 E.  $\frac{19}{4}$  satuan luas

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

$$x^3 - 3x^2 + mx + n = px + q$$

$$x^3 - 3x^2 + (m-p)x + (n-q) = 0$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = -\frac{b}{a} = 3$$

$$x_1 + 2 + 2 = 3$$

$$x_1 = -1 \quad \dots \text{(i)}$$

$$x_1 x_2 x_3 = -\frac{d}{a}$$

$$(-1)(2)(2) = -(n-q)$$

$$4 = n - q \quad \dots \text{(ii)}$$

$$x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_2 x_3 = \frac{c}{a}$$

$$(-1)(2) + (-1)(2) + (2)(2) = m - p$$

$$-2 - 2 + 4 = m - p$$

$$0 = m - p \quad \dots \text{(iii)}$$

sehingga

$$\begin{aligned} L &= \int_{-1}^2 (x^3 - 3x^2 + (m-p)x + (n-q)) dx \\ &= \int_{-1}^2 (x^3 - 3x^2 + 0x + 4) dx \\ &= \left( \frac{1}{4}x^4 - \frac{3}{3}x^3 + 4x \right)_{-1}^2 \\ &= \left( \frac{1}{4} \cdot 2^4 - 2^3 + 4 \cdot 2 \right) - \left( \frac{1}{4}(-1)^4 - (-1)^3 + 4(-1) \right) \\ &= (4 - 8 + 8) - \left( \frac{1}{4} + 3 - 4 \right) \\ &= 4 + \frac{3}{4} \end{aligned}$$

3. Luas daerah yang dibatasi oleh kurva  $y = 4x - x^2$ ,  $y = x^2 - 6x$ , garis  $x = 0$ , dan  $x = 4$  adalah ... satuan luas.

- A.  $27\frac{2}{3}$                       D.  $47\frac{2}{3}$   
 B.  $32\frac{1}{3}$                       E.  $46\frac{1}{3}$   
 C.  $37\frac{1}{3}$

**Tipe Soal Aplikasi /Terapan**

**Jawaban: C**



Menentukan titik potong kedua kurva.

$$y_1 = y_2$$

$$4x - x^2 = x^2 - 6x$$

$$2x^2 - 10x = 0$$

$$2x(x - 5) = 0$$

$$x = 0 \text{ atau } x = 5$$

(interval  $x = 0$  dan  $x = 4$  terletak pada interval  $0 < x < 5$ )

Misalkan:  $y_2 = 4 - x^2$ ,  $y_1 = x^2 - 6x$ , garis  $x = 0$ , dan  $x = 4$

Luas daerah:

$$\begin{aligned} L &= \int_0^4 (y_2 - y_1) dx \\ &= \int_0^4 ((4x - x^2) - (x^2 - 6x)) dx \\ &= \int_0^4 (-2x^2 + 10x) dx \\ &= \left[ -\frac{2}{3}x^3 + 5x^2 \right]_0^4 \\ &= \left( -\frac{2}{3} \cdot 4^3 + 5 \cdot 4^2 \right) - \left( -\frac{2}{3} \cdot 0^3 + 5 \cdot 0^2 \right) \\ &= \left( -\frac{128}{3} + 80 \right) - (0 + 0) \\ &= \frac{112}{3} \\ &= 37\frac{1}{3} \end{aligned}$$

Jadi, luas daerahnya adalah  $37\frac{1}{3}$  satuan luas.

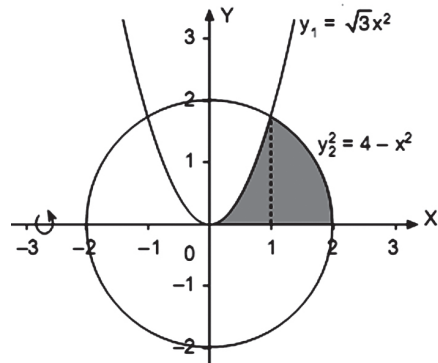
4. Volume benda putar yang terbentuk dari daerah di kuadran I yang dibatasi oleh kurva  $y = \sqrt{3}x^2$ , lingkaran  $x^2 + y^2 = 4$  dan sumbu X diputar mengelilingi sumbu X sejauh  $360^\circ$  adalah ... satuan volume.

- A.  $\frac{34}{15} \pi$                       D.  $\frac{7}{5} \pi$   
 B.  $\frac{107}{5} \pi$                       E.  $\frac{4}{5} \pi$   
 C.  $\frac{105}{5} \pi$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

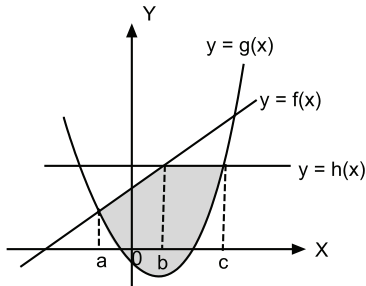
**Jawaban: A**

Kedua kurva digambarkan sebagai berikut



$$\begin{aligned} V &= \pi \left( \int_0^1 y_1^2 + \int_1^2 y_2^2 \right) dx \\ &= \pi \left( \int_0^1 (\sqrt{3}x^2)^2 + \int_1^2 (4 - x^2) \right) dx \\ &= \pi \left( \left[ \frac{3}{5}x^5 \right]_0^1 + \left[ 4x - \frac{1}{3}x^3 \right]_1^2 \right) \\ &= \pi \left( \left( \frac{3}{5} \cdot 1^5 - \frac{3}{5} \cdot 0^5 \right) + \left( 4 \cdot 2 - \frac{1}{3} \cdot 2^3 \right) - \left( 4 \cdot 1 - \frac{1}{3} \cdot 1^3 \right) \right) \\ &= \pi \left( \frac{3}{5} + \left( 8 - \frac{8}{3} \right) - \left( 4 - \frac{1}{3} \right) \right) \\ &= \pi \left( \frac{3}{5} + \left( 4 - \frac{7}{3} \right) \right) \\ &= \pi \left( \frac{9}{15} + \left( \frac{60}{15} - \frac{35}{15} \right) \right) \\ &= \frac{34}{15} \pi \text{ satuan volume} \end{aligned}$$

5. Perhatikan gambar berikut!



Luas daerah yang diarsir dapat dirumuskan ....

- A.  $\int_a^b (f(x) \, dx + \int_b^c h(x) \, dx - \int_a^c g(x) \, dx$
- B.  $\int_a^b (f(x) \, dx + \int_b^c h(x) \, dx + \int_a^c g(x) \, dx$
- C.  $\int_a^b (f(x) \, dx - \int_b^c h(x) \, dx + 2 \int_a^c g(x) \, dx$
- D.  $\int_a^b (f(x) \, dx + \int_b^c h(x) \, dx - 2 \int_a^c g(x) \, dx$
- E.  $\int_a^b (f(x) \, dx + \int_b^c h(x) \, dx - 2 \int_a^b g(x) \, dx$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Pada interval  $a \leq x \leq b$ , daerah dibatasi oleh kurva  $y = f(x)$  dan  $y = g(x)$ .

Pada interval  $b \leq x \leq c$ , daerah dibatasi oleh kurva  $y = h(x)$  dan  $y = g(x)$ .

Sehingga luas daerah yang diarsir sebagai berikut.

$$L = L_1 + L_2$$

$$\begin{aligned} &= \int_a^b (f(x) - g(x)) \, dx + \int_b^c (h(x) - g(x)) \, dx \\ &= \int_a^b (f(x) \, dx - \int_a^b g(x) \, dx + \int_b^c (h(x) \, dx - \int_b^c g(x) \, dx) \\ &= \int_a^b (f(x) \, dx + \int_b^c h(x) \, dx - \left( \int_a^b g(x) \, dx + \int_b^c g(x) \, dx \right)) \\ &= \int_a^b (f(x) \, dx + \int_b^c h(x) \, dx - \int_a^c g(x) \, dx \end{aligned}$$

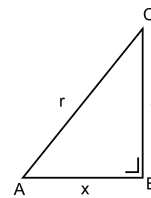
BAB  
11

# TRIGONOMETRI

## A. Perbandingan Trigonometri

### 1. Perbandingan Trigonometri Pada Segitiga Siku-Siku

$$\begin{aligned} \sin A &= \frac{y}{r} & \cotan A &= \frac{1}{\tan A} = \frac{x}{y} \\ \cos A &= \frac{x}{r} & \sec A &= \frac{1}{\cos A} = \frac{r}{x} \\ \tan A &= \frac{y}{x} & \operatorname{cosec} A &= \frac{1}{\sin A} = \frac{r}{y} \end{aligned}$$



### 2. Relasi Sudut

Hubungan nilai perbandingan trigonometri sudut di berbagai kuadran.

**a. Relasi di kuadran I**

$$\begin{aligned} \sin (90^\circ - \alpha) &= \cos \alpha \\ \cos (90^\circ - \alpha) &= \sin \alpha \\ \tan (90^\circ - \alpha) &= \cotan \alpha \end{aligned}$$

**b. Relasi di kuadran II**

$$\begin{aligned} \sin (180^\circ - \alpha) &= \sin \alpha \\ \cos (180^\circ - \alpha) &= -\cos \alpha \\ \tan (180^\circ - \alpha) &= -\tan \alpha \end{aligned}$$

**c. Relasi di kuadran III**

$$\begin{aligned} \sin (180^\circ + \alpha) &= -\sin \alpha \\ \cos (180^\circ + \alpha) &= -\cos \alpha \\ \tan (180^\circ + \alpha) &= \tan \alpha \end{aligned}$$

**d. Relasi di kuadran IV**

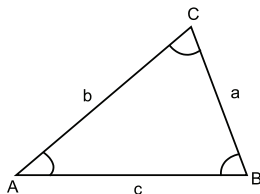
$$\begin{aligned} \sin (360^\circ - \alpha) &= -\sin \alpha \\ \cos (360^\circ - \alpha) &= \cos \alpha \\ \tan (360^\circ - \alpha) &= -\tan \alpha \end{aligned}$$

### 3. Aturan Sinus dan Kosinus

Diketahui segitiga sembarang ABC, maka berlaku:

**a. Aturan sinus**

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$



**b. Aturan kosinus**

$$\begin{aligned} \cos A &= \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \\ \cos B &= \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} \\ \cos C &= \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \end{aligned}$$

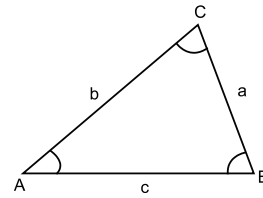
#### 4. Luas Segitiga

Jika terdapat segitiga sembarang ABC, luas segitiga dapat dirumuskan:

$$\begin{aligned}L_{\Delta ABC} &= \frac{1}{2}bc \times \sin A \\L_{\Delta ABC} &= \frac{1}{2}ab \times \sin C \\L_{\Delta ABC} &= \frac{1}{2}ac \times \sin B\end{aligned}$$

atau

$$\begin{aligned}L_{\Delta ABC} &= \frac{a^2 \times \sin B \times \sin C}{2 \sin A} \\L_{\Delta ABC} &= \frac{b^2 \times \sin A \times \sin C}{2 \sin B} \\L_{\Delta ABC} &= \frac{c^2 \times \sin A \times \sin B}{2 \sin C}\end{aligned}$$



#### 5. Rumus Selisih dan Jumlah Dua Sudut

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$$

$$\tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}$$

$$\tan(\alpha - \beta) = \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{1 + \tan \alpha \tan \beta}$$

#### 6. Rumus Sudut Rangkap

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \beta$$

$$= 1 - 2\sin^2 \beta$$

$$= 2\cos^2 \alpha - 1$$

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\tan 2\alpha = \frac{2 \tan \alpha}{1 - \tan^2 \alpha}$$

#### 7. Rumus Perkalian Sinus dan Kosinus

$$2 \sin \alpha \cos \beta = \sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta)$$

$$2 \cos \alpha \sin \beta = \sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta)$$

$$2 \cos \alpha \cos \beta = \cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)$$

$$-2 \sin \alpha \sin \beta = \cos(\alpha + \beta) - \cos(\alpha - \beta)$$

#### 8. Rumus Jumlah dan Selisih Sinus dan Kosinus

$$\sin A + \sin B = 2 \sin \left( \frac{A+B}{2} \right) \cos \left( \frac{A-B}{2} \right)$$

$$\sin A - \sin B = 2 \cos \left( \frac{A+B}{2} \right) \sin \left( \frac{A-B}{2} \right)$$

$$\cos A + \cos B = 2 \cos \left( \frac{A+B}{2} \right) \cos \left( \frac{A-B}{2} \right)$$

$$\cos A - \cos B = -2 \sin \left( \frac{A+B}{2} \right) \sin \left( \frac{A-B}{2} \right)$$

## B. Persamaan Trigonometri

Bentuk-bentuk dasar persamaan trigonometri dan penyelesaiannya sebagai berikut.

1.  $\sin x = \sin \alpha$   
Penyelesaiannya :  $x = \alpha + k \cdot 360^\circ$  atau  $x = (180^\circ - \alpha) + k \cdot 360^\circ$
2.  $\cos x = \cos \alpha$   
Penyelesaiannya :  $x = \pm \alpha + k \cdot 360^\circ$
3.  $\tan x = \tan \alpha$   
Penyelesaiannya :  $x = \alpha + k \cdot 180^\circ$ , dengan k bilangan bulat

## C. Fungsi Trigonometri

Bentuk umum fungsi-fungsi trigonometri

$$y = a \sin(kx + c), \text{ amplitudo} = |a|, \text{ periode} = \frac{2\pi}{k}, \text{ nilai maksimum} = a, \text{ dan nilai minimum} = -a$$
$$y = a \cos(kx + c), \text{ amplitudo} = |a|, \text{ periode} = \frac{2\pi}{k}, \text{ nilai maksimum} = a, \text{ dan nilai minimum} = -a$$
$$y = a \tan(kx + c), \text{ amplitudo} = |a|, \text{ periode} = \frac{\pi}{k}, \text{ nilai maksimum} = \infty, \text{ dan nilai minimum} = -\infty$$

### Soal Bahas Trigonometri

1. Nilai dari  $\frac{\sin 40^\circ - \sin 20^\circ}{\cos 40^\circ - \cos 20^\circ}$  adalah ....

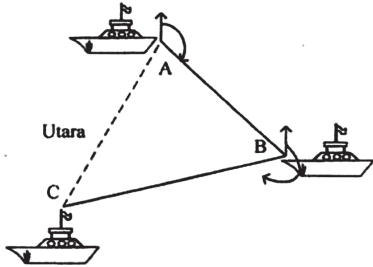
- A.  $-\sqrt{3}$                       D.  $\sqrt{2}$   
B.  $-\frac{1}{3}\sqrt{3}$                       E.  $\sqrt{3}$   
C.  $\frac{1}{3}\sqrt{3}$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

$$\begin{aligned} & \frac{\sin 40^\circ - \sin 20^\circ}{\cos 40^\circ - \cos 20^\circ} \\ &= \frac{2 \cos\left(\frac{40^\circ + 20^\circ}{2}\right) \sin\left(\frac{40^\circ - 20^\circ}{2}\right)}{-2 \sin\left(\frac{40^\circ + 20^\circ}{2}\right) \sin\left(\frac{40^\circ - 20^\circ}{2}\right)} \\ &= \frac{2 \cos(30^\circ) \sin(10^\circ)}{-2 \sin(30^\circ) \sin(10^\circ)} \\ &= \frac{\cos(30^\circ)}{-\sin(30^\circ)} \\ &= -\cotan 30^\circ \\ &= -\sqrt{3} \end{aligned}$$

2. Sebuah kapal mulai bergerak dari pelabuhan A ke pelabuhan B dengan jurusan tiga angka  $120^\circ$  sejauh 40 km, lalu berlayar menuju kepelabuhan C dengan jurusan  $240^\circ$  sejauh 80 km.



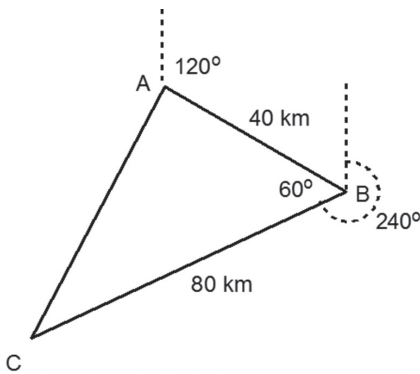
Jarak antara pelabuhan A dan C adalah ....

- A.  $20\sqrt{3}$  km      D.  $40\sqrt{5}$  km  
 B. 40 km            E.  $40\sqrt{7}$  km  
 C.  $40\sqrt{3}$  km

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Gambar sketsa arah kapal sebagai berikut.



$$\begin{aligned} AC^2 &= AB^2 + BC^2 - 2 \cdot AB \cdot BC \cdot \cos 60^\circ \\ &= 40^2 + 80^2 - 2 \cdot 40 \cdot 80 \cdot \frac{1}{2} \\ &= 1.600 + 6.400 - 3.200 \\ &= 4.800 \end{aligned}$$

$$AC = \sqrt{4.800} = 40\sqrt{3} \text{ km}$$

Jadi, jarak antara pelabuhan A dengan pelabuhan C adalah  $40\sqrt{3}$  km.

3. Himpunan penyelesaian dari persamaan  $4\sin^2 x - 5\sin x - 2 = 2\cos^2 x$  untuk nilai  $x$  pada untuk  $0^\circ \leq x \leq 2\pi$  adalah ....

- A.  $\left\{ \frac{\pi}{6}, \frac{5\pi}{6} \right\}$       D.  $\left\{ \frac{5\pi}{6}, \frac{11\pi}{6} \right\}$   
 B.  $\left\{ \frac{\pi}{6}, \frac{7\pi}{6} \right\}$       E.  $\left\{ \frac{7\pi}{6}, \frac{11\pi}{6} \right\}$   
 C.  $\left\{ \frac{5\pi}{6}, \frac{7\pi}{6} \right\}$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

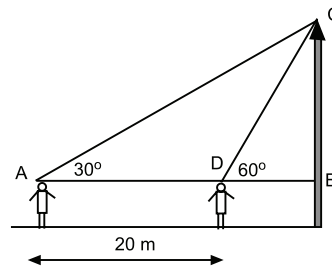
**Jawaban: E**

$$\begin{aligned} 4\sin^2 x - 5\sin x - 2 &= 2\cos^2 x \\ 4\sin^2 x - 5\sin x - 2 &= 2(1 - \sin^2 x) \\ 4\sin^2 x - 5\sin x - 2 &= 2 - 2\sin^2 x \\ 6\sin^2 x - 5\sin x - 4 &= 0 \\ (2\sin x + 1)(3\sin x - 4) &= 0 \\ 2\sin x + 1 &= 0 \\ \sin x &= -\frac{1}{2} \Rightarrow x = \left\{ \frac{7\pi}{6}, \frac{11\pi}{6} \right\} \end{aligned}$$

Jadi, himpunan penyelesaiannya

$$\left\{ \frac{7\pi}{6}, \frac{11\pi}{6} \right\}$$

4. Arman mempunyai tinggi badan 170 cm. Dia berdiri di depan menara dan melihat puncak menara dengan sudut elevasi  $30^\circ$ , lalu ia berjalan sejauh 20 meter mendekati menara dan melihat puncak menara dengan sudut elevasi  $60^\circ$ .



Tinggi menara adalah ... meter.

- A.  $10\sqrt{2} + 1,7$       D.  $15\sqrt{3} + 1,7$   
 B.  $10\sqrt{3} + 1,7$       E.  $20\sqrt{2} + 1,7$   
 C.  $15\sqrt{2} + 1,7$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

$$\tan 30^\circ = \frac{BC}{AB}$$

$$\frac{1}{3}\sqrt{3} = \frac{BC}{20 + BD}$$

$$BC = \frac{1}{3}\sqrt{3}(20 + BD) \dots (1)$$

$$\tan 60^\circ = \frac{BC}{BD}$$

$$\sqrt{3} = \frac{BC}{BD}$$

$$BD = \frac{1}{3}\sqrt{3}(BC) \dots (2)$$

Dari (1) dan (2) diperoleh:

$$BC = \frac{1}{3}\sqrt{3} \left( 20 + \frac{1}{3}\sqrt{3} \cdot BC \right)$$

$$BC - \frac{1}{3}BC = \frac{20}{3}\sqrt{3}$$

$$\frac{2}{3}BC = \frac{20}{3}\sqrt{3}$$

$$BC = 10\sqrt{3}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi menara} &= BC + \text{tinggi anak} \\ &= (10\sqrt{3} + 1,7) \text{ meter} \end{aligned}$$

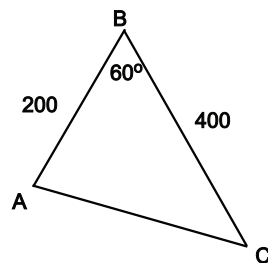
- Jawaban: B**
5. Sebuah kapal mulai bergerak dari pelabuhan A pada pukul 07.00 dengan arah  $30^\circ$  dan tiba di pelabuhan B setelah 4 jam bergerak. Pada pukul 12.00 kapal bergerak kembali dari pelabuhan B menuju pelabuhan C dengan memutar haluan  $150^\circ$  dan tiba di pelabuhan C pada pukul 20.00. Kecepatan rata-rata kapal adalah 50 mil/jam. Jarak antara pelabuhan C dari pelabuhan A adalah ....
- A.  $200\sqrt{2}$  mil      D.  $200\sqrt{7}$  mil  
 B.  $200\sqrt{3}$  mil      E. 600 mil  
 C.  $200\sqrt{6}$  mil

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Jarak antara pelabuhan A ke Pelabuhan B (4 jam perjalanan)  
 $= 4 \times 50 = 200$  mil  
 Jarak antara pelabuhan A ke Pelabuhan B (6 jam perjalanan)  
 $= 6 \times 50 = 300$  mil

Gambar:



$$\begin{aligned} AC^2 &= AB^2 + BC^2 - 2 \times AB \times BC \times \cos 60^\circ \\ &= 200^2 + 400^2 - 2 \times 200 \times 400 \times \frac{1}{2} \\ &= 40.000 + 160.000 - 80.000 \\ &= 120.000 \end{aligned}$$

$$PR = \sqrt{120.000} = 200\sqrt{3} \text{ cm}$$

Jadi, jarak antara pelabuhan A dengan pelabuhan C adalah  $200\sqrt{3}$  mil.

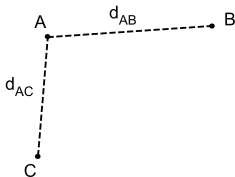
BAB  
12

RUANG DIMENSI TIGA

A. Jarak

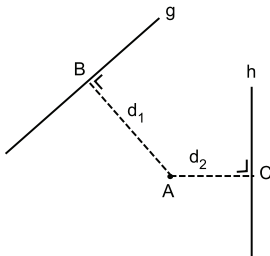
Jarak antara dua unsur ruang adalah panjang ruas garis terpendek yang menghubungkan kedua unsur ruang tersebut.

1. Jarak Antara Dua Titik



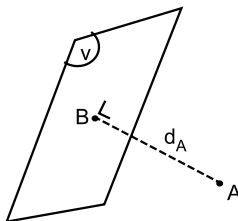
Jarak antara titik A dan B sama dengan panjang ruas garis AB ( $d_{AB}$ ). Jarak antara titik A dan C sama dengan panjang ruas garis AC ( $d_{AC}$ ).

2. Jarak Antara Titik ke Garis



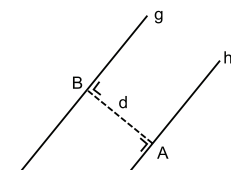
Jarak antara titik A ke garis g adalah panjang ruas garis AB dengan syarat B pada garis g dan AB tegak lurus garis g. Jarak antara titik A ke garis h adalah panjang ruas garis AC.

3. Jarak Antara Titik ke Bidang



Jarak antara titik A ke bidang V adalah panjang ruas garis AB dengan syarat B pada bidang V dan AB tegak lurus bidang  $\alpha$ .

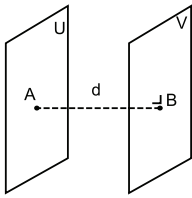
4. Jarak Antara Dua Garis



Jarak antara garis g dan h adalah panjang ruas garis AB dengan syarat A pada garis h dan B pada garis g, serta AB tegak lurus garis g dan h.



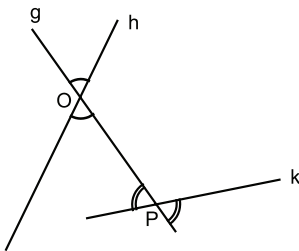
## 5. Jarak Antara Dua Bidang



Jarak antara bidang U dan V adalah panjang ruas garis AB dengan syarat A pada bidang U dan B pada bidang V serta AB tegak lurus U dan V. Jarak antara bidang U dan V adalah  $d$ .

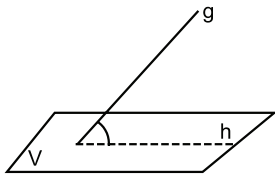
## B. Sudut

### 1. Sudut Antara Dua Garis



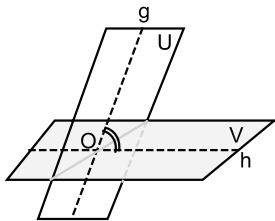
Sudut antara garis  $g$  dan  $h$  adalah sudut terkecil yang dibentuk oleh garis  $g$  dan  $h$ . Sudut antara garis  $g$  dan  $k$  adalah sudut terkecil yang dibentuk oleh garis  $g$  dan  $k$ .

### 2. Sudut Antara Garis dan Bidang



Sudut antara garis  $g$  dan bidang  $V$  sama dengan sudut antara garis  $g$  dengan garis proyeksinya (garis  $h$ ) pada bidang  $V$ .

### 3. Sudut Antara Dua Bidang



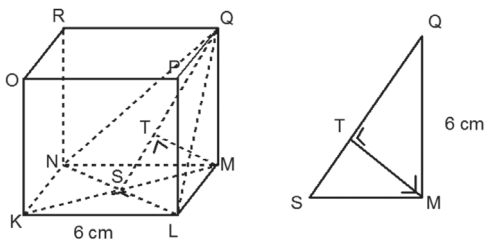
Sudut antara bidang U dan V yang berpotongan pada garis persekutuan sama dengan sudut antara garis  $g$  pada bidang U yang tegak lurus dengan garis persekutuan dengan garis  $h$  pada bidang V yang tegak lurus dengan garis persekutuan.

## Soal Bahas Ruang Dimensi Tiga

1. Diketahui kubus KLMN.OPQR dengan panjang rusuk 6 cm. Jarak titik M ke bidang LNQ adalah ....
- A.  $2\sqrt{2}$  cm                      D.  $3\sqrt{3}$  cm  
 B.  $2\sqrt{3}$  cm                      E.  $4\sqrt{3}$  cm  
 C.  $3\sqrt{2}$  cm

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: B**

Secara geometri dapat digambar seperti berikut.



KL diagonal sisi  
 $KL = 6\sqrt{2}$ , dan  $MS = KS = 3\sqrt{2}$   
 Menentukan panjang QS

$$\begin{aligned} QS &= \sqrt{MS^2 + MQ^2} \\ &= \sqrt{(3\sqrt{2})^2 + 6^2} \\ &= \sqrt{18 + 36} \\ &= \sqrt{54} = 3\sqrt{6} \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas segitiga SMQ

$$\frac{1}{2} \times QS \times TM = \frac{1}{2} \times SM \times QM$$

$$QS \times TM = SM \times QM$$

$$3\sqrt{6} \times TM = 6 \times 3\sqrt{2}$$

$$3\sqrt{6} \times TM = 18\sqrt{2}$$

$$TM = 18\sqrt{2} \div 3\sqrt{6} = 2\sqrt{3}$$

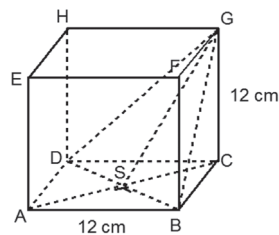
Jadi, jarak titik M ke bidang LNQ adalah  $2\sqrt{3}$  cm.

2. Kubus ABCD.EFGH memiliki rusuk 12 cm dan  $\alpha$  adalah sudut antara bidang BDG dan ABCD. Nilai  $\sin \alpha = \dots$

- A.  $\frac{1}{6}\sqrt{6}$                               D.  $\frac{1}{3}\sqrt{6}$   
 B.  $\frac{1}{3}\sqrt{3}$                               E.  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$   
 C.  $\frac{1}{2}\sqrt{2}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: B**

Secara geometri dapat digambar berikut.



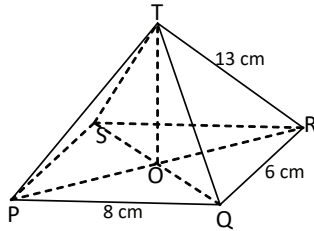
Sudut antara BDG dan ABCD adalah sudut CSG.

$$SC = \frac{1}{2} AC = \frac{1}{2} \cdot 12\sqrt{2} = 6\sqrt{2}$$

$$\begin{aligned} SG &= \sqrt{SC^2 + CG^2} \\ &= \sqrt{(6\sqrt{2})^2 + 12^2} \\ &= \sqrt{72 + 144} \\ &= \sqrt{216} \\ &= 6\sqrt{6} \end{aligned}$$

$$\sin \alpha = \sin \angle CSG = \frac{CG}{SG} = \frac{6\sqrt{2}}{6\sqrt{6}} = \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

3. Perhatikan gambar berikut!



Jarak titik T ke bidang PQRS adalah ....

- A. 8 cm
- B. 9 cm
- C. 10 cm
- D. 11 cm
- E. 12 cm

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

TE adalah jarak titik T ke bidang ABCD.

$$\begin{aligned}
 PQ &= \frac{1}{2} PR \\
 &= \frac{1}{2} \sqrt{PQ^2 + QR^2} \\
 &= \frac{1}{2} \sqrt{8^2 + 6^2} \\
 &= \frac{1}{2} \sqrt{64 + 36} \\
 &= \frac{1}{2} \sqrt{100} \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 10 \\
 &= 5 \text{ cm}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 TO &= \sqrt{TR^2 - RO^2} \\
 &= \sqrt{13^2 - 5^2} \\
 &= \sqrt{169 - 25} \\
 &= \sqrt{144} \\
 &= 12 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi, jarak titik T ke bidang PQRS adalah 12 cm.

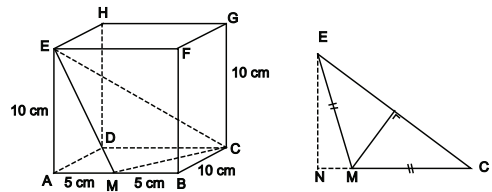
4. Diketahui kubus ABCD.EFGH dengan panjang rusuk 10 cm. Jika titik M di tengah-tengah AB, jarak antara titik E ke CM adalah ....

- A.  $\sqrt{30}$  cm
- B.  $5\sqrt{2}$  cm
- C.  $5\sqrt{3}$  cm
- D.  $2\sqrt{30}$  cm
- E.  $5\sqrt{5}$  cm

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Secara geometri dapat digambarkan sebagai berikut.



Jarak titik E ke MC adalah EN.

EC adalah diagonal ruang, panjang EC =  $10\sqrt{3}$  cm

EK = KC =  $5\sqrt{3}$  cm

MC = EM

$$= \sqrt{AM^2 + EA^2}$$

$$= \sqrt{5^2 + 10^2}$$

$$= \sqrt{25 + 100}$$

$$= \sqrt{125}$$

$$= 5\sqrt{5} \text{ cm}$$

$$KM = \sqrt{CM^2 - KC^2}$$

$$= \sqrt{125 - 75}$$

$$= \sqrt{50}$$

$$= 5\sqrt{2} \text{ cm}$$

Perhatikan segitiga EMC dan luasnya.

Luas segitiga EMC:

$$\frac{1}{2} \cdot CM \cdot EN = \frac{1}{2} \cdot EC \cdot KM$$

$$CM \cdot EN = EC \cdot KM$$

$$5\sqrt{2} \cdot EN = 10\sqrt{3} \cdot 5\sqrt{2}$$

$$EN = \frac{10\sqrt{3} \times 5\sqrt{2}}{5\sqrt{5}}$$

$$= \frac{10\sqrt{6}}{\sqrt{5}}$$

$$= 2\sqrt{30} \text{ cm}$$

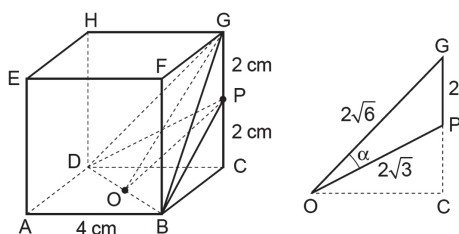
Jadi, jarak antara titik E ke CM adalah  $2\sqrt{30}$  cm.

5. Diketahui kubus ABCD.EFGH dengan panjang rusuk 4 cm. Titik P pada pertengahan CG. Jika  $\alpha$  adalah sudut antara bidang BDG dengan bidang BDP, nilai  $\cos \alpha = \dots$

- A.  $\frac{2}{3}\sqrt{2}$                       D.  $\frac{1}{3}\sqrt{6}$   
 B.  $\frac{1}{2}\sqrt{6}$                         E.  $\frac{1}{6}\sqrt{6}$   
 C.  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**



Sudut antara BDG dan BDP adalah

$$\angle POG = \alpha$$

$$GP = CP = \frac{1}{2}CG = \frac{1}{2} \cdot 4 = 2 \text{ cm}$$

$$OC = \frac{1}{2}AC = \frac{1}{2} \cdot 4\sqrt{2} = 2\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$OP = \sqrt{OC^2 + CP^2} = \sqrt{8 + 4} = 2\sqrt{3}$$

$$OG = \sqrt{OC^2 + CG^2} = \sqrt{8 + 16} = 2\sqrt{6}$$

Pada segitiga OPG berlaku rumus aturan kosinus:

$$GP^2 = OP^2 + OG^2 - 2 \cdot OP \cdot OG \cdot \cos \alpha$$

$$4 = 12 + 24 - 2 \cdot 2\sqrt{3} \cdot 2\sqrt{6} \cdot \cos \alpha$$

$$24\sqrt{2} \cos \alpha = 32$$

$$\cos \alpha = \frac{32}{24\sqrt{2}} = \frac{2}{3}\sqrt{2}$$

# BAB 13

## LINGKARAN DAN GARIS SINGGUNG LINGKARAN

### A. Persamaan Lingkaran

1. Lingkaran adalah tempat kedudukan titik-titik pada bidang datar yang berjarak sama terhadap titik tertentu. Titik tertentu itu disebut pusat lingkaran dan jarak tertentu tersebut disebut jari-jari lingkaran.
2. Persamaan lingkaran yang berpusat di titik  $O(0, 0)$  dan berjari-jari  $r$  adalah:  
 $x^2 + y^2 = r^2$
3. Persamaan lingkaran yang berpusat di titik  $P(a, b)$  dan berjari-jari  $r$  adalah:  
 $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$   
Bentuk umum persamaan lingkaran adalah:  $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$

$$\text{Titik pusat } P \left( -\frac{1}{2}A, -\frac{1}{2}B \right)$$

$$\text{Jari-jari } r = \sqrt{\left(-\frac{1}{2}A\right)^2 + \left(-\frac{1}{2}B\right)^2 - C}$$

### B. Persamaan Garis Singgung Lingkaran

1. Persamaan garis singgung lingkaran  $x^2 + y^2 = r^2$  di titik  $T(x_1, y_1)$  pada lingkaran adalah:  
 $x \cdot x_1 + y \cdot y_1 = r^2$
2. Persamaan garis singgung lingkaran  $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$  di titik  $T(x_1, y_1)$  pada lingkaran adalah:  
 $x_1x + y_1y + \frac{A}{2}(x + x_1) + \frac{B}{2}(y + y_1) + C = 0$
3. Persamaan garis singgung lingkaran  $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$  yang bergradien  $m$  adalah:  
 $y - b = m(x - a) \pm r\sqrt{m^2 + 1}$

## Soal Bahas Lingkaran & Garis Singgung Lingkaran

1. Persamaan lingkaran dengan pusat  $(2, -3)$  dan menyinggung garis  $x = 5$  adalah ....

- A.  $x^2 + y^2 + 4x - 6y + 9 = 0$
- B.  $x^2 + y^2 + 4x + 6y + 9 = 0$
- C.  $x^2 + y^2 - 4x + 6y + 4 = 0$
- D.  $x^2 + y^2 - 4x - 6y + 9 = 0$
- E.  $x^2 + y^2 + 4x - 6y + 4 = 0$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Diketahui  $P(2, -3)$  dan menyinggung garis  $x = 5$ , maka jari-jarinya adalah  $5 - 2 = 3$ .

Persamaan lingkaran yang berpusat di  $P(2, -3)$  dan berjari ( $r$ ) = 3 sebagai berikut.

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

$$(x - 2)^2 + (y + 3)^2 = 3^2$$

$$x^2 - 4x + 4 + y^2 + 6y + 9 = 9$$

$$x^2 + y^2 - 4x + 6y + 4 = 0$$

Jadi, persamaan lingkaran tersebut adalah  $x^2 + y^2 - 4x + 6y + 4 = 0$ .

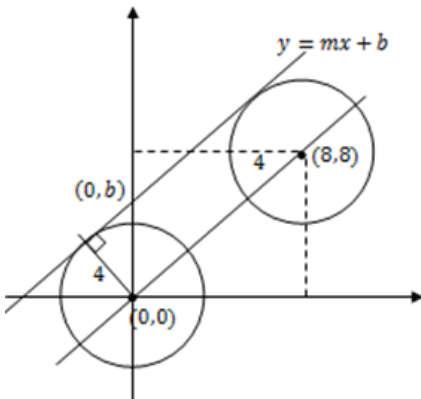
2. Titik  $(0, b)$  adalah titik potong garis singgung persekutuan luar lingkaran

$x^2 + y^2 = 16$  dan  $(x - 8)^2 + (y - 8)^2 = 16$  dengan sumbu  $y$ . Nilai  $b$  adalah ....

- A.  $4\sqrt{2}$
- B.  $3\sqrt{2}$
- C.  $2\sqrt{2}$
- D.  $2\sqrt{3}$
- E.  $\sqrt{3}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**



Lingkaran  $x^2 + y^2 = 16$  artinya lingkaran berpusat di  $(0, 0)$  dan jari-jari = 4

Lingkaran  $(x - 8)^2 + (y - 8)^2 = 16$  artinya lingkaran berpusat di  $(8, 8)$  dengan jari-jari = 4

Misalkan garis singgung luar kedua lingkaran adalah  $y = mx + b$ . Garis  $y = mx + b$  sejajar dengan garis yang melalui kedua pusat lingkaran yaitu titik  $(0, 0)$  dan  $(8, 8)$ , sehingga:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{8 - 0}{8 - 0} = 1. \text{ Diperoleh garis}$$

singgung luar  $y = x + b$

Jarak titik  $(0, 0)$  ke garis

$y = x + b \Leftrightarrow x - y + b = 0$  adalah jari-jari lingkaran = 4, sehingga:

$$4 = \frac{|0 \cdot 1 + 0(-1) + b|}{\sqrt{1^2 + (-1)^2}}$$

$$4 = \frac{|b|}{\sqrt{2}}$$

$$b = \pm 4\sqrt{2}$$

Jadi, nilai  $b$  adalah  $4\sqrt{2}$

3. Persamaan garis singgung lingkaran  $x^2 + y^2 - 12x + 8y - 9 = 0$  yang melalui titik  $(0, 1)$  adalah ....

- A.  $5x - 6y + 5 = 0$
- B.  $5x - 6y - 5 = 0$
- C.  $6x - 5y + 5 = 0$
- D.  $6x - 5y - 13 = 0$
- E.  $6x - 5y + 13 = 0$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Uji kedudukan titik (0, 1) terhadap lingkaran  $x^2 + y^2 - 12x + 8y - 9 = 0$   
 $0^2 + 1^2 - 12 \cdot 0 + 8 \cdot 1 - 9 = 0 + 1 - 0 + 8 - 9 = 0$

Titik (0, 1) terletak pada lingkaran  $x^2 + y^2 - 12x + 8y - 9 = 0$

Persamaan garis singgung lingkaran  $x^2 + y^2 - 12x + 8y - 9 = 0$  melalui titik (0, 1)

$$xx_1 + yy_1 + \frac{1}{2}A(x+x_1) + \frac{1}{2}B(y+y_1) - 9 = 0$$

$$0 \cdot x + 1 \cdot y - 6(x+0) + 4(y+1) - 9 = 0$$

$$0 + y - 6x - 0 + 4y + 4 - 9 = 0$$

$$-6x + 5y - 5 = 0$$

$$6x - 5y + 5 = 0$$

Jadi, persamaan garis singgung lingkaran  $x^2 + y^2 - 12x + 8y - 9 = 0$  melalui titik (0, 1) adalah  $6x - 5y + 5 = 0$ .

4. Salah satu persamaan garis singgung lingkaran  $x^2 + y^2 - 2x + 4y - 4 = 0$  yang sejajar garis  $y = 3x - 2$  adalah ....

A.  $y = 3x + 1 + 5\sqrt{10}$

B.  $y = 3x + 5 - \sqrt{10}$

C.  $y = 3x - 5 + 3\sqrt{10}$

D.  $y = 3x - 5 - 3\sqrt{10}$

E.  $y = 3x - 3 - 5\sqrt{10}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Persamaan lingkaran  $x^2 + y^2 - 2x + 4y - 4 = 0$ .

$$\text{Pusat lingkaran} = \left( -\frac{(-2)}{2}, -\frac{4}{2} \right) = (1, -2)$$

Jari-jari lingkaran:

$$r = \sqrt{\left( -\frac{(-2)}{2} \right)^2 + \left( -\frac{4}{2} \right)^2 - (-4)}$$

$$= \sqrt{1 + 4 + 4}$$

$$= \sqrt{9}$$

$$= 3$$

Gradien garis yang sejajar dengan  $y = 3x - 2$  adalah  $m = m_1 = 3$ .

Persamaan garis singgung:

$$y - b = m(x - a) \pm r\sqrt{m^2 + 1}$$

$$y + 2 = 3(x - 1) \pm 3 \cdot \sqrt{(3)^2 + 1}$$

$$y + 2 = 3x - 3 \pm 3\sqrt{10}$$

$$y = 3x - 5 \pm 3\sqrt{10}$$

$$\Leftrightarrow y_1 = 3x - 5 + 3\sqrt{10} \text{ atau } y_2 = 3x - 5 - 3\sqrt{10}$$

Jadi, salah satu persamaan garis singgungnya adalah  $y = 3x - 5 - 3\sqrt{10}$ .

5. Persamaan garis singgung lingkaran  $(x - 2)^2 + (y + 3)^2 = 16$  dan tegak lurus  $-3x + 4y - 1 = 0$  adalah ....

A.  $y = \frac{4}{3}x + \frac{19}{3}$  atau  $y = -\frac{4}{3}x - \frac{21}{3}$

B.  $y = -\frac{4}{3}x - \frac{19}{3}$  atau  $y = -\frac{4}{3}x - \frac{21}{3}$

C.  $y = -\frac{4}{3}x + \frac{19}{3}$  atau  $y = -\frac{4}{3}x + \frac{21}{3}$

D.  $y = -\frac{4}{3}x + \frac{19}{3}$  atau  $y = -\frac{4}{3}x - \frac{21}{3}$

E.  $y = \frac{4}{3}x + \frac{19}{3}$  atau  $y = \frac{4}{3}x - \frac{21}{3}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

$$g: -3x + 4y - 1 = 0$$

$$\Leftrightarrow 4y = 3x + 1$$

$$\Leftrightarrow y = \frac{3}{4}x + \frac{1}{4} \rightarrow m_g = \frac{3}{4}$$

syarat tegak lurus:

$$m_1 \times m_g = -1$$

$$m_1 \times \frac{3}{4} = -1$$

$$m_1 = -\frac{4}{3}$$

Persamaan lingkaran:

$$(x - 2)^2 + (y + 3)^2 = 16$$

$$a = 2, b = -3, r = \sqrt{16} = 4$$

Persamaan garis singgung:

$$y - b = m(x - a) \pm r\sqrt{m^2 + 1}$$

$$y + 3 = -\frac{4}{3}(x - 2) \pm 4\sqrt{1 + \left(-\frac{4}{3}\right)^2}$$

$$y + 3 = -\frac{4}{3}x + \frac{8}{3} \pm 4\sqrt{1 + \frac{16}{9}}$$

$$y = -\frac{4}{3}x + \frac{8}{3} - 3 \pm 4\sqrt{\frac{25}{9}}$$

$$y = -\frac{4}{3}x + \frac{8}{3} - 3 \pm 4 \cdot \frac{5}{3}$$

$$y = -\frac{4}{3}x - \frac{1}{3} \pm \frac{20}{3}$$

$$\Leftrightarrow y_1 = -\frac{4}{3}x - \frac{1}{3} + \frac{20}{3} \text{ atau } y_2 = -\frac{4}{3}x - \frac{1}{3} - \frac{20}{3}$$

$$\Leftrightarrow y_1 = -\frac{4}{3}x + \frac{19}{3} \text{ atau } y_2 = -\frac{4}{3}x - \frac{21}{3}$$

Jadi, persamaan garis singgungnya adalah

$$h_1: y = -\frac{4}{3}x + \frac{19}{3} \text{ dan } h_2: y = -\frac{4}{3}x - \frac{21}{3}$$



BAB  
14

# TRANSFORMASI GEOMETRI

Transformasi geometri terdiri atas translasi (pergeseran), refleksi (pencerminan), rotasi (putaran), dilatasi (perkalian), dan transformasi matriks.

## A. Translasi (Pergeseran)

Translasi (pergeseran) merupakan transformasi yang memindahkan setiap titik dengan arah dan jarak tertentu. Translasi diwakili oleh suatu vektor. Jika titik  $P(x, y)$

ditranslasikan dengan  $T = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ , koordinat bayangannya adalah titik  $P'(x + a, y + b)$ .

$$P(a, b) \xrightarrow{T = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}} P'(x + a, y + b)$$

## B. Refleksi (Pencerminan)

Pencerminan merupakan transformasi yang memindahkan setiap titik dengan cara mencerminkan terhadap garis tertentu. Beberapa pencerminan khusus dan matriks transformasinya sebagai berikut. Titik  $P(x, y)$  dan bayangannya  $P'(x', y')$  setelah dikenai pencerminan.

Jenis Pencerminan	Titik Awal dan Bayangan	Matriks Transformasi
Terhadap Sumbu X ( $M_x$ )	$P(x, y) \xrightarrow{M_x} P'(x, -y)$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$
Terhadap Sumbu Y ( $M_y$ )	$P(x, y) \xrightarrow{M_y} P'(-x, y)$	$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
Terhadap Titik Asal ( $M_o$ )	$P(x, y) \xrightarrow{M_o} P'(-x, -y)$	$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$
Terhadap Garis $y = x$ ( $M_{y=x}$ )	$P(x, y) \xrightarrow{M_{y=x}} P'(y, x)$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$
Terhadap Garis $y = -x$ ( $M_{y=-x}$ )	$P(x, y) \xrightarrow{M_{y=-x}} P'(-y, -x)$	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$
Terhadap Garis $x = h$ ( $M_{x=h}$ )	$P(x, y) \xrightarrow{M_{x=h}} P'(2h - x, y)$	

Terhadap Garis $y = k$ ( $M_{y=k}$ )	$P(x, y) \xrightarrow{M_{y=k}} P'(x, 2k - y)$	
Terhadap Titik $(a, b)$ ( $M_{(a,b)}$ )	$P(x, y) \xrightarrow{M_{(a,b)}} P'(2a - x, 2b - y)$	

## C. Rotasi (Perputaran)

Rotasi (perputaran) merupakan transformasi yang memutar setiap titik dengan pusat tertentu.

1. Rotasi sebesar  $\alpha$  dengan pusat O ditulis  $R(O, \alpha)$ .

Jika titik  $P(x, y)$  dirotasikan sebesar  $\alpha$  (berlawanan arah jarum jam) dengan titik pusat O, akan diperoleh bayangan  $P'(x', y')$ :

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Jenis Rotasi	Titik Awal dan Bayangan	Matriks Transformasi
Rotasi $90^\circ = R(O, 90^\circ)$	$P(x, y) \xrightarrow{R_{(O, 90^\circ)}} P'(-y, x)$	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$
Rotasi $270^\circ$ atau $-90^\circ = R(O, -90^\circ)$	$P(x, y) \xrightarrow{R_{(O, -90^\circ)}} P'(y, -x)$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$
Rotasi $180^\circ = R(O, 180^\circ)$	$P(x, y) \xrightarrow{R_{(O, 180^\circ)}} P'(-x, -y)$	$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$

2. Rotasi sebesar  $\alpha$  dengan pusat P ditulis  $R(P, \alpha)$ .

Jika titik  $P(x, y)$  dirotasikan sebesar  $\alpha$  dengan titik pusat  $P(a, b)$ , diperoleh bayangan  $P'(x', y')$ :

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x - a \\ y - b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

## D. Dilatasi (Perkalian)

Dilatasi merupakan transformasi yang memperbesar atau memperkecil suatu objek.

1. Dilatasi sebesar k dengan pusat O ditulis  $[O, k]$ .

Jika titik  $A(x, y)$  didilatasikan dengan faktor skala k dengan titik pusat O, akan diperoleh bayangan  $A'(x', y')$ :

$$A(x, y) \xrightarrow{[O, k]} A'(x', y') = (kx, ky) \text{ atau ditulis dalam bentuk matriks } \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = k \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

2. Dilatasi sebesar k dengan pusat dilatasi  $P(a, b)$  ditulis  $[P, k]$ .

Jika titik  $A(x, y)$  didilatasikan dengan faktor skala k dengan titik pusat O, akan diperoleh bayangan  $A'(x', y')$ :

$$A(x, y) \xrightarrow{[P, k]} A'(x', y') = (k(x - a) + a, k(y - b) + b) \text{ atau ditulis dalam bentuk matriks}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = k \begin{pmatrix} x - a \\ y - b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

## E. Transformasi Matriks

Jika titik  $A(x, y)$  ditransformasikan oleh matriks  $\begin{pmatrix} p & q \\ r & s \end{pmatrix}$  akan diperoleh bayangan  $A'(x', y')$ .

Dalam bentuk perkalian matriks sebagai berikut.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p & q \\ r & s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

## F. Komposisi Transformasi

Komposisi transformasi adalah suatu transformasi secara berurutan dari suatu objek dan paling sedikit memuat dua transformasi.

Jika suatu titik  $A(x, y)$  ditransformasi oleh matriks transformasi  $P = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$  dilanjutkan oleh matriks transformasi  $Q = \begin{pmatrix} p & q \\ r & s \end{pmatrix}$  menghasilkan bayangan  $A'(x', y')$ . Secara operasi matriks

ditulis:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p & q \\ r & s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

## Soal Bahas Transformasi Geometri

1. Persamaan bayangan kurva  $y = x^2 + 4$  karena pencerminan terhadap garis  $y = 2$  dilanjutkan dengan translasi

$$T = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix} \text{ adalah ....}$$

- A.  $y = x^2 - 4x - 5$   
 B.  $y = x^2 - 4x + 5$   
 C.  $y = -x^2 - 4x + 5$   
 D.  $y = -x^2 + 4x - 5$   
 E.  $y = -x^2 + 4x + 5$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Ambil sembarang titik  $P(x, y)$  pada  $y = x^2 + 4$ .

Cerminkan titik  $P$  terhadap garis  $y = 2$  sehingga diperoleh  $P'(x', y')$

$$P(x, y) \xrightarrow{M_{y=2}} P'(x, 2 \times 2 - y) = P'(x, 4 - y)$$

$$\text{Titik } P' \text{ ditranslasikan dengan } T = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}$$

sehingga diperoleh  $P''(x'', y'')$

$$P'(x, 4 - y) \xrightarrow{T \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}} P''(x + 2, 4 - y - 1) = P''(x + 2, 3 - y)$$

Diperoleh:

$$x'' = x + 2 \rightarrow x = x'' - 2$$

$$y'' = 3 - y \rightarrow y = 3 - y''$$

Substitusikan  $x$  dan  $y$  ke persamaan parabola  $y = x^2 + 4$ .

$$y = x^2 + 4$$

$$3 - y'' = (x'' - 2)^2 + 4$$

$$3 - y'' = (x'')^2 - 4x'' + 4 + 4$$

$$-y'' = (x'')^2 - 4x'' + 5$$

$$y'' = -(x'')^2 + 4x'' - 5$$

Jadi, persamaan bayangan adalah

$$y = -x^2 + 4x - 5.$$

2. Bayangan garis  $x + 3y + 2 = 0$  oleh transformasi yang bersesuaian dengan

$$\text{matriks } \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} \text{ dilanjutkan oleh rotasi}$$

pusat  $O$  sejauh  $180^\circ$  adalah ....

- A.  $3x + 6y - 2 = 0$     D.  $x + 3y + 2 = 0$   
 B.  $y + 2 = 0$             E.  $x - 3y - 2 = 0$   
 C.  $y - 2 = 0$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Ambil sembarang titik  $A(x, y)$  pada  $x + 3y + 2 = 0$ .

Menentukan bayangan  $A$  karena

$$\text{di transformasi matriks } \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$$

dilanjutkan oleh rotasi pusat  $O$  sejauh  $180^\circ$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y \\ -x - 3y \end{pmatrix}$$

Diperoleh:  $x' = y$  atau  $y = x'$

$$y' = -x - 3y$$

$$y' = -x - 3x'$$

$$x = -y' - 3x'$$

Substitusikan  $x$  dan  $y$  ke persamaan parabola  $x + 3y + 2 = 0$ .

$$x + 3y + 2 = 0$$

$$(-y' - 3x') + 3x' + 2 = 0$$

$$-y' + 2 = 0$$

$$y' - 2 = 0$$

Jadi, persamaan bayangan adalah

$$y - 2 = 0.$$

3. Matriks transformasi yang mewakili dilatasi  $[O, 3]$  dilanjutkan refleksi terhadap sumbu X adalah ....

- A.  $\begin{pmatrix} -3 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$       D.  $\begin{pmatrix} 0 & -3 \\ 3 & 0 \end{pmatrix}$   
 B.  $\begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & -3 \end{pmatrix}$       E.  $\begin{pmatrix} 0 & 3 \\ -3 & 0 \end{pmatrix}$   
 C.  $\begin{pmatrix} -3 & 3 \\ 3 & -3 \end{pmatrix}$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Matriks transformasi yang mewakili

dilatasi  $[O, 3]$  atau  $D = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$

dilanjutkan refleksi terhadap sumbu X

atau  $M_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$  adalah:

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & -3 \end{pmatrix}$$

4. Bayangan garis  $2x + y - 6 = 0$  jika ditransformasikan terhadap matriks transformasi  $\begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$  dilanjutkan dengan pencerminan terhadap sumbu X adalah ....

- A.  $3x - 7y - 6 = 0$   
 B.  $3x - 7y + 6 = 0$   
 C.  $3x + 7y + 6 = 0$   
 D.  $3x + 7y - 6 = 0$   
 E.  $7x + 3y - 6 = 0$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Misalkan: titik  $P(x, y)$  pada  $2x + y - 6 = 0$

Komposisi transformasi  $T = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$

dilanjutkan pencerminan terhadap

sumbu X =  $M_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ .

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ -1 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 3x + 5y \\ -x - 2y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$$

$$= \frac{1}{-6 - (-5)} \begin{pmatrix} -2 & -5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ -1 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 2x' + 5y' \\ -x' - 3y' \end{pmatrix}$$

Sehingga diperoleh

$$x = 2x' + 5y' \text{ dan } y = -x' - 3y'$$

Substitusikan  $x$  dan  $y$  ke persamaan  $2x + y - 6 = 0$  untuk mendapatkan persamaan bayangan.

$$2x + y - 6 = 0$$

$$2(2x' + 5y') + (-x' - 3y') - 6 = 0$$

$$4x' + 10y' - x' - 3y' - 6 = 0$$

$$3x' + 7y' - 6 = 0$$

Jadi, persamaan bayangan adalah

$$3x + 7y - 6 = 0.$$

5. Sebuah garis  $y = 2x + 3$  ditranslasikan

oleh  $T = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$ , kemudian dilanjutkan

transformasi matriks  $\begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ .

Persamaan bayangan garis tersebut adalah ....

- A.  $x - y - 4 = 0$       D.  $x + y - 8 = 0$   
 B.  $x + y - 4 = 0$       E.  $x + y + 4 = 0$   
 C.  $x - y + 2 = 0$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Misalkan: titik  $(x, y)$  terletak pada garis  $y = 2x + 3$

Titik  $(x, y)$  ditranslasikan  $T = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$

diperoleh titik  $(x', y')$  dengan  $x' = x + 1$  dan  $y' = y + 3$ .

Titik  $(x', y')$  dikenai transformasi

matriks  $\begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$  diperoleh:

$$\begin{pmatrix} x'' \\ y'' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x+1 \\ y+3 \end{pmatrix}$$

Diperoleh:

$$(i) \quad y'' = x + 1 \Leftrightarrow x = y'' - 1$$

$$(ii) \quad x'' = -x - 1 + y + 3$$

$$x'' = -x + y + 2$$

$$x'' = -(y'' - 1) + y + 2$$

$$x'' = -y'' + 1 + y + 2$$

$$y = x'' + y'' - 3$$

Persamaan bayangan garis:

$$y = 2x + 1$$

$$x'' + y'' - 3 = 2(y'' - 1) + 3$$

$$x'' + y'' - 3 = 2y'' - 2 + 3$$

$$x'' - y'' - 4 = 0$$

Persamaan bayangannya adalah

$$x - y - 4 = 0.$$

BAB  
15

STATISTIKA

A. Ukuran Pemusatan

1. Data Tunggal

- a. Rata-rata adalah jumlahan seluruh nilai data dibagi banyak data.

Dirumuskan: 
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

- b. Median adalah nilai tengah dari sekumpulan data yang telah diurutkan dari data terkecil. Jika banyak data ganjil, mediannya sama dengan nilai data yang berada di tengah data terurut. Jika banyak data genap, mediannya sama dengan rata-rata dua nilai data yang berada di tengah data terurut
- c. Modus adalah data yang paling sering muncul.

2. Data Berkelompok

a. Rata-rata: 
$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$$

$f_i$  = frekuensi kelas-i  
 $x_i$  = titik tengah kelas-i

b. Median: 
$$Me = Q_2 = L_2 + \left( \frac{\frac{N}{2} - \sum f_{med}}{f_{med}} \right) \cdot c$$

$L_2$  = tepi bawah kelas median  
 $f_{med}$  = frekuensi kelas median  
 $\sum f_{med}$  = jumlah frekuensi sebelum kelas median  
 $N$  = jumlah data ( $\sum f$ )  
 $c$  = panjang interval kelas

c. Modus: 
$$M_o = L_o + \left( \frac{d_1}{d_1 + d_2} \right) \cdot c$$

$L_o$  = tepi bawah kelas modus  
 $d_1$  = selisih frekuensi kelas modus dengan frekuensi kelas sebelum kelas modus  
 $d_2$  = selisih frekuensi kelas modus dengan frekuensi kelas sesudah kelas modus  
 $c$  = panjang interval kelas

## B. Ukuran Letak

### 1. Kuartil

Kuartil adalah ukuran yang membagi data terurut menjadi empat bagian sama banyak.

$$\text{Kuartil bawah} = Q_1 = L_1 + \left( \frac{\frac{N}{4} - \sum f_{Q_1}}{f_{Q_1}} \right) \cdot c$$

Kuartil tengah =  $Q_2$  = Median (menggunakan rumus pada median)

$$\text{Kuartil atas} = Q_3 = L_3 + \left( \frac{\frac{3N}{4} - \sum f_{Q_3}}{f_{Q_3}} \right) \cdot c$$

$L_i$  = tepi bawah kelas kuartil

$F_{Q_i}$  = frekuensi kelas kuartil

$\sum f_{Q_i}$  = jumlah frekuensi sebelum kelas kuartil

$N$  = jumlah data ( $\sum f$ )

$c$  = panjang interval kelas

### 2. Desil

Desil adalah ukuran yang membagi data terurut menjadi sepuluh bagian sama banyak.

$$D_i = L_i + \left( \frac{\frac{i}{10}N - \sum f_{D_i}}{f_{D_i}} \right) \cdot c$$

$L_i$  = tepi bawah kelas desil ke- $i$

$f_{D_i}$  = frekuensi kelas desil ke- $i$

$\sum f_{D_i}$  = jumlah frekuensi sebelum kelas desil ke- $i$

$N$  = jumlah data ( $\sum f$ )

$c$  = panjang interval kelas

$i$  = 1, 2, 3, ..., 9



## 1. Simpangan Rata-Rata

a. Data tunggal

$$SR = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}$$

b. Data berkelompok

$$SR = \frac{\sum f_i |x_i - \bar{x}|}{\sum f_i}$$

## 2. Simpangan Baku dan Variansi

a. Data tunggal

$$1) \text{ Variansi} = V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$2) \text{ Simpangan baku} = S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

b. Data berkelompok

$$1) \text{ Variansi} = V = \frac{1}{\sum_{i=1}^k f_i} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^2$$

$$2) \text{ Simpangan baku} = S = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^k f_i} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^2}$$

k = banyak kelas

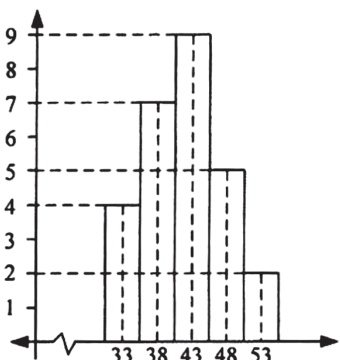
$x_i$  = nilai data atau nilai tengah kelas ke-i untuk data yang dikelompokkan dalam kelas-kelas interval

$f_i$  = frekuensi kelas ke-i

$\bar{x}$  = rata-rata data

## Soal Bahas Statistika

1. Modus dari histogram di bawah ini adalah ....



- A. 42,17                      D. 43,83  
 B. 43,17                      E. 45,50  
 C. 43,50

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Histogram di atas dapat dibuat tabel seperti berikut.

Nilai Data	Frekuensi
31-35	4
36-40	7
41-45	9
46-50	5
51-53	2

Modus data terletak pada kelas 41-45.

$$L_0 = 40,5$$

$$d_1 = 9 - 7 = 2$$

$$d_2 = 9 - 5 = 4$$

$$c = 5$$

$$\begin{aligned} \text{Modus} &= L_0 + \left( \frac{d_1}{d_1 + d_2} \right) \cdot c \\ &= 40,5 + \left( \frac{2}{2+4} \right) \cdot 5 \\ &= 40,5 + \frac{10}{6} \\ &= 40,5 + 1,666... \\ &= 42,166... \\ &= 42,17 \end{aligned}$$

2. Perhatikan data pada tabel berikut!

Nilai	Frekuensi
45-49	2
50-54	3
55-59	3
60-64	6
65-69	4
70-74	2

Kuartil bawah pada tabel di atas adalah ....

- A. 47,17                      D. 51,83  
 B. 48,50                      E. 54,50  
 C. 50,50

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

$$\begin{aligned} \text{Banyak data} = N &= 2 + 3 + 3 + 6 + 4 + 2 \\ &= 20. \end{aligned}$$

Kuartil bawah terletak pada data

$$\text{ke-} \frac{20+1}{4} = 5,25, \text{ yaitu pada kelas}$$

55-59.

$$L_1 = 54,5$$

$$f_{Q_1} = 3$$

$$\sum f_{Q_1} = 5$$

$$c = 5$$

$$Q_1 = L_1 + \left( \frac{\frac{N}{4} - \sum f_{Q_1}}{f_{Q_1}} \right) \cdot c$$

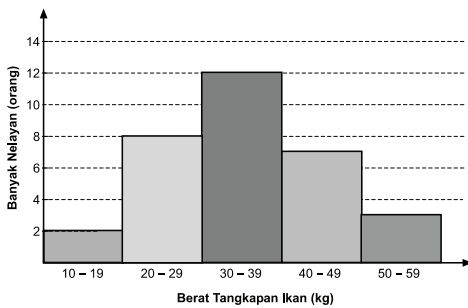
$$= 54,5 + \left( \frac{5-5}{3} \right) \cdot 5$$

$$= 54,5 + 0$$

$$= 54,50$$

Jadi, kuartil bawah data adalah 54,50.

3. Perhatikan berat tangkapan ikan sejumlah nelayan berikut!



Median data tersebut adalah ....

- A. 36,50 kg      D. 34,50 kg  
 B. 35,50 kg      E. 34,25 kg  
 C. 35,25 kg

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Nilai	$f_i$	$f_k$
10–19	2	2
20–29	8	10
30–39	12	22
40–49	7	29
50–59	3	32
Jumlah	32	

$$M_e = \frac{\text{data ke-16} + \text{data ke-17}}{2}$$

$M_e$  terletak pada kelas interval 30–39

$$M_e = L + \left( \frac{\frac{1}{2}n - f_{k_{M_e}}}{f_{M_e}} \right) \cdot c$$

$$= 29,5 + \left( \frac{\frac{32}{2} - 10}{12} \right) \cdot 10$$

$$= 29,5 + \frac{16 - 10}{12} \cdot 10$$

$$= 29,5 + 5$$

$$= 34,5$$

Jadi, mediannya adalah 34,50 kg.

4. Perhatikan data tinggi pohon yang ditanam oleh siswa yang sudah berusia 3 bulan!

Tinggi (cm)	f
131–135	1
136–140	2
141–145	3
146–150	7
151–155	12
156–160	10
161–165	5

Desil ke-4 ( $D_4$ ) dari data di atas adalah

....

- A. 153,75 cm      D. 155,25 cm  
 B. 154,25 cm      E. 155,75 cm  
 C. 154,75 cm

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

$$\text{Letak } D_4 = \text{data ke-} \frac{4}{10} \times 40 = \text{data ke-16}$$

Jadi, interval yang memuat  $D_4$  adalah interval 151–155, sehingga diperoleh

$$L_4 = 150,5$$

$$c = 5$$

$$\sum f_{D_4} = 7$$

$$f_{D_1} = 12$$

Desil keempat ( $D_4$ ) terletak di kelas: 151–155.

$$D_4 = 150,5 + \frac{16 - 7}{12} \times 5$$

$$= 150,5 + 3,75$$

$$= 154,25$$

Jadi, desil ke-4 adalah 154,25 cm.

5. Perhatikan data nilai ulangan Matematika siswa SMA kelas XII pada tabel berikut!

Nilai	Frekuensi
31–40	3
41–50	5
51–60	10
61–70	11
71–80	8
81–90	3

Kuartil bawah nilai ulangan Matematika adalah ....

- A. 48,5                      D. 54,5  
 B. 51,5                      E. 58,5  
 C. 52,5

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Banyak data =  $N = 3 + 5 + 10 + 11 + 8 + 3 = 40$

Kuartil bawah terletak pada data ke-  $\frac{40}{4} = 10$ , yaitu pada kelas 51–60.

$$L_1 = 50,5$$

$$f_{Q_1} = 10$$

$$\sum f_{Q_1} = 8$$

$$c = 10$$

$$Q_1 = L_1 + \left( \frac{\frac{N}{4} - \sum f_{Q_1}}{f_{Q_1}} \right) \cdot c$$

$$= 50,5 + \left( \frac{10 - 8}{10} \right) \cdot 10$$

$$= 50,5 + \left( \frac{2}{10} \right) \cdot 10$$

$$= 50,5 + 2$$

$$= 52,5$$

BAB  
16ATURAN PERKALIAN, PERMUTASIAN,  
DAN KOMBINASI

## A. Aturan Perkalian

Jika banyak cara memilih unsur pertama ada  $m$  cara, banyak cara memilih unsur kedua ada  $n$  cara dan banyak cara memilih unsur ketiga ada  $p$  cara, maka banyak cara memilih ketiga unsur tersebut sekaligus ada  $(m \times n \times p)$  cara ini dinamakan aturan perkalian.

## B. Permutasi

Permutasi dari sekumpulan unsur yang berbeda diartikan sebagai cara penyusunan unsur-unsur tersebut dengan memerhatikan urutannya atau letaknya.

1. Notasi faktorial.  
 $n! = n \times (n - 1) \times (n - 2) \times \dots \times 3 \times 2 \times 1$
2. Banyak permutasi  $r$  unsur yang diambil dari  $n$  unsur yang tersedia.

$${}_n P_r = \frac{n!}{(n-r)!}, \text{ dengan } r \leq n$$

3. Banyak permutasi  $n$  unsur yang diambil dari  $n$  unsur yang tersedia.

$${}_n P_n = n!$$

4. Permutasi dari  $n$  unsur yang tersedia jika terdapat  $k$  unsur yang sama,  $l$  unsur yang sama, dan  $m$  unsur yang sama adalah:

$$P = \frac{n!}{k! \times l! \times m!}$$

5. Banyak permutasi siklis dari  $n$  unsur berbeda

$$P_{\text{siklis}} = (n - 1)!$$

## C. Kombinasi

1. Kombinasi dari sekumpulan unsur yang berbeda adalah cara penyusunan unsur-unsur tersebut tanpa memerhatikan urutannya.
2. Banyak kombinasi  $r$  unsur yang diambil dari  $n$  unsur yang tersedia

$${}_n C_r = \frac{n!}{r!(n-r)!}, \text{ dengan } r \leq n$$

## Soal Bahas Aturan Perkalian, Permutasi, dan Kombinasi

1. Dalam suatu ulangan, siswa harus mengerjakan 8 soal dari 10 soal yang tersedia dengan syarat nomor 7, 8, 9, dan 10 wajib dikerjakan. Banyak cara siswa mengerjakan soal ada ....
- A. 6                                      D. 30  
 B. 15                                      E. 45  
 C. 24

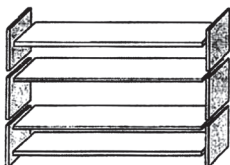
**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: B**

Sebanyak 4 soal wajib dikerjakan, sehingga masih bisa memilih 4 soal dari 6 soal sisa.

Permasalahan tentang kombinasi. Banyak cara mengerjakan soal

$${}^6C_4 = \frac{6!}{4!(6-4)!} = \frac{6 \times 5 \times 4!}{4! \times 2!} = \frac{6 \times 5}{2 \times 1} = 15$$

2. Untuk membuat secara lengkap satu rak sepatu seperti pada gambar, seorang tukang kayu membutuhkan 4 potong panel kayu panjang dan 6 panel kayu pendek.



Tukang kayu memiliki persediaan panel kayu panjang dengan 5 pilihan warna dan panel kayu pendek dengan 7 pilihan warna.

Jika panel kayu panjang harus dipasangkan dengan dengan warna yang sama demikian juga dengan panel kayu pendek, tetapi panel kayu panjang tidak harus berwarna dengan panel kayu pendek, banyak variasi rak sepatu yang dapat dibuat adalah ....

- A. 20                                      D. 30  
 B. 24                                      E. 35  
 C. 28

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Banyak cara memilih panel kayu panjang berdasarkan warna = 5 cara.  
 Banyak cara memilih panel kayu pendek berdasarkan warna = 7 cara.  
 Banyak cara membuat rak sepatu dengan warna berbeda =  $5 \times 7 = 35$  cara

3. Dari angka-angka 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 akan disusun bilangan yang terdiri dari 4 angka berbeda. Banyak bilangan yang lebih dari 4.000 adalah ....
- A. 120                                      D. 360  
 B. 180                                      E. 720  
 C. 240

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**  
**Jawaban: C**

Ribuan	Ratusan	Puluhan	Satuan
4 cara	5 cara	4 cara	3 cara

Banyak bilangan yang lebih dari 4.000 adalah  $4 \times 5 \times 4 \times 3 = 240$  bilangan.





4. Sebuah kantong memuat 5 bola merah, 3 bola hijau, dan 4 bola biru. Tiga bola diambil secara acak. Banyak cara pengambilan bola jika yang terambil dua bola merah dan satu bola hijau ada ....
- A. 10 cara                                      D. 40 cara  
 B. 20 cara                                      E. 50 cara  
 C. 30 cara

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: C**

Banyak cara pengambilan agar terambil 2 merah dan 1 hijau adalah:

$$\begin{aligned} {}_5C_2 \times {}_3C_1 &= \frac{5!}{2!3!} \times \frac{3!}{1!2!} \\ &= \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2!}{2!3 \times 2 \times 1} \times \frac{3 \times 2!}{1 \times 2!} \\ &= 30 \text{ cara} \end{aligned}$$

5. Erik suka sekali main skateboard. Dia mengunjungi sebuah toko bernama SKATERS untuk mengetahui beberapa model. Di toko ini dia dapat membeli skateboard yang lengkap. Atau, ia juga dapat membeli sebuah papan, satu set roda yang terdiri dari 4 roda, satu set sumbu yang terdiri dari dua sumbu, dan satu set perlengkapan kecil untuk dapat merakit skateboard sendiri. Daftar barang dan model/jenis skateboard di toko ini sebagai berikut.

Barang	Model/Jenis
Skateboard lengkap	
Papan	
Dua set roda yang terdiri dari 4 roda	
Satu set sumbu yang terdiri dari dua sumbu	
Dua set perlengkapan kecil (seperti baut, mur, dan karet)	

Toko itu menawarkan tiga macam papan, dua macam set roda, dan dua macam set perlengkapan kecil. Hanya ada satu macam set sumbu.

Berapa banyak skateboard berbeda yang dapat dibuat oleh Erik?

- A. 6  
 B. 8  
 C. 10  
 D. 12  
 E. 24

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Untuk merangkai komponen-komponen tersebut menjadi skateboard dapat dibuat berbagai variasi sebagai berikut.

Papan = 3 jenis

Roda = 2 set

Sumbu = 1 set

Onderdil = 2 set

Banyak Cara merangkai skateboard

berbeda =  $3 \times 2 \times 1 \times 2 = 12$

BAB  
17

## PELUANG KEJADIAN

## A. Peluang Suatu Kejadian

- Ruang sampel adalah himpunan semua hasil yang mungkin dari sebuah percobaan.  
 $n(S)$  = banyak anggota ruang sampel  
Kejadian adalah himpunan bagian dari ruang sampel.
- Setiap anggota ruang sampel (titik sampel) mempunyai peluang yang sama untuk muncul. Peluang kejadian A yang memiliki anggota sebanyak  $n(A)$  adalah:

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}, \quad A \subset S$$

- Diketahui  $A'$  adalah komplemen kejadian A atau kejadian bukan A atau kejadian A tidak terjadi. Peluang kejadian A tidak terjadi adalah:  
 $P(A') = 1 - P(A)$
- Frekuensi harapan dari kejadian A dirumuskan :  
 $F_h(A) = P(A) \times N$  dengan  $N$  = banyak percobaan.

## B. Peluang Kejadian Majemuk

## 1. Peluang Dua Kejadian Saling Lepas

Jika A dan B dua kejadian yang berada dalam ruang sampel S, peluang kejadian  $A \cup B$  adalah

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

Jika A dan B masing-masing dua kejadian yang saling lepas, berlaku:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

## 2. Peluang Dua Kejadian Saling Bebas

Jika terjadinya kejadian A tergantung dengan kejadian B atau sebaliknya, kejadian A dan B tidak saling bebas. Kejadian tersebut dinamakan kejadian bersyarat. Peluang kejadian B dengan syarat kejadian A terjadi lebih dahulu ditulis  $P(B/A)$ .

$$P(A \cap B) = P(A) \times P(B/A)$$

Jika A dan B kejadian-kejadian yang saling bebas, berlaku

$$P(A \cap B) = P(A) \times P(B)$$



## Soal Bahas Peluang Kejadian

1. Peluang munculnya mata dadu ganjil atau kelipatan 3 pada pelemparan sebuah dadu adalah ....

- A.  $\frac{5}{6}$                       D.  $\frac{1}{4}$   
 B.  $\frac{1}{2}$                       E.  $\frac{1}{6}$   
 C.  $\frac{2}{3}$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Kejadian muncul mata dadu ganjil atau kelipatan 3 pada pelemparan sebuah dadu.

$K = \{1, 3, 5, 6\}$ ,  $n(K) = 4$ , dan  $n(S) = 6$

$$P(K) = \frac{n(K)}{n(S)} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

Jadi, peluangnya adalah  $\frac{2}{3}$ .

2. Di sebuah toko tersedia 1 lusin lampu, 2 diantaranya rusak. Ada tiga orang akan membeli masing-masing 1 lampu. Peluang pembeli ketiga mendapatkan lampu rusak adalah ....

- A.  $\frac{1}{66}$                       D.  $\frac{1}{6}$   
 B.  $\frac{1}{33}$                       E.  $\frac{2}{11}$   
 C.  $\frac{3}{22}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Terdapat 12 lampu, yang terdiri 10 lampu bagus (B) dan 2 lampu rusak (R)

Proses melayani pembeli dilakukan secara berurutan dari pembeli 1 sampai pembeli 3.

Peluang pembeli ketiga mendapat lampu rusak

$$\begin{aligned} &= (P(B) \cdot P(B) \cdot P(R)) + (P(B) \cdot P(R) \cdot P(R)) + (P(R) \cdot P(B) \cdot P(R)) \\ &= \left(\frac{10}{12} \cdot \frac{9}{11} \cdot \frac{2}{10}\right) + \left(\frac{10}{12} \cdot \frac{2}{11} \cdot \frac{1}{10}\right) + \left(\frac{2}{12} \cdot \frac{10}{11} \cdot \frac{1}{10}\right) \\ &= \frac{9}{66} + \frac{1}{66} + \frac{1}{66} = \frac{11}{66} = \frac{1}{6} \end{aligned}$$

3. Riki memiliki 8 kelereng biru dan 7 kelereng merah di dalam kotak. Riki akan mengambil 4 kelereng sekaligus secara acak. Peluang terambil 1 kelereng biru dan 3 kelereng merah adalah ....

- A.  $\frac{5}{39}$                       D.  $\frac{3}{13}$   
 B.  $\frac{2}{13}$                       E.  $\frac{5}{13}$   
 C.  $\frac{8}{39}$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Misalkan: S = pengambilan 4 kelereng sekaligus

$$\begin{aligned} n(S) &= {}_{15}C_4 \\ &= \frac{15!}{4!11!} \\ &= \frac{15 \times 14 \times 13 \times 12 \times 11!}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 11!} \\ &= 1.365 \end{aligned}$$

Misalkan:

A = kejadian terambil 1 kelereng biru dan 3 kelereng putih

$$\begin{aligned} n(A) &= {}_8C_1 \times {}_7C_3 \\ &= \frac{8!}{1!7!} \times \frac{7!}{3!4!} \\ &= \frac{8 \times 7!}{1 \times 7!} \times \frac{7 \times 6 \times 5 \times 4!}{3 \times 2 \times 1 \times 4!} \\ &= 8 \times 35 \\ &= 280 \text{ cara} \end{aligned}$$

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{280}{1.365} = \frac{8}{39}$$

Jadi, peluang terambil 1 kelereng biru dan 3 kelereng putih adalah  $\frac{8}{39}$ .

4. Sebuah film dokumenter menayangkan perihal gempa bumi dan seberapa sering gempa bumi terjadi. Film itu mencangkup diskusi tentang keterkiraan gempa bumi. Seorang ahli geologi menyatakan: "Dalam dua puluh tahun ke depan, peluang sebuah gempa bumi akan terjadi di kota Zadia adalah dua per tiga."

Manakah keterangan di bawah ini yang paling mencerminkan maksud pernyataan ahli geologi tersebut?

- A.  $\frac{2}{3} \times 20 = 13,3$ , sehingga antara 13 dan 14 tahun dari sekarang akan terjadi sebuah gempa bumi di kota Zadia.
- B.  $\frac{2}{3}$  lebih besar dari  $\frac{1}{2}$ , sehingga kita dapat meyakini bahwa akan terjadi sebuah gempa bumi di kota Zadia pada suatu saat dalam 20 tahun ke depan.
- C. Peluang terjadinya sebuah gempa bumi di kota Zadia pada suatu saat dalam 20 tahun ke depan lebih tinggi daripada peluang tidak terjadinya gempa bumi.
- D. Kita tak dapat mengatakan apa yang akan terjadi, karena tidak seorang pun dapat meyakinkan kapan sebuah gempa bumi akan terjadi.
- E. Pasti akan terjadi gempa bumi 20 tahun yang akan datang karena sudah diperkirakan oleh ahli geologi.

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Berdasarkan ahli geologi tersebut dapat dikatakan bahwa untuk 20 tahun ke depan, diperkirakan peluang terjadi gempa dua pertiga atau sekitar 67%, artinya diperkirakan tidak terjadi gempa 33%.

Di sini dapat dibandingkan antara persentase terjadi dan persentase tidak terjadi. Sehingga meskipun persentase terjadi lebih besar daripada tidak terjadi gempa, kita tidak bisa memastikan terjadinya gempa.

Jadi, pernyataan yang benar adalah pilihan C.

5. Seorang penjaga gawang profesional mampu menahan tendangan pinalti dengan peluang  $\frac{3}{5}$ . Dalam sebuah kesempatan dilakukan 5 kali tendangan. Peluang penjaga gawang mampu menahan 3 kali tendangan adalah ....

- A.  $\frac{180}{625}$
- B.  $\frac{612}{625}$
- C.  $\frac{216}{625}$
- D.  $\frac{228}{625}$
- E.  $\frac{230}{625}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Peluang penjaga gawang berhasil

$$\text{menahan tendangan} = P(B) = \frac{3}{5}$$

Peluang penjaga gawang gagal

$$\text{menahan tendangan} = P(G) = 1 - \frac{3}{5} = \frac{2}{5}$$

Peluang penjaga gawang mampu menahan 3 kali tendangan dari 5 kali tendangan

$$= {}_5C_3 \times P(B)^3 \times P(G)^2$$

$$= \frac{5!}{3!2!} \times \left(\frac{3}{5}\right)^3 \times \left(\frac{2}{5}\right)^2$$

$$= \frac{5 \times 4 \times 3!}{3! \times 2 \times 1} \times \frac{27}{125} \times \frac{4}{25}$$

$$= 10 \times \frac{108}{3.125}$$

$$= \frac{216}{625}$$

Jadi, peluang penjaga gawang mampu

menahan 3 kali tendangan adalah  $\frac{216}{625}$ .

# RINGKASAN MATERI

## Bahasa Inggris

1. Listening 1
2. Listening 2
3. Listening 3
4. Listening 4
5. Listening 5
6. Advertisement
7. Announcement
8. Letter/Email
9. Discussion
10. Explanation
11. Exposition
12. News Item
13. Recount
14. Report
15. Review
16. Sentence Arrangement
17. Cloze Text

BAB  
1

## LISTENING 1

Pada bagian listening yang pertama, siswa diminta untuk memilih jawaban yang paling tepat berdasarkan pada dialog yang diperdengarkan.

**A. Asking for and Giving Information****1. ASKING FOR INFORMATION**

- Can you tell me who she is?
- Could you tell me what it is?
- Do you know why she moves?
- (Have you got/Do you have) any idea of moving this heavy table?
- (Do/Would) you happen to know about the research?
- Why is the teacher angry?

**2. GIVING INFORMATION**

- Sure.
- Just follow me.
- Because she wants higher salary.

**3. AVOIDING GIVING INFORMATION**

- No comment.
- I'm sorry, that's confidential.
- Sorry, that's personal.
- I'd rather not talk about it.
- Mind your own business.

**B. Expressing Plan/Intention/Purpose****1. ASKING ABOUT PLAN/INTENTION/PURPOSE**

- What are you doing tomorrow?
- Got any plans for ...?
- Have you got anything planned?
- What's your plan?
- What is your intention?
- Do you have any plans for ...?

**2. EXPRESSING PLAN/ INTENTION/ PURPOSE**

- I am going to ...
- No, I don't.
- I want to ...

## C. Showing Concern

### 1. SHOWING CONCERN

- a. What's the matter?
- b. Are you alright?
- c. What's getting you down?
- d. Do you need a shoulder to cry on?
- e. What's up with you?
- f. Why do you look so happy?

### 2. RESPONSES

- a. Nothing. I just need a rest.
- b. I failed the test.
- c. I am accepted in a prominent university.

## D. Asking for And Giving Something

### 1. ASKING FOR SOMETHING

- a. Can I have something to drink?
- b. Would you mind lending me your book?
- c. Could you pass me the milk?

### 2. GIVING SOMETHING

- a. Here you are.
- b. Here it is.
- c. Okay/sure/certainly.

## E. Expressing Pride

- 1. I'm proud of you!
- 2. You make us proud!
- 3. You have done well!

## F. Expressing Gratitude

### 1. EXPRESSING GRATITUDE

- a. Thanks/thank you.
- b. I'm really grateful/I am most grateful.
- c. I really appreciate it.
- d. You've made my day.
- e. I would like to express my gratitude.

### 2. RESPONSES

- a. You're welcome.
- b. Don't mention it.
- c. Any time.
- d. My pleasure.

## G. Apologizing

### 1. APOLOGIZING

- a. Sorry.
- b. I'm (so/very/terribly) sorry.
- c. Ever so sorry.
- d. I apologize for the mistake.
- e. Please excuse my ignorance.
- f. Please don't be mad at me.
- g. Please accept our sincerest apologies.

### 2. RESPONSES

- a. It's all right
- b. Never mind
- c. No problem
- d. No worries
- e. Take it easy

## H. Asking for and Giving Directions/Instructions

### 1. ASKING FOR DIRECTIONS/INSTRUCTIONS

- a. Could you tell me how to ...?
- b. Would you mind telling me how to go to ...?
- c. Will you show me the way to ...?

### 2. GIVING DIRECTIONS/INSTRUCTIONS

- a. Absolutely, I will show you how to do it.
- b. Of course, just go straight ahead then turn right on the first crossroad.

## I. Offering Things and Services/Help

### 1. OFFERING THINGS AND SERVICE/HELP

- a. Can I help you?
- b. What can I do for you?
- c. Could I get something to relieve you?
- d. Would you like some tea?

### 2. ACCEPTING THINGS AND SERVICE/HELP

- a. Thanks/thanks you very much.
- b. That's very kind of you.

### 3. DECLINING THINGS AND SERVICE/HELP

- a. No, thanks.
- b. Thank you for offering, but ...

#### Note:

Baca pilihan jawaban terlebih dahulu sebelum soal diperdengarkan. Buatlah catatan kecil mengenai isi percakapan yang berkaitan dengan pilihan jawaban saat soal diperdengarkan.

Pada sub bab contoh soal dan uji kompetensi, teks yang diblok merupakan listening script sehingga teks tersebut tidak tampil dalam lembar soal ujian.

## Soal Bahas Listening 1



AUDIO  
LISTENING 1

### Pada audio diperdengarkan:

Woman : Holidays are coming up. What do you plan?

Man : I'm going to Bali. I would go to some tourist, resorts such as Tampak Siring, Bedugul, Kintamani, Kuta and Kuta square. I would go shopping, swimming, and see beautiful scenery. I'm going to be there for a week.

Woman : Oh it sounds wonderful. I envy you.

Narrator : What is the main topic of the conversation?

1. A. Having a journey for a week  
B. Going shopping  
C. Going swimming  
D. Beautiful scenery  
E. Discussing holiday plans

### **Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Pada awal conversation orang pertama berkata "Holidays are coming up. What do you plan?", orang kedua merespon dengan mengungkapkan rencana liburannya di Bali, maka topik conversation tersebut adalah rencana liburan (holiday plans).

### Pada audio diperdengarkan:

Man : Excuse me! Is there grocery store around here?

Woman : Yeah, there is one near here.

Man : Can you tell me how to get there?

Woman : Sure. Go straight this street for three blocks. Turn left when you get to Maple Street. Stay in Maple Street for half a block. It's on the left hand side.

Narrator : What is the woman doing?

2. A. Shopping at a grocery store  
B. Going to a grocery store  
C. Following directions  
D. Giving directions to the man  
E. Walking down Maple street

### **Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Dalam conversation yang diperdengarkan, sang wanita mengatakan "Go straight" dan "turn left" yang mengimplikasikan bahwa dia menunjukkan arah (giving direction).

### Pada audio diperdengarkan:

Man : When will you come over for dinner? Will you come tonight?

Woman : Not tonight. I promise to go to the concert with my brother.

Man : Well, how about Friday, then?

Woman : That sounds great.

Narrator : Why is the woman not able to go to dinner?

3. A. She has broken her own promises  
B. She cannot cook the dinner well  
C. She is going to a concert

- D. She practices some sounds
- E. She will perform in the concert

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Pernyataan sang wanita “Not tonight. I promise to go to the concert with my brother” mengindikasikan bahwa dia tidak dapat pergi makan malam karena dia akan pergi ke konser.

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : I heard you passed your exam with flying colors. I’m very proud of you.

Woman : Thank you, Dad. I got 10 for Math and Biology.

Narrator : What is the topic of the conversation?

- 4. A. Expressing hope
- B. Expressing pride
- C. Expressing satisfaction
- D. Showing happiness
- E. Asking for an apology

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Pernyataan “I’m very proud of you” (saya sangat bangga padamu) merupakan ungkapan kebanggan.

**Pada audio diperdengarkan:**

Woman : Thank you very much for the beautiful book, Mr. Sugeng. It is very nice of you to remember my birthday.

Man : It was the least gift I can give you. I hope you like it.

Narrator : What is the dialogue about?

- 5. A. Buying a book
- B. Celebrating a birthday
- C. Getting a beautiful book
- D. Giving a birthday present
- E. Thanking the man for his gift

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Dari ucapan sang wanita “Thank you very much for the beautiful book, Mr. Sugeng. It is very nice of you to remember my birthday” maka dapat disimpulkan bahwa yang sedang dibicarakan adalah mengenai pemberian hadiah ulang tahun.



BAB  
2

## LISTENING 2

Pada bagian listening yang kedua, siswa diminta untuk memilih jawaban yang paling tepat untuk merespons bagian dialog yang telah diperdengarkan.

## A. Giving Suggestion

## 1. GIVING SUGGESTION

- I reckon you should ...
- Why don't you ...?
- If I were you, I would ...
- I suggest you ...
- You had better ...
- I would strongly advice you to ...
- It might be a good idea to ...

## 2. RESPONSES

- That's a good idea.
- You're right.
- That's a good suggestion.
- I agree with you.

## B. Asking for and Giving Opinion

## 1. ASKING FOR OPINION

- What do you think of ...?
- What do you think about ...?
- How do you feel about ...?
- What do you reckon about ...?
- What is your opinion of ...?
- What are your views on ...?
- What would you say to .../ if we ...?

## 2. GIVING OPINION

- I think that's a good idea ...
- In my view, ...
- In my opinion, ...
- We had better ...
- As far as I'm concerned ...
- I'm utterly convinced that ...
- In my humble opinion ...

## C. Expressing Pleasure/Displeasure

## 1. EXPRESSING PLEASURE

- That's great/ that's wonderful.
- I'm delighted/ I'm excited.
- It's really a great pleasure.

## 2. EXPRESSING DISPLEASURE

- I'm fed up with ...
- I feel bad about ...
- I'm sad to see ...
- I'm extremely displeased ...

## D. Expressing Like and Dislike

### 1. EXPRESSING LIKE

- I like .../I love ...
- I'm a big fan of ...
- I'm absolutely crazy about ...
- I'm really into it ...
- I'm particularly fond of ...
- There's nothing I like more than ...

### 2. EXPRESSING DISLIKE

- I hate ...
- I dislike .../ I don't like ...
- I'm not too keen on ...
- I'm not a big fan of ...
- I'm not particularly fond of ...
- I can't stand it/ I really hate it ...
- I'm afraid it doesn't appeal to me ...
- I would rather ... than ...

## E. Expressing Sympathy

- I am sorry to hear that.
- That's too bad.
- What a pity of you.
- I sympathize with ...
- I know how your feeling is ...

## F. Expressing Satisfaction/Dissatisfaction

### 1. EXPRESSING SATISFACTION

- I'm really satisfied with ...
- I'm completely happy with ...
- Everything was just perfect

### 2. EXPRESSING DISSATISFACTION

- I am a little dissatisfied with ...
- I am a bit disappointed with ...
- I want to make complaint

## G. Expressing Hope

- I wish ...
- I hope ...
- Hopefully ...
- I do hope that ...

## H. Inviting Someone

### 1. INVITING

- Could you come to ...?
- Would you mind coming over on ...?
- Would you like to come to my birthday party on ...?
- How about going out for lunch?
- I'd like you to ...?
- Can you ...?
- How would you like to ...?
- Why don't you join me for lunch?
- Would you come with me to ...?

## 2. ACCEPTING INVITATION

- a. Thank you for your invitation.
- b. That's very kind of you.
- c. That sound wonderful, I'll happy to come/join.
- d. I'd love to go with you.
- e. Certainly, I'd love to go

## 3. DECLINING INVITATION

- a. Thank you but I'm sorry, I'm afraid I can't ...
- b. Thank you for your invitation but I don't think I can make it.
- c. I'd love to but I can't. I have other plans.
- d. That's very kind of you, but I'm afraid my schedule is booked up all next...
- e. I'm sorry, but I have other plans. Thank you anyway.
- f. I'd like to, but tomorrow I would prefer to stay at home

Note:

Baca pilihan jawaban terlebih dahulu saat narrator membacakan direction dan contoh soal. Buatlah catatan kecil mengenai isi percakapan yang berkaitan dengan pilihan jawaban saat soal diperdengarkan.

Pada sub bab contoh soal dan uji kompetensi, teks yang diblok merupakan listening script sehingga teks tersebut tidak tampil dalam lembar soal ujian.

## Soal Bahas Listening 2



AUDIO  
LISTENING 2

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : Are you okay? You look a bit dizzy today.

Woman : I was caught in heavy rain yesterday. I'm afraid I'll get sick.

Narrator : What does the man most likely reply?

- Man :
- A. I don't really like the rain.
  - B. Thank you, that's very kind of you.
  - C. Sorry, I didn't bring my rain coat with me.

- D. You should take a rest and eat healthy food.
- E. You must not take a rest and eat healthy food.

1. Mark your answer on your answer sheet.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan  
Jawaban: D**

Sang wanita mengatakan bahwa sehari sebelumnya dia kehujanan dan dia khawatir dia akan sakit, maka respon yang paling tepat untuk pernyataan tersebut adalah "You should take a rest and eat healthy food".

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : Hi Detty. Thank you for the book you gave me.  
Woman : Don't mention it. Do you like it?  
Narrator : What does the man probably answer?  
Man :  
A. Thank goodness  
B. Yes, I was amazed reading it  
C. I like the way you treat me  
D. Sure, absolutely. You're right  
E. I'm sorry to hear that

2. Mark your answer on your answer sheet.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Respon yang paling masuk akal untuk pertanyaan "Apakah kamu menyukainya?" adalah "Yes, I was amazed reading it".

**Pada audio diperdengarkan:**

Woman : What do you think of my new jacket? Does it suit me?  
Narrator : What does the man probably answer?  
Man :  
A. Yes, you look nice.  
B. Yes, this is absolutely right.  
C. Yes, I think you are wrong.  
D. No, you'll never believe it.  
E. No, I'm satisfied with it.

3. Mark your answer on your answer sheet.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Sang wanita meminta pendapat sang laki-laki mengenai jaket barunya apakah sesuai untuknya, maka jawaban yang paling sesuai adalah "Yes, you look nice".

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : I really made a mistake  
Woman : What about?  
Man : I have broken your pen  
Woman : That pen? Oh no!  
Narrator : What would the man most likely reply?  
Man :  
F. I love that pen  
G. Thank you  
H. I'm proud of you  
I. I'm very sorry  
J. Yes, I think you are wrong

4. Mark your answer on your answer sheet.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Pada percakapan tersebut sang laki-laki mengaku kalau dia merusakkan bolpen sang wanita dan sang wanita merespon dengan kecewa, maka ungkapan yang paling sesuai untuk dinyatakan sang laki-laki adalah permintaan maaf.

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : What's the matter, Dara? You look sad today.  
Woman : My father is very ill and has been hospitalized since yesterday.  
Narrator : What's the most appropriate response for the man to say next?  
Man :  
K. I hope he will get better soon  
L. I think you should take a rest  
M. I am glad to hear that  
N. I suggest you cheer up forever  
O. I'm very sorry

5. Mark your answer on your answer sheet.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Respon yang paling sesuai untuk pernyataan sang wanita bahwa ayahnya sakit keras dan dirawat di rumah sakit adalah "I hope he will get better soon".

BAB  
3

## LISTENING 3

Soal-soal yang ada pada bagian ini adalah memilih gambar yang sesuai dengan isi percakapan yang diperdengarkan. Pertanyaan yang sering muncul biasanya pertanyaan mengenai kegiatan yang sedang atau akan dilakukan, benda yang sedang dibicarakan dan tempat dimana dialog tersebut berlangsung atau yang akan dituju.

**Contoh pertanyaan:**

- Which picture goes with the conversation?
- Which picture shows the man's occupation?
- Which picture shows the place where the woman works?
- Which picture shows what the man needs?
- Where will they go?

**Note:**

Pada saat narator membacakan direction dan contoh soal, lihat dulu gambar yang ada dalam pilihan jawaban.

Pada sub bab contoh soal dan uji kompetensi, teks yang diblok merupakan listening script sehingga teks tersebut tidak tampil dalam lembar soal ujian.

### Soal Bahas Listening 3



AUDIO LISTENING 3

#### Pada audio diperdengarkan:

Man : I think I'll take a kilo of pears.  
Cindy, do you want any apples, mangos or bananas?  
Woman : I need a pineapple for my diet.  
Narrator : Which picture shows the fruit the woman needs?

1. A.



D.



B.



E.



C.



**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: A**

Pada percakapan tersebut sang wanita mengatakan bahwa dia membutuhkan nanas untuk dietnya.

#### Pada audio diperdengarkan:

Man : What's on channel 6 tonight?  
Woman : There is a traditional dance performance. This dance is very energetic.  
Man : What is it like?  
Woman : A group of people sitting together, side by side, moving their arms, shoulders, and heads in time with one another.  
Narrator : Which picture goes with the dialogue?

2. A.



D.



B.



E.



C.



**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: D**

Dari ucapan "A group of people sitting together, side by side, moving their arms, shoulders, and heads in time with one another" (sekelompok orang duduk bersama, bersebelahan, menggerakkan lengan dan pundak dan kepala bersamaan satu sama lain) bisa disimpulkan bahwa tari yang ditunjukkan ada pada pilihan D.






**Pada audio diperdengarkan:**

Woman : Do you come to our school reunion last night?

Man : No. I had surgery with my fellow doctor in the emergency room. Did you go?

Woman : Yes. I met so many old friends there. Bill is a lawyer. He works for his own law firm. Edward is a math teacher in Houston. John is in the army, and his brother Jimmy is a pilot.

Narrator : Which picture shows the man's occupation?

3. A.  D. 
- B.  E. 
- C. 

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: A**






Pada percakapan tersebut sang laki-laki berbicara "I had surgery with my fellow doctor in the emergency room", maka dapat disimpulkan bahwa dia adalah seorang dokter.

**Pada audio diperdengarkan:**

Woman : What sport do you like best?

Man : I love soccer. It's a sport played between two teams of eleven players with a ball. I will have a big match next month in Gelora Bung Karno stadion.

Narrator : Which sport game shows the man's description?

4. A. 
- B. 
- C. 
- D. 
- E. 

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: A**

Pada percakapan tersebut, sang laki-laki berkata bahwa olahraga dimainkan dua tim, satu tim sebelas orang, dimainkan di stadion GBK, maka dapat disimpulkan bahwa olahraga tersebut adalah sepakbola.

**Pada audio diperdengarkan:**

Woman : Hi, where do you want to go?

Man : I want to go to the canteen.  
I'm hungry, I haven't had  
breakfast this morning.

Woman : What do you want to eat?

Man : Well, perhaps I'll eat burger,  
spaghetti or fried chicken? Do  
you want some fried fries? I'll  
treat you.

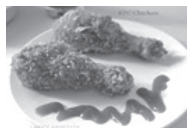
Woman : I prefer something sweet.  
Cupcakes will be alright.

Narrator : Which picture shows the food the  
man will order for the woman?

5. A.



D.



B.



E.



C.



***Tipe Soal Aplikasi/Terapan***

***Jawaban: C***

Dari ucapan sang wanita "I prefer something sweet. Cupcakes will be alright", maka jelas sang laki-laki akan memesankannya cupcakes.



BAB  
4

## LISTENING 4

Soal-soal yang ada pada bagian ini adalah memilih gambar yang sesuai dengan isi monolog yang diperdengarkan. Pertanyaan yang sering muncul biasanya pertanyaan mengenai kegiatan yang sedang atau akan dilakukan dan benda yang sedang dibicarakan.

**Contoh pertanyaan:**

- Which picture goes with the description you have just heard?
- Which picture shows what the man doing?
- Which picture goes with the monolog?

**Note:**

Perhatikan gambar dengan seksama sebelum teks soal diperdengarkan.

Pada sub bab contoh soal dan uji kompetensi, teks yang diblok merupakan listening script sehingga teks tersebut tidak tampil dalam lembar soal ujian.






## Soal Bahas Listening 4



**Pada audio diperdengarkan:**

Man : This animal has a pair of wings. It is active at night. It sleeps during the day. People regard the animal as a manifestation of a Dracula. It has broad big eyes and sharp fangs. This animal can be found in caves, hanging upside down.

Narrator : Which pictures goes with the monologue?

1. A.  D. 
- B.  E. 
- C. 






**Tipe Soal Aplikasi/Terapan  
Jawaban: A**

Dari monolog dapat diketahui bahwa hewan tersebut aktif di malam hari dan dapat ditemukan di gua bergelantung terbalik, maka hewan tersebut adalah kelelawar.

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : I love adventure and riding fast. This vehicle is a great form of transport and can also be used in racing events. It is best suited to riding on dusty roads and rough terrains.

Narrator : Which picture shows the vehicle described in the monologue?

2. A. 
- B. 
- C. 
- D. 
- E. 

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman  
Jawaban: C**

Ungkapan “riding” mengacu pada roda dua, sedangkan yang sesuai untuk pernyataan “... riding on dusty roads ...” (berkendara di jalan berdebu) adalah gambar pada pilihan jawaban C.

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : I love gardening. I have a small garden in my backyard. There are daffodils, cambodian flowers, orchid, red roses, and white lily. My oldest daughter, Annisa, is crazy about red roses. She always helps me water all flower in the afternoon. I love all my flowers.

Narrator : Which flower does Annisa like?

3. A.



D.



B.



E.



C.



**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: D**

Pada monolog tersebut dijelaskan bahwa Annisa, anak perempuannya, tergila-gila dengan mawar merah.

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : The sacred city of Itza in Maya is located 75 miles east of Merida, a capital of the state of Yucatan, Mexico. This archeological site is raised amongst the most important of the main culture and covers an area of approximately 6 squares miles where hundreds of buildings once stood. Now, most are mounds, but about 30 may still be seen by tourists. The state pyramid stands about 30 metres high in consist of a series of 9 square terraces with a 6 metres high temple upon the summit. The size of these buildings are approximately 55.3 metres at the base and rise at an angle of 53 degrees. Although, that very slightly for each side.

Narrator : What is being described in the monologue?

4. A.



B.



C.



D.



E.



**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Kata kunci pada monolog tersebut adalah Mexico dan pyramid, maka gambar yang sesuai dengan kata kunci pada monolog tersebut adalah gambar piramida.

**Pada audio diperdengarkan:**

Man : These shoes are suitable for everyone. Both male and female are able to wear them. They are usually worn by those doing exercise or sport. The flexibility of the sole enables the person wearing it move or run quickly. Most of these shoes producers pay much attention on the comfort of the people wearing them. The shoes are available in many colors and price.

Narrator : Which picture shows the shoes the speaker describes?

5. A.  D. 
- B.  E. 
- C. 

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

Pada monolog dikatakan bahwa sepatu tersebut cocok buat pria maupun wanita dan biasanya untuk olahraga, maka sepatu yang dimaksud adalah sepatu olahraga.

BAB  
5

## LISTENING 5

Pada bagian listening ini siswa diminta untuk memilih jawaban yang paling tepat dari pertanyaan berdasarkan pada monolog yang diperdengarkan. Monolog yang dipakai adalah bagian dari jenis teks berikut.

**1. RECOUNT**

Recount adalah jenis teks yang menceritakan kembali peristiwa yang terjadi di waktu lampau.

**2. NEWS ITEM**

News item adalah jenis teks yang memberitakan/menginformasikan peristiwa/kejadian sehari-hari yang dianggap penting.

**3. REPORT**

Report adalah jenis teks yang mendeskripsikan/menggambarkan sesuatu (benda/mahluk hidup) secara umum.

**4. NARRATION**

Narration adalah teks yang berisi cerita (biasanya fiksi) yang terdapat rangkaian peristiwa yang saling terhubung. Teks narration bertujuan untuk menghibur pembaca dengan cerita yang disampaikan.

**5. DESCRIPTION**

Description adalah teks yang berisi tentang penggambaran/pendeskripsian benda, orang atau tempat secara mendetail.

**6. REVIEW**

Review adalah teks yang berisi tentang kritik/penilaian terhadap peristiwa atau karya seni yang ditujukan untuk pembaca/pendengar/khalayak ramai.

**Note:**

Baca pilihan jawaban terlebih dahulu saat narrator membacakan direction dan contoh soal. Buatlah catatan kecil mengenai isi monolog yang berkaitan dengan pilihan jawaban saat soal diperdengarkan.

Pada sub bab contoh soal dan uji kompetensi, teks yang diblok merupakan listening script sehingga teks tersebut tidak tampil dalam lembar soal ujian.

## Soal Bahas Listening 5



AUDIO  
LISTENING 5

### Pada audio diperdengarkan:

CNN. A major snowstorm slashed the east coast and foiled the busy holiday as airport shut down the runways, rail services were slowed and bus roads were suspended on the last weekend before Christmas. Three deaths in Virginia were grained on the storm, says official service. One person was killed late Friday in a single car crash. Two other deaths were reported Saturday as there was more heavy snow than expected.

**Narrator :** What is the monologue about?

1. A. Rail services  
B. Christmas holiday  
C. Airports  
D. Snowfall  
E. Snowstorm

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Monolog tersebut memberitakan tentang badai salju di pantai timur "A major snowstorm slashed the east coast".

### Pada audio diperdengarkan:

CNN. A major snowstorm slashed the east coast and foiled the busy holiday as airport shut down the runways, rail services were slowed and bus roads were suspended on the last weekend before Christmas. Three deaths in Virginia were grained on the storm, says official service. One person was killed late Friday in a single car crash. Two other deaths were reported Saturday as there was more heavy snow than expected.

**Narrator :** How many casualties are there in the incident?

2. A. Two  
B. Three  
C. Four  
D. Five  
E. Six

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Pada monolog dinyatakan "Three deaths in Virginia were grained on the storm, says official service. One person was killed late Friday in a single car crash. Two other deaths were reported Saturday", maka dapat diketahui jumlah korbannya ada 3, satu di hari Jumat dan dua di hari Sabtu.

**Pada audio diperdengarkan:**

Ladies and gentlemen. In case of emergency, take the life jacket which is located under your seat. Put the life jacket over your head and then fasten the jacket tapes around your waist. Do not inflate the jacket until you have left the aircraft. The jacket will be automatically inflated by pulling a cord, but if not you can blow into the chip to inflat it. A light is attached to the jacket for attracting attention. The life jacket should be removed only in case of emergency. The use of TV set, AM and FM radios and radio cassette recorders, walkman, and any mobile phones are prohibited on board as they interfere the communication and navigational system. We wish you an enjoyable flight.

**Narrator :** Where is the life jacket located?

3. A. Over the head
- B. Around the waist
- C. Outside the aircraft
- D. In the back of the seat
- E. Under the seat

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Pada monolog dinyatakan "In case of emergency, take the life jacket which is located under your seat.", jaket berada di bawah tempat duduk.

**Pada audio diperdengarkan:**

Ladies and gentlemen. In case of emergency, take the life jacket which is located under your seat. Put the life jacket over your head and then fasten the jacket tapes around your waist. Do not inflate the jacket until you have left the aircraft. The jacket will be automatically inflated by pulling a cord, but if not you can blow into the chip to inflat it. A light is attached to the jacket for attracting attention. The life jacket should be removed only in case of emergency.

The use of TV set, AM and FM radios and radio cassette recorders, walkman, and any mobile phones are prohibited on board as they interfere the communication and navigational system. We wish you an enjoyable flight.

**Narrator :** What can interfere the navigational system?

4. A. Table
- B. The life jacket
- C. Mobile phones
- D. The attached light
- E. Tapes around the waist

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Pada monolog dinyatakan bahwa "TV set, AM and FM radios and radio cassette recorders, walkman, and any mobile phones" dilarang di dalam pesawat karena mengganggu sistem komunikasi dan navigasi.

**Pada audio diperdengarkan:**

Paris is the capital city of France. It is one of the most beautiful cities in the world. It is also one of the most crowded cities. Lovely gardens and parks are found throughout Paris. At night, many palaces and statues are lit up. For this reason, Paris is often called the city of light. Every year, millions of people visit Paris. The most popular place to visit is the Eiffel Tower. This huge structure has become the symbol of Paris. D’Louvre, one of the world’s largest art museums, draws many visitors. The Catedral of Notre Dame, a famous church, is another favourite place to visit.

**Narrator :** What is the monologue about?

5. A. Paris  
B. The Louvre  
C. Notre Dame  
D. The crowded city  
E. The City of Light

***Tipe Soal Aplikasi/Terapan***

***Jawaban: A***

Dari monolog tersebut diketahui bahwa yang dibicarakan adalah Paris secara umum.



**BAB  
6****ADVERTISEMENT****A. Iklan**

Iklan adalah promosi benda, jasa, tempat usaha atau ide yang dibayar oleh sponsor tertentu.

**1. TUJUAN**

Iklan bertujuan untuk membujuk atau menggiring orang untuk membeli produk atau jasa yang ditawarkan.

**2. JENIS IKLAN**

- a. Iklan taktik: iklan yang memberikan penawaran khusus.
- b. Iklan layanan masyarakat: iklan non profit yang mengajak masyarakat untuk melakukan tindakan merubah perilaku yang lebih baik.
- c. Iklan komersial: iklan untuk mempromosikan produk atau jasa.
- d. Iklan cooperate: iklan dalam bentuk kerjasama, biasanya antara perusahaan suatu produk dengan badan non profit lainnya.

**B. Brosur**

Brosur adalah terbitan tidak berkala yang dapat terdiri dari satu hingga sejumlah kecil halaman, tidak terkait dengan terbitan lain dan selesai dalam sekali terbit. Brosur ada yang memuat informasi tentang produk yang sering disebut katalog.

## Soal Bahas Advertisement

This text is for question number 1.



This new and unusual building in the downtown business district offers unique opportunities for small to mid-sized tenants to occupy an entire floor

### **OFFICE SUITES**

from 1,600 to 6,000 square feet are available for immediate occupancy.

Commuting is easy, with the subway stop only one block away. It's convenient to shops, restaurants, hotels, and business services.

For leasing information call **303-572-5947**

1. What is this advertisement about?
  - A. A new office building
  - B. Office suites to rent
  - C. The unusual building downtown
  - D. Office suites to sell
  - E. A building in the business district

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Pada iklan dinyatakan "... offers unique opportunities for small to mid-sized tenants to occupy an entire floor", sedangkan makna tenant adalah penyewa, maka isi iklan tersebut adalah penawaran "office suites" untuk disewa.

This text is for question number 2.

Our little bundle of joy has arrived!

Annie and Jonathan Parker and  
big brother Jacob

are ecstatic to welcome little

Alexis Ray

into the world!

Born on the 14th of October, 2014

7 pounds, 6 ounces

19 inches

2. The announcement above is about ....
  - A. the birth of a baby
  - B. giving the name of new baby
  - C. the news from Parker's family
  - D. the news of Parkers' little bundle of joy
  - E. the arrival of Parker's family from abroad

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Dari pernyataan

"Born on the 14th of October, 2014"  
maka dapat disimpulkan bahwa teks tersebut tentang kelahiran bayi.

This text is for question number 3 and 4.

**EFFECTIVE MICRO ORGANISMS 4  
ORGANIC FERMENTATION BACTERIA  
TO INCREASE CATTLE PRODUCTIVITY**

EM-4 is a mixture of micro-organisms that gives the benefit for cattle growth and product.

Usage:

1. Decrease smell pollution
2. Balance mutual micro-organisms
3. Increase quality and quantity of cattle product

How to use:

1. To get satisfying result, dissolve 1 cc EM-4 per litre of water every day
2. Spray 1 cc EM-4 per litre of water every week on the floor, wall, and manure

Agent: PT. Songgolangit  
Persada, Jakarta

Distributor: Jl. Ki Hajar Dewantara 46  
Jakarta

Phone: (021)7894529

3. One of the benefits of the product is ...
- A. For growing cattle bacteria
  - B. For increasing smell pollution
  - C. For producing cattle manure and organic fermentation bacteria
  - D. For increasing micro organisms
  - E. For increasing quality and quantity of cattle product
4. What will you do to get satisfying result?
- A. Dissolve 1 cc EM-4 per litre of water every two days
  - B. Dissolve 4 cc EM-1 per litre of water every week
  - C. Dissolve 1 cc EM-4 per litre of water every week
  - D. Dissolve 4 cc EM-1 per litre of water per day
  - E. Dissolve 1 cc EM-4 per litre of water everyday

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Pada teks jelas dinyatakan kegunaan produk tersebut adalah untuk: decrease smell pollution, balance mutual micro-organisms, increase quality and quantity of cattle product, maka dari pilihan yang ada, yang paling sesuai adalah pilihan E.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Pada teks jelas dinyatakan bahwa untuk mendapatkan hasil yang memuaskan adalah dengan cara "dissolve 1 cc EM-4 per litre of water every day".

This text is for question number 5.

In order to expand into the lucrative entertainment market,  
**ARC Computer Company**  
is pleased to announce the formation of an entertainment division.  
**Interactive Films Company**  
ARC shareholders of record as of August 30, 2013, will be issued one  
share of Interactive Films Company common stock for every five ARC shares held.  
No action is required on the part of shareholders to receive Interactive Films shares.

5. The purpose of the text is to ....
- A. persuade the readers to be a client of the Computer Company
  - B. retell the readers about the Interactive Films Company
  - C. present two points of view about the Films Company
  - D. inform about the company's recent expansion
  - E. describe the Films Company

***Tipe Soal Penalaran & Logika***

***Jawaban: D***

Pada teks dinyatakan "is pleased to announce the formation of an entertainment division", maka dapat disimpulkan bahwa tujuan teks tersebut adalah untuk mengumumkan perluasan perusahaan.

BAB  
7

## ANNOUNCEMENT

**1. ANNOUNCEMENT (PENGUMUMAN)**

Announcement adalah ucapan atau tulisan yang berisi pemberitahuan hal-hal yang penting agar orang lain mengetahui hal yang sedang atau akan terjadi.

Bahasa yang digunakan dalam pengumuman bentuk tulis adalah ringkas, padat dan jelas. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain: jenis pengumuman, penerima, tanggal, waktu, tempat dan orang yang dapat dihubungi.

**2. MESSAGE (PESAN)**

Message adalah pesan yang dibuat untuk menyampaikan sesuatu kepada orang lain agar orang tersebut melakukan atau tidak melakukan sesuatu.

## Soal Bahas Announcement

This text is for question number 1 and 2.

## ANNOUNCEMENT

In accordance with the international security regulations, the following items are never allowed to be taken onto a plane by passengers, either in their carry-on bags or in their checked luggage: weapon, including knives and guns; explosives, including dynamite and fireworks.

The following items may be placed in checked luggage but not on carry-on bags. Tools, including hammers, screwdrivers, and wrenches; sports equipment such as golf clubs, baseball bats, skis and ski poles.

When you pass through the security line, all bags will go through our X-ray machines and some bags will be manually checked by personnel, as well.

Thank you for your cooperation. Have a safe and pleasant flight.

1. What is the announcement about?
  - A. Weapons and explosives
  - B. Items brought on carry-on bags
  - C. Welcoming foreign passengers
  - D. An international airport security regulations
  - E. A warning to passengers from different countries

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: D**

Pada awal pengumuman diberitahukan "In accordance with the international security regulations, the following items are never allowed to be taken onto a plane by passengers", maka dapat disimpulkan bahwa teks tersebut mengenai peraturan keamanan di bandara.

2. ... can't be brought onto an airplane.
 

A. Knives	D. Screwdrivers
B. Ski poles	E. Basketball bats
C. Wrenches	

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Dari paragraf pertama dapat diketahui bahwa yang tidak boleh dibawa ke dalam pesawat adalah “weapon, including knives and guns; explosives, including dynamite and fireworks”.

This text is for question number 3.

Kindly review the attached schedule that is specific to your department. Should you have questions with the schedule, kindly contact the ICTG helpdesk at 123-456-789 local 123 or email helpdesk@company.com. May we request for all supervisors and managers to confirm the attendance of their department before November 30, 2011.

Thank you for you attention,

Sincerely  
Julius Salt  
ICTG Head,

3. From the text we know that ....
- A. the participants will be excited about the new technology
  - B. not many people will attend the training
  - C. the staff members are not happy about it
  - D. there will be questions about the schedule
  - E. the schedule is on separate page

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Dari kata “attached schedule” dalam kalimat “Kindly review the attached schedule that is specific to your department.” dapat diketahui jika schedule/jadwal terdapat pada lampiran terpisah yang diikutsertakan dalam dokumen tersebut.

This text is for question number 4 and 5.

You’ve probably got minor infection. Sometimes it takes long to go away. The important thing is to get plenty of rest. Take some time off work and you’ll probably be back to normal in a few weeks time.

4. What is the text about?
- A. The doctor’s advice to a patient
  - B. The direction of taking medicine
  - C. A patient’s complaint to the doctor
  - D. An advice for a healthy life
  - E. The doctor’s motivation

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: A**

Kalimat “You’ve probably got minor infection” menyatakan pemberitahuan tentang penyakit yang diderita seseorang. Orang yang mungkin menuliskan pesan tersebut adalah seorang dokter. Pesan tersebut juga dilengkapi saran yang seharusnya diikuti oleh pasien selaku penerima.

5. “You’ll probably be back to normal in a few weeks time”
- What does the underlined word refer to?
- A. Doctor
  - B. The writer
  - C. Patient
  - D. Nurse
  - E. The officer

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**  
**Jawaban: C**

Dari kalimat “You’ve probably got minor infection” yang menyatakan pemberitahuan tentang penyakit yang diderita seseorang, dapat diketahui bahwa penulis pesan adalah seorang dokter. Orang yang menerima saran dalam pesan tersebut adalah pasiennya.

**BAB  
8****LETTER/EMAIL****A. Letter****PENGERTIAN**

Surat adalah sarana komunikasi untuk menyampaikan informasi tertulis atau tercetak di atas kertas dan dimasukkan ke amplop dan dikirimkan kepada seseorang melalui kantor pos.

**JENIS SURAT**

- a. Surat resmi
- b. Surat pribadi
- c. Surat niaga
- d. Surat dinas
- e. Surat lamaran pekerjaan

**B. E-mail**

E-mail adalah sarana untuk berkirim surat melalui jaringan komputer.

## Soal Bahas Letter/Email

This text is for question number 1 and 2.

To the manager of Taco Tacontento :

I am writing to bring to your attention a serious issue I had in your establishment last week. I ordered a vegetarian bean burrito, and halfway through my meal, I bit into what turned out to be a chicken bone.

I am a vegetarian, and the presence of bone in my burrito was jarring. I showed the bone to the staff, who offered to make me a new burrito with the same beans the bone presumably came from. I did not want to risk eating any meat or finding another bone, so I asked for a taco salad instead.

I am a regular customer at your restaurant, and I have never had any problems with your food in the past. While I am relatively certain this was a fluke, I am still concerned about how the bone got into the beans. I would like to know how this might have happened.

I am also concerned with the lack of understanding I received from the staff member who helped me. I don't know if she was working alone or merely misunderstood my request, but she refused to let me speak to her supervisor while I was in the restaurant. I felt she acted very unprofessionally.

I hope to hear back from you about this incident. I can be reached by phone at (555)867-5309 at any time or by email at [mhoss@mailclient.com](mailto:mhoss@mailclient.com).

Sincerely,  
Marilyn Hoss

1. The text is about a letter of ....
  - A. inquiry
  - B. complaint
  - C. application
  - D. order
  - E. reservation
2. What was the writer concerned about?
  - A. The cheated restaurant
  - B. A wrong food
  - C. Bone in burrito
  - D. Non vegetarian taco
  - E. Unserved taco

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Pada surat tersebut dinyatakan "I hope to hear back from you about this incident.", maka dapat disimpulkan bahwa surat tersebut berisi keluhan (complaint)

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Pada teks surat tersebut dinyatakan "I am a vegetarian, and the presence of bone in my burrito was jarring", maka dapat disimpulkan bahwa yang menjadi permasalahan adalah adanya tulang ayam di buritto, padahal konsumen tersebut adalah seorang vegetarian.



This text is for question number 3 to 5.

34 Sutherland Mews North,  
London SW1R 4 AL  
27<sup>th</sup> March, 2010

Dear Mr. Frank Sinatra,

The Fun World, Co would like to welcome you as a new customer to our firm. We know that you will be extremely satisfied with our line of products and the service we provide to our customers.

You are invited to purchase our merchandise on our regular open account terms, from April until June 30<sup>th</sup>, 2010. Our credit manager, Andi Nico, will be happy to discuss any aspect of our credit policy with you and your convenience.

I am enclosing our catalog and price list for your review. I believe that you will find our prices competitive and in keeping with industry trends. Throughout the year we offer our valued customers frequent discount as an incentive and as a showing of our appreciation.

I do hope you will afford us the opportunity to serve you in the near future.

Yours faithfully,  
R. S. J. Edward  
R. S. J. Edward

3. The letter is about ....
- A. A new customer welcome
  - B. Discounts offered about services provided
  - C. A description about services provided
  - D. Information on prices of new products
  - E. An appeal to a new customer to buy the company's products
- Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: E**
- Pada teks surat tersebut dinyatakan "You are invited to purchase our merchandise on our regular open account terms, from April until June 30<sup>th</sup>, 2010. Our credit manager, Andi Nico, will be happy to discuss any aspect of our credit policy with you and your convenience.", maka dapat disimpulkan bahwa inti dari teks surat tersebut adalah untuk memberikan tawaran yang menarik bagi pelanggan baru.
4. Beside sending the letter, the company also attached ... to its customers.
- A. Catalogs and price lists
  - B. Products and price lists
  - C. Incentives and products
  - D. Merchandise and catalogs
  - E. Merchandise and catalogs
- Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**  
**Jawaban: A**
- Pada teks jelas dinyatakan "I am enclosing our catalog and price list for your review."
5. "I do hope you will afford us the opportunity to serve you in the near future." (Paragraph 4). The sentence means ....
- A. I will send the product soon
  - B. I hope you enjoy having our product
  - C. I give you a chance to join the company
  - D. I give you discount if you buy our product
  - E. I hope we could give you the best service soon
- Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: E**
- Arti dari kalimat "I do hope you will afford us the opportunity to serve you in the near future" adalah "Saya sangat berharap anda akan memberi kami kesempatan untuk melayani anda dalam waktu dekat", yang bermakna perusahaan tersebut dapat segera memberikan pelayanan terbaik.

BAB  
9

## DISCUSSION

Discussion adalah teks yang berisi suatu topik permasalahan yang dilihat dari dua sudut pandang.

### 1. TUJUAN

Tujuan komunikatif teks discussion adalah untuk membahas isu atau masalah yang ditinjau dari dua sudut pandang.

### 2. STUKTUR TEXT DARI DISCUSSION TEXT

- a. **Issue:** berisi masalah yang akan didiskusikan.
- b. **Supporting points:** berisi pendapat yang mendukung isu.
- c. **Contrasting points:** berisi pendapat yang menentang isu.
- d. **Conclusion:** berisi kesimpulan atau rekomendasi dari isu yang sedang dibicarakan.

### 3. CIRI KEBAHASAAN

- a. Menggunakan simple present tense.
- b. Menggunakan modal.
- c. Menggunakan adverbial clause/conjunction.

## Soal Bahas Discussion

This text is for question number 1 and 2.

### Nature vs Nurture

People wondered for a long time how their personalities and behaviours are formed. Two distinct schools of thought on the matter have developed. The two approaches are very different from one another. The controversy is often referred to as nature and nurture.

Those who support the nature side of the conflict believe that our personalities and behaviour patterns are largely determined by biological and genetic factors. That our environment has little to do with our abilities, characteristics and behaviour is central to this theory.

Proponents of the nurture theory claim that our environment is more important than our biologically based instinct in determining how we will act. They see humans as beings whose behaviour is almost completely shaped by their surroundings.

Neither of these theories can yet fully explain human behaviour. In fact, it is quite likely that the key to our behaviour lies somewhere between these two extremes. That the controversy will continue for a long time is certain.

1. What do the nurture supporters think about human personality?
  - A. Human personalities are developed for a long time
  - B. Genetic factors play big roles in a person behaviour
  - C. Our abilities are determined by our biological parents
  - D. Our environment plays an important role in our personalities
  - E. Our behaviour isn't determined by our surrounding
2. The main idea of the first paragraph is ...
  - A. There are two opinions about what determines our personalities
  - B. Personalities and behaviour are formed by nature and environment
  - C. The nature and nurture are two matters that determine our personalities
  - D. The environment has no influence on the formation of our personalities
  - E. There is a conflict between nature supporters and environment supporters

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**  
**Jawaban: D**

Pada paragraf ketiga dinyatakan "They see humans as beings whose behaviour is almost completely shaped by their surroundings", maka jawaban yang sesuai adalah bahwa lingkungan kita memainkan peranan penting dalam membentuk kepribadian kita.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: A**

Pokok pikiran pada paragraf pertama yaitu bahwa ada dua pendekatan yang sangat berbeda satu sama lain tentang apa yang menentukan kepribadian kita.

This text is for question number 3 to 5.

When something issued by someone, we say it has been consumed. We as consumers use many things, both natural and processed. We consume more of the Earth's resources than other animals do and, as a result, we cause problems for the environment.

Like all animals, we need clean air and water, food and shelter for survival. Unlike other animals, however, we have certain "want". These are items that are not necessary for our survival, but that we want because they make our lives easier or more enjoyable.

Environments claims that a great deal of waste is created by both the production and the consumption of these items or product. Disposable products, such a pens, take away food containers, plates, shavers and cutlery, are made using the Earth's resources. When these products are thrown away, the resources are lost.

Another example of waste is the unnecessary packaging on many products. The material is often not recycled and used again.

Throwing thing away also increases pollution. The amount of disposable plastic litter that ends up in waterways is a serious problem. When this waste reaches the oceans, it can kill marine life.

Industrialist counter these arguments with their own point of view. They claim that consumer's expect to be able to purchase food which is attractively presented, prepackaged to extent its life and easy to store. In a busy society, convenience is a priority. Products which make life easier, era in demand. Industrialist argue that they cater to this perceived need.

Packaging is also big business and provides jobs for many people who might otherwise be unemployed and a burden to society.

Environmentalists declare that for thousands of years, people survived perfectly well with re-usable products. However, people of the twenty-first century have become used to living in a 'thrown-away' society. It is up to each one of us to dispose of waste products carefully, recycle as much as possible and to reduce the stress on our environment.

Think when buying pre-packaged goods and consider whether the same products can be bought without the extra wrappings. Let's make the best of what we have.

3. What is the passage talking about?

- A. The environmental concern on the product packaging.
- B. The need of recycling products.
- C. Warning to decrease the consumption of products threatening environment.
- D. The essential of using reusable packaging.
- E. The pros and cons concerning to the product packaging.

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Secara keseluruhan, teks tersebut memperdebatkan masalah kemasan pada produk, maka jawaban yang paling tepat adalah pilihan E.

4. What is not the industrialist claim about the consumer's attitude according to the passage?

- A. Consumers want to buy attractively presented food.
- B. The ease to store is one of the factors in attracting the consumers.
- C. Consumers judge the quality of the thing they buy based on the package.
- D. Prepackaged food to extent its life is more desirable to buy.
- E. Convenience is the most important matter to attract the consumers.

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Pada teks dinyatakan *They claim that consumer's expect to be able to purchase food which is attractively presented, prepackaged to extent its life and easy to store. In a busy society, convenience is a priority*, maka yang tidak termasuk klaim kaum industri adalah bahwa konsumen menilai kualitas barang dari kemasannya.

5. Based on the passage, the author is ....

- A. Perfunctory
- B. Tendentious
- C. Ignorant
- D. Neutral
- E. Concerned

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Dari kalimat terakhir *Let's make the best of what we have* dapat diketahui bahwa penulis bersikap condong ke salah satu pendapat.

BAB  
10

## EXPLANATION

Explanation adalah teks yang berisi tentang proses-proses yang berhubungan dengan fenomena-fenomena alam, soisal, ilmu pengetahuan, budaya dan lainnya yang biasanya berasal dari pertanyaan penulis terkait *why* dan *how* terhadap suatu fenomena yang ada.

### 1. TUJUAN

Tujuan dari Explanation adalah untuk menerangkan proses-proses yang terjadi dalam pembentukan atau kegiatan yang terkait dengan fenomena-fenomena alam, sosial, ilmu pengetahuan, budaya, dan lainnya yang bertujuan menjelaskan.

### 2. STRUKTUR TEXT DARI EXPLANATION TEXT

- a. **General statement:** berisi tentang penjelasan umum tentang fenomena yang akan dibahas, bisa berupa pengenalan fenomena tersebut atau penjelasannya.
- b. **Sequenced of explanation:** berisi tentang penjelasan proses mengapa fenomena tersebut bisa terjadi atau tercipta.
- c. **Closing:** berisi tentang langkah akhir yang dijelaskan pada bagian sequenced of explanation.

### 3. CIRI KEBAHASAAN

- a. Menggunakan simpel present tense
- b. Menggunakan abstract noun (kata benda yang tidak memiliki wujud)
- c. Menggunakan passive voice
- d. Menggunakan action verbs

## Soal Bahas Explannation

This text is for question number 1 and 2.

Once a memory is created, it must be stored (no matter how briefly). Many experts think there are three ways we store memories: first, in the sensory stage; then in short-term memory; and ultimately, for some memories, in long-term memory. Because there is no need for us to maintain everything in our brain, the different stages of human memory function as a sort of filter that helps to protect us from the flood of information that we're confronted with on a daily basis.

The creation of a memory begins with its perception. The registration of information during perception occurs in the brief sensory stage that ususally lasts only a fraction of a second. It's your sensory memory that allows a perception such as a visual pattern, a sound, or a touch to linger for a brief moment after the stimulation is over.

After the first flicker, the sensation is stored in short-term memory. Short-term memory has a fairly limited capacity; it can hold about seven items for no more than 20 or 30 seconds at a time.

Important information is gradually transferred from short-term memory into long-term memory. The more the information is repeated or used, the more likely it is to eventually end up in long-term memory, or to be “retained”. Unlike sensory and short-term memory, which are limited and decay rapidly, long-term memory can store unlimited amounts of information indefinitely.

People tend to more easily store material on subjects that they already know something about, since the information has more meaning to them and can be mentally connected to related information that is already stored in their long-term memory. That’s why someone who has an average memory may be able to remember a greater depth of information about one particular subject.

1. The text is about ...
  - A. How human brain works
  - B. How the long-term memory occurs
  - C. How to protect our memory from being lost
  - D. How to store information in our memory
  - E. How to maintain everything in our brain
2. According to the text, ...
  - A. Not all information in short-term memory is stored in long-term memory
  - B. The process of transfer from short-term to long-term memory is very fast
  - C. The process of transfer from short-term to long-term memory is no more than 20 seconds
  - D. Short-term memory have unlimited capacity
  - E. The perception of information happens after the creation of memory

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: D**

Kalimat utama dari teks tersebut adalah “Many experts think there are three ways we store memories: first, in the sensory stage; then in short-term memory; and ultimately, for some memories, in long-term memory.”, maka secara keseluruhan teks tersebut membicarakan tentang bagaimana otak menyimpan informasi dalam ingatan kita.

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: A**

Dari pilihan yang ada, pernyataan yang sesuai dengan teks adalah bahwa tidak semua informasi yang tersimpan dalam memori jangka pendek akan tersimpan dalam memori jangka panjang, karena penyimpanan ke dalam memori jangka panjang butuh proses yang lama dan berulang kecuali untuk sesuatu yang sangat berkesan.

This text is for question number 3

### The Air Traffic Control System

How does air traffic control actually work and how does a plane fly safely from point A to point B? The system is a complex combination of radar, computers and radio transmitters.

For this reason, English has become the common language of air traffic controllers. All passengers and military aircrafts in the United States are required to present Central Flow Control (CFC) with a proposed itinerary of exactly how they intend to fly from one airport to another. Although complex, the flight plan is similar to an itinerary you may draw up for a road trip. This one includes not only direction, but altitude and speed as well. The amount of fuel that will be used is calculated as accurately as possible, too. The plan is then approved and overseen by air traffic controllers.

Air traffic controllers – the people you see on movies who sit in a darkened room hunched over a computer monitor – are also responsible for maintaining a safe distance between planes in the air. Controllers must also direct planes that are coming in to land to a particular points in the air, so they can land at specific times – these “time slots” are especially important at a busy airport such as New York’s JFK where planes land every minute or so.

The control tower which is seen at an airport is mainly responsible for instructing the pilot which runway to use and when to take off or landing. Most aviation accidents happen during take off or landing, so the task of guiding the plane through the mazes of taxiways and runways at the airport is just as essential as guiding it while airborne.

3. What is one of the things drawn up in the flight plan?
- A. The prices of flight fares
  - B. The agent who sell tickets
  - C. The taxi drivers in the airport
  - D. The fuel used in the flight
  - E. The airport tax charged for passengers

**Jawaban: D**

Dari teks tersebut dapat disimpulkan mengenai satu dari beberapa hal yang perlu dimasukkan dalam rencana penerbangan adalah bahan bakar yang akan digunakan dalam penerbangan.

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

This text is for question number 4 and 5.

Cancer is a group of diseases that can cause almost any signs or symptoms. The signs and symptoms will depend on where the cancer is, how big it is and how much it affects the organs or tissues. If a cancer has spread (metastasized), signs or symptoms may appear in different parts of the body.

As a cancer grows, it can begin to push on nearby organs, blood vessels and nerves. This pressure cause some of the sign and symptom of cancer. If the cancer is in a critical area. Such as certain parts of the brain, even the smallest tumor can cause symptoms. But sometimes cancer start in places where it will not cause any signs or symptoms until it has grown quite large. Cancers of the pancreas, for example, usually do not cause symptoms until they grow large enough to press on nearby nerves or organs (this causes back or belly pain). Others may grow around the bile duct and block the flow of bile.

This causes the eyes and skin to look yellow (jaundice). By the time a pancreatic cancer causes signs or symptoms like these, it's usually in an advanced stage. This means it has grown and spread beyond the place it started the pancreas.

A cancer may also cause symptoms like fever, extreme tiredness (fatigue) or weight loss. This may be because cancer cells use up much of the body's energy supply, or they may release substances that change the way the body makes energy from food. Or the cancer may cause the immune system to react in ways that produce these signs and symptoms. Sometimes, cancer cells release substances into the bloodstream that cause symptoms which are not usually linked to cancer. For example, some cancers of the pancreas can release substances that raise blood clots in veins of the legs. Some lung cancers make hormone-like substances that raise blood calcium levels. This affects nerves and muscles, making the person feel weak and dizzy.

Treatment works best when cancer is found early while it's still small and is less likely to have spread to other parts of the body. This often means a better chance for a cure. Especially if the cancer can be removed with surgery.

4. From the text, we learn that ...
- A. there is no disease which has no cure
  - B. we should seek early detection of cancer to have the best treatment
  - C. we should ignore any signs of cancer because it can be removed with surgery
  - D. when we feel weak and dizzy, it is sign of cancer
  - E. healthy lifestyle can prevent us from cancer

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: B**

Teks tersebut secara keseluruhan berisi tentang cancer dan tanda-tandanya, maka hal yang paling sesuai dengan isi teks tersebut adalah bahwa kita harus mencari deteksi dini untuk melakukan perawatan terbaik.

5. "... how big it is and how much it affects the organs or tissues" (Paragraph 1).  
The underlined word is closest in meaning to ....
- A. influences
  - B. converses
  - C. recovers
  - D. changes
  - E. culminates

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: A**

Kata "affects" bermakna mempengaruhi, maka sinonim yang paling tepat adalah "influences".



BAB  
11

## EXPOSITION

## A. Hortatory Exposition

Hortatory exposition adalah teks yang berisi pendapat atau pandangan penulis mengenai suatu masalah untuk memperkuat ide pokoknya.

## 1. TUJUAN

Tujuan komunikatif dari hortatory exposition adalah untuk mempengaruhi pembaca bahwa sesuatu yang dibicarakan seharusnya demikian atau tidak demikian.

## 2. STRUKTUR TEXT DARI HORTATORY EXPOSITION

- a. **Thesis:** berisi tentang pengenalan ide pokok penulis.
- b. **Arguments:** berisi tentang pendapat-pendapat yang mendukung ide pokok penulis.
- c. **Recommendation:** berisi tentang ajakan/solusi yang diberikan penulis mengenai ide tersebut.

## 3. CIRI KEBAHASAAN

- a. Menggunakan simple present tense
- b. Menggunakan temporal connectives; firstly, secondly, etc.
- c. Menggunakan evaluative words; importantly, trustworthily, etc.

## B. Analytical Exposition

Analytical exposition adalah jenis teks yang berisi tentang pemikiran terperinci penulis tentang sebuah kejadian atau peristiwa yang ada di sekitar.

## 1. TUJUAN

Tujuan komunikatif dari analytical exposition adalah untuk meyakinkan pembaca bahwa topik yang dihadirkan adalah topik yang penting untuk dibahas atau mendapat perhatian dengan cara pemberian argumen-argumen atau pendapat-pendapat yang mendukung ide pokok atau topik tersebut.

## 2. STRUKTUR TEXT DARI ANALYTICAL EXPOSITION

- a. **Thesis:** berisi tentang pengenalan ide pokok penulis.
- b. **Arguments:** berisi tentang pendapat-pendapat yang mendukung ide pokok penulis.
- c. **Reiteration:** berisi tentang penulisan kembali ide pokok.

### 3. CIRI KEBAHASAAN

- Menggunakan simple present.
- Menggunakan relational process.
- Menggunakan internal conjunction.
- Menggunakan casual conjunction.

### Soal Bahas Exposition

This text is for question number 1 and 2.

Faster planes and cheaper flights are making travel easier than before. In the most 'developed' societies, visiting exotic places is a sought-after status symbol. The tourism industries of both developed and developing countries have recognised this fact and are learning to take advantage of it.

There are, however, a few problems associated with this new industry. Initially, there is the increasing crime rate. Some locals see tourists as easy prey because, not only are they unfamiliar with the territory and therefore unable to take care themselves, but also they carry visible items of wealth, such as cameras and jewelry which can be disposed of quickly for profit.

Another major problem is health. With greater mobility comes greater danger of spreading contagious diseases around the world. One carrier returning home could easily start an epidemic before their illness is diagnosed. Moreover, the emergence of many diseases which resist antibiotics is causing scientists to be increasingly concerned about this issue.

Also to be considered is the natural environment, which can be seriously threatened by too many visitors. Australia's Great Barrier Reef, for example, is in danger of being destroyed by tourists and there are plans to restrict visitors to some of the more delicate coral cays.

These are just three of the reasons why any country should be wary of committing itself to an extensive tourism development programme.

- Why does the natural environment become one of the serious problems associated with the faster planes and cheaper flight? Because ....
  - It easily started an epidemic before their illness was diagnosed
  - It can be destroyed by too many visitors
  - The health problem will increase
  - They carry visible items of wealth
  - It can increase crime rate
- oleh para pengunjung "... can be seriously threatened by too many visitors".
  - Found
  - Observed
  - Identified
  - Examined
  - Healed

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Pada paragraf 4 dinyatakan bahwa pariwisata mengancam lingkungan alam karena lingkungan tersebut dapat dirusak

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Kata "diagnosed" dalam konteks teks tersebut berarti ditemukan atau ditentukan, maka kata yang bersinonim dengan kata tersebut adalah "identified".

This text is for question number 3 to 5.

What is the benefit of tourism for local people? Well, tourism is now a huge contributor to the economics most countries. Tourism industry can bring money, job vacancy and advancement especially to developing regions. However, this money often goes into the pockets of foreign investors, and only benefits for local people.

Tourism industries will not give much benefit to local people if, for example, multinational chains don't care about the surrounding nature when they build new hotels this can cause many social, cultural and geographical problems. Some local people may get job and money from that international hotel chain.

However in case of missing that opportunity, some of them still have their own environment.

Moreover, some facts show that tourists tend to go, visit and spend their money in restaurant, bars, and even luxury hotels of that multinational chains, they less go to such places; restaurant, bars, hotels, which are owned by local people. This can prevent the local people's business from become even larger.

Most important thing, tours and excursions of tourism have little effect on nature, even it can disrupt or destroy ecosystems, and environment, and if it does, the local people will get the risk.

So the local government policies should be put in place to ensure that tourism will make the benefit spreading widely, the policies should guarantee that tourism will not cause any harm to any local people or places.

3. What is the topic of the text?

- A. Tourism is a huge contributor to economics of most countries.
- B. Job vacancy derived from the tourism industry.
- C. Benefits obtained by foreign investor from tourism industry.
- D. Money from tourism industry in many countries.
- E. The benefit of tourism for foreigners.

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**  
**Jawaban: A**

Dari teks tersebut dapat disimpulkan bahwa topiknya adalah mengenai pariwisata yang merupakan kontributor besar dalam bidang ekonomi bagi kebanyakan negara.

4. Based on the text, the benefits for local people will be obtained if ....

- A. Multinational hotel chains care about the surrounding nature when building new hotels

B. Local people must attract the foreign tourist by building the luxurious restaurants, bars, hotel, and shops

- C. Local people must work hard to get money from tourism industry
- D. Multinational hotel chains ignore the local people in making money
- E. Local people must have money to build luxurious hotels

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: A**

pada teks dinyatakan mengenai tercapainya keuntungan bagi penduduk lokal jika rangkaian hotel multinasional di wilayah pariwisata peduli mengenai alam sekitar "Tourism industries will not give much benefit to local people if, for example, multinational chains don't care about the surrounding nature when they build new hotels this can cause many social, cultural and geographical problems."

5. What is the main idea of paragraph two?
- A. Things can give the benefit to local people.
  - B. Things do not give the benefit for local people.
  - C. Missing the opportunity to get job from the international problem.
  - D. Tourism industries cause many social, cultural and geographical problem.
  - E. The tourist do not want to visit local hotels, restaurants and bars.

***Tipe Soal Aplikasi/Terapan***

***Jawaban: B***

Kalimat utama dalam paragraf kedua adalah "Tourism industries will not give much benefit to local people if, for example, multinational chains don't care about the surrounding nature when they build new hotels this can cause many social, cultural and geographical problems.", maka ide utama yang sesuai adalah "Things do not give the benefit for local people".

BAB  
12

## NEWS ITEM

**1. PENGERTIAN**

News Item adalah teks yang memberi informasi kepada pembaca mengenai kejadian-kejadian yang terjadi sehari-hari. Kejadian-kejadian yang disampaikan kepada pembaca tersebut adalah kejadian yang dianggap penting, hangat dan patut dijadikan berita.

**2. TUJUAN**

Tujuan komunikatif dari news item adalah memberitakan kepada pembaca, pendengar atau penonton tentang peristiwa atau kejadian yang dipandang penting untuk diberitakan.

**3. STRUKTUR TEXT**

- a. **Newsworthy Event:** bagian yang menceritakan atau berisi berita tentang peristiwa atau kejadian inti yang biasanya dalam bentuk ringkasan.
- b. **Background Event:** bagian yang menceritakan atau berisi tentang latar belakang peristiwa atau kejadian, siapa yang terlibat dan di mana tempat kejadiannya.
- c. **Source:** bagian yang menceritakan atau berisi tentang komentar, saksi kejadian, pendapat para ahli, dsb. mengenai peristiwa atau kejadian yang diberitakan.

**4. CIRI KEBAHASAAN**

- a. Informasi singkat tertuang dalam headline.
- b. Memfokuskan pada kejadian.
- c. Menggunakan action verb.
- d. Menggunakan material process.

## Soal Bahas News Item

This text is for question number 1 and 2.

BRITAIN: They have a show. They have a social networking. Now comes, Wikileaks – the album. Wikileaks is branching out into the entertainment industry, announcing a “Beat the Blockade” CD intended to raise money to keep the online transparency advocates afloat.

The group said in a statement late Thursday that the CD would feature 12 songs including “Where There Are No Secret,” “The Ballad of Julian Assange,” and “B Manning”.

It’s the latest attack outside the secret-busting business for Wikileaks, which has spawned a TV show called “The World Tomorrow” and started its own social network, called Friends of Wikileaks. Wikileaks chief Julian Assange says his website, which once featured an anonymous electronic drop box for secret document, has been effectively mothballed by a US financial blockade. - AP

1. What is the text about?
  - A. A website name Wikileaks
  - B. A TV show called “The World Tomorrow”
  - C. Wikileaks’ CD entitled “Beat the Blockade”
  - D. Wikileaks’ anonymous electronic drop box
  - E. The secret-busting business for Wikileaks

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Pada bagian newsworthy event jelas dinyatakan “Now comes, Wikileaks – the album. Wikileaks is branching out into the entertainment industry, announcing a “Beat the Blockade” CD intended to raise money”, maka dapat disimpulkan bahwa isi teks tersebut tentang CD Wikileaks yang berjudul “Beat the Blockade”.

2. What is meant by the latest attack outside the secret-busting business for Wikileaks?
  - A. The website business of Wikileaks
  - B. The TV show called “The World Tomorrow”

- C. The social network called Friends of Wikileaks
- D. The music CD called “Beat the Blockade”
- E. The electronic box for secret documents

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Secara umum, berita tersebut membicarakan CD musik yang berjudul “Beat the Blockade”, dan pada paragraf ketiga dinyatakan “It’s the latest attack outside the ...” (Ini merupakan serangan terbaru diluar ...), maka dapat disimpulkan bahwa yang dimaksud “the latest attack” adalah CD musik yang berjudul “Beat the Blockade” tersebut.

This text is for question number 3 to 5.

### **Wade Withdraws From US Basketball Team**

NEW YORK: Miami Heat guard Dwyane Wade withdrew his name from the player pool for the US Olympic basketball team on Thursday because his injured left knee will require surgery, USA Basketball said.

After receiving the diagnosis from the Heat team physician, the All-Star guard, who helped Miami win the NBA title in five games over the Oklahoma City Thunder, informed USA Basketball chairman Jerry Colangelo that he was having the surgery soon and would be unable to compete in London.

“As many people may know, throughout the season, I struggled with a recurring knee issue,” Wade said in a statement. “After the championship game, I visited my doctors for a round of comprehensive medical test, and the recent result dictated the need for surgery. While every part of me wants to be in London, I need to take this time to do what’s best to improve my health and allow me to continue to play the game I love.”

Wade was the US team’s leading scorer in their run 2008 Olympic gold in Beijing, scoring a game-high 27 points as the Americans beat Spain 188-107 in the Olympic final.

Despite having his knee drained during the NBA play-off, Wade averaged over 22 points a game during Miami’s championship series triumph over the Thunder.

Wade's exit from the US squad left 17 players in the mix for 12 spots on The Olympic team following injuries that removed several players from consideration, including Derrick Rose of the Chicago Bulls and Dwight Howard of the Chicago Bulls.  
-Reuters

3. Why can't Wade play for US basketball team?
- A. He is too old to play basketball
  - B. His injured left knee requires surgery
  - C. He doesn't want to compete in London
  - D. He wants to visit his doctor for a medical test
  - E. He was removed from the US basketball team

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Pada paragraf 1 jelas dinyatakan "Miami Heat guard Dwyane Wade withdrew his name from the player pool for the US Olympic basketball team on Thursday because his injured left knee will require surgery", maka alasan Wade tidak ikut bermain adalah lutut kirinya yang terluka harus dioperasi.

4. Based on the text, Dwyane Wade ....
- A. Will be a guard in the US Olympic basketball team
  - B. Will never play basketball again for US team
  - C. Failed to play in Beijing Olympic Games
  - D. Is the most valuable player in the Olympic Games
  - E. Was the leading scorer for the US team in Beijing Olympic Games

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Pada paragraf 4 jelas dinyatakan "Wade was the US team's leading scorer in their run 2008 Olympic gold in Beijing".

5. What is the main idea of paragraph 3?
- A. People know that Dwyane Wade has problem
  - B. Dwyane Wade visits his doctors for medical tests
  - C. The doctors suggested Wade recovers his knee by surgery
  - D. Dwyane Wade wants to improve his health to continue the game
  - E. Dwyane Wade has struggled with his knee problem that he needs surgery

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Isi paragraf 3 adalah usaha Wade melawan rasa sakit lututnya sehingga dia berkonsultasi dengan dokter dan menjalani serangkaian tes, dan diambil kesimpulan bahwa dia harus operasi.

BAB  
13

## RECOUNT

**1. PENGERTIAN**

Recount adalah teks bahasa Inggris yang isinya menceritakan kembali tentang kejadian-kejadian atau pengalaman-pengalaman di masa lampau.

**2. TUJUAN**

Tujuan dari recount adalah untuk menceritakan kembali kejadian waktu lampau.

**3. JENIS RECOUNT**

- a. **Personal Recount:** menceritakan tentang pengalaman pribadi penulis.
- b. **Factual Recount:** laporan peristiwa yang benar-benar terjadi, contoh: laporan kepolisian.
- c. **Imaginative:** cerita imajinatif yang ditulis sesuai dengan struktur recount.

**4. STRUKTUR TEXT**

- a. **Orientation:** pengenalan yang berisi informasi tentang siapa, dimana dan kapan peristiwa atau kejadian itu terjadi.
- b. **Events:** rekaman peristiwa yang terjadi, biasanya disampaikan dalam urutan kronologis,
- c. **Reorientation:** rangkuman peristiwa atau kejadian yang diceritakan.

**5. CIRI KEBAHASAAN**

- a. Bentuk kalimat past tense
- b. Menggunakan action verbs, contoh: went, brought, bought, etc.
- c. Menggunakan Adverbs and Adverbial Phrase untuk mengungkapkan waktu, tempat dan cara, contoh: this morning, at school, slowly, etc.
- d. Menggunakan Conjunction dan Time Connectives untuk mengurutkan peristiwa atau kejadian, contoh: then, after that, etc.

**Soal Bahas Recount**

This text is for question number 1 and 2.

I, Milton Friedman, was born on July 31, 1921, in Brooklyn, N.Y., the fourth and last child and first son of Sarah Ethel (Landau) and Jeno Saul Friedman. My parents were born in Carpatho-Ruthenia of the Soviet Union. They emigrated to the U.S. in their teens, meeting in New York. When I was a year old, my parents moved to Railway, N.J., a small town about 20 miles from New York City.

I was awarded a competitive scholarship to Rutgers University. I graduated from Rutgers in 1932. I financed the rest of my college expenses by the usual mixture of waiting at tables, clerking in a retail store, occasional entrepreneurial ventures, and summer earnings. Shortly, however, I became interested in economics.



In economics, I had the good fortune to be exposed to two remarkable men: Arthur F. Burns and Homer Jones. Arthur Burns shaped my understanding of economic research, introduced me to the highest scientific standards, and became a guiding influence on my subsequent career. Homer Jones introduced me to rigorous economic theory, made economics exciting and relevant, and encouraged me to go on to graduate work. On his recommendation, the Chicago Economics Department offered me a tuition scholarship. As it happened, I was also offered a scholarship by Brown University in Applied Mathematics, but, by that time, I had definitely transferred my primary allegiance to economics. In 1976 I won the Nobel Memorial Prize in Economics for my achievements in the fields of consumption analysis, monetary history and theory and for my demonstration of the complexity of stabilization policy. In 1977, at age 65, I retired from the University of Chicago after teaching there for 30 years.

1. Who influenced Milton Friedman on economics research?
  - A. Sarah Ethel
  - B. Jeno Friedman
  - C. Arthur F. Burns
  - D. Homer Jones
  - E. Alfred Nobel
- B. Homer Jones shaped Milton Friedman understanding of economic research
- C. Arthur Burns introduced Milton Friedman to rigorous economic theory
- D. Brown University offered Milton Friedman a tuition scholarship
- E. Milton Friedman was offered scholarship by the Chicago Economics Department in Applied Mathematics

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Pada teks dinyatakan “Arthur Burns shaped my understanding of economic research, introduced me to the highest scientific standards, and became a guiding influence on my subsequent career.”, maka yang mempengaruhi Milton Friedman pada penelitian ekonomi adalah Arthur F. Burns.

2. What is the main idea of paragraph 3?
  - A. Milton Friedman was very committed in his interest and talent in economics

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Dari paragraf ketiga dapat disimpulkan bahwa pikiran utaman paragraf tersebut adalah bahwa Milton Friedman sangat berkomitmen pada minat dan bakatnya dalam bidang ekonomi.

This text is for question number 3.

Steven Paul Jobs, popularly known as Steve Jobs, was born on 24th February 1955 to Joanne Simpson and Abdulfattah “John” Jandali, two University of Wisconsin graduate students who gave up their unnamed son for adoption. His father, Abdulfattah Jandali was a Syrian political science professor and his mother, Joanne Simpson, worked as a speech therapist. Shortly after Steve was put up for adoption, his biological parents married and had another child, Mona Simpson. It was not until Jobs was 27 that he was able to uncover information on his biological parents.

As an infant, Steven was adopted by Clara and Paul Jobs and named Steven Paul Jobs. Clara worked as an accountant and Paul was a Coast Guard veteran and machinist. The family lived in Mountain View within California’s Silicon Valley. As a boy, Jobs and his father would work on electronics in the family garage. Paul would show his son how to take apart and reconstruct electronics, a hobby which instilled confidence, tenacity, and mechanical prowess in young Jobs.

After he enrolled in high school, Jobs spent his free time at Hewlett-Packard. It was there that he befriended computer club teacher Steve Wozniak. Wozniak was a brilliant computer engineer and the two developed great respect for one another.

In 1976, when Jobs was just 21, he and Wozniak started Apple Computers. The duo started in the Jobs family garage and funded their entrepreneurial venture after Jobs sold his Volkswagen bus and Wozniak sold his beloved scientific calculator.

3. How did Steve Jobs start learning electronics?
- He learned it from Jandali
  - He took apart electronics
  - His father encouraged him
  - Steve Wozniak introduced it to him
  - Paul Jobs taught him

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Pada teks dinyatakan "Paul would show his son how to take apart and reconstruct electronics, a hobby which instilled confidence, tenacity, and mechanical prowess in young Jobs", maka dapat disimpulkan bahwa Steve Jobs mulai belajar elektronik karena ayahnya, Paul Jobs, mengajarnya.

This text is for question number 4 and 5.

One day in July 2005, I went fishing on Sodus bay. I casted under our own dock with a rubber worm and BOOM!

A big bass took off to the other side of the dock and I was sure the line was going to break because his pulling was rubbing the line against sharp rocks. Three times I pulled him back to my side of the dock and three times he got back to the other side of the dock. Finally, I got him to my side and he was tired.

I knew that this was the biggest bass I had ever seen. I worked him towards me and got down on my belly, reached down and gripped him. However, I didn't have a good grip at first and I let him down to the water for a few seconds to get a better grip. The next thing I knew he was swimming away. No! I screamed louder than I ever had. It was the first time I cried over a fish. What a huge fish. This was a true story and a sad one for me.

4. The main idea of paragraph 2 is ....
- the writer got a big bass
  - the writer pulled the bass
  - a big bass took off to the sea
  - the bass made the writer tired
  - a big bass broke the writer's line

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

Pada paragraf kedua dinyatakan bahwa sang penulis berusaha mendapatkan sang ikan hingga dia kelelahan "Three times I pulled him back to my side of the dock and three times he got back to the other side of the dock. Finally, I got him to my side and he was tired."

5. What happened after the writer could grip the big bass?

- He picked the big bass up.
- He cleaned the big bass up.
- He laid down the big bass.
- He stored the big bass in his dock.
- He lost the big bass.

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Untuk menjawab soal stated details seperti ini, baca sekilas teks. Tentukan bagian yang memuat informasi dari pertanyaan. Baca dan pahami bagian tersebut karena jawaban tertera disana. Pada paragraf terakhir dinyatakan "I let him down to the water for a few seconds to get a better grip. The next thing I knew he was swimming away" sehingga dapat disimpulkan bahwa sang penulis kehilangan ikan tersebut.

BAB  
14

## REPORT

**1. PENGERTIAN**

Report adalah teks yang berisi deskripsi umum mengenai benda, makhluk hidup, atau fenomena umum.

**2. TUJUAN**

Tujuan komunikatif teks report adalah untuk menggambarkan/mendesripsikan kejadian alam, lingkungan, benda maupun gejala sosial secara umum.

**3. STRUKTUR TEXT**

- a. **General classification:** berisi pengenalan fenomena/benda yang akan dibicarakan
- b. **Description:** berisi gambaran dari fenomena/benda yang didiskusikan dari bagian ke bagiannya, kebiasaan atau tingkah laku untuk benda hidup, ataupun kegunaannya untuk benda secara detail.

**4. CIRI KEBAHASAAN**

- a. Menggunakan general nouns.
- b. Menggunakan relating verbs untuk menjelaskan ciri.
- c. Menggunakan action verbs dalam menjelaskan perilaku.
- d. Menggunakan present tense untuk menyatakan suatu yang umum.
- e. Menggunakan istilah teknis/ilmiah.

## Soal Bahas Report

This text is for question number 1 and 2.

### KOMODO DRAGON INDONESIA

The komodo dragon truly lives up to its name, being the largest species of lizard ever known and capable of growing up to 3 m in length and weighing up to 70 kg. This sheer size, when combined with the dragon's predatory nature, demands that caution be exercised when in its immediate vicinity.

Moreover, the dragon is also famous for its ferocious bite, which combines serrated teeth with a mysterious toxic saliva. Scientists still debate whether this saliva contains venom or bacteria but either way, the dragon's fearsome reputation is well known.

The killing machine is only found on a few islands in the Komodo National Park, a conservation area listed in two international groups: UNESCO World Heritage and the New 7 Wonders of Nature.

1. Why is Komodo lizard called Komodo dragon?
  - A. It lives in Komodo island
  - B. It is a mysterious lizard
  - C. It is the largest lizard
  - D. It looks ferocious
  - E. It is a predator
2. The bite of Komodo is ferocious because ...
  - A. It has a famous bite
  - B. Its size is very big
  - C. It combines with its predatory nature
  - D. It contains venom and bacteria
  - E. It has a combination of serrated teeth and toxic saliva

#### **Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Pada teks dinyatakan bahwa Komodo disebut Komodo dragon karena ukurannya yang besar "The komodo dragon truly lives up to its name, being the largest species of lizard ever known".

#### **Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Pada teks jelas dinyatakan "the dragon is also famous for its ferocious bite, which combines serrated teeth with a mysterious toxic saliva", bahwa yang membuat gigitan komodo mengerikan adalah gabungan antara serrated teeth dengan toxic saliva.

This text is for question number 3 to 5.

### The Jacaranda Tree

The Jacaranda tree is beautiful flowering tree that is native to areas of the Caribbean, Mexico, South America and Central America; however, it is extremely popular accross Australia, Israel, Africa and the south western portion of the United States. Depending on the species, it can range anywhere from a 6 feet (2 m) tall shrub to a picturesque 45 feet (18 m) tall tree. Its leaves resemble a feather and its flowers vary from purple to blue to white. During autumn, the leaves turn yellow and both the leaves and the brilliant blossoms fall to the ground.

Although the Jacaranda tree is clearly loved and valued for its aesthetics, it also has other important uses. One of the most popular varieties is the blue Jacaranda. Its flower are striking sight in any town, or to line any street. It is perfect for cooling patios or other sunny spots, especially since it can grow to 60 feet (18 m) wide. Other species of the Jacaranda have additional uses. For example, the Jacaranda copaia is used for its timber to make furniture, plywood, wood boxes, matchsticks and paper.

In Grafton, Northern Rivers New South Wales, Australia, the Jacaranda Festival is held every year from the last weekend of October until the first weekend of November – during the area’s spring season. It is a celebration of the generosity that nature bestowed on the people of the region and is based on the marvellous sight provided by the many flowering Jacaranda trees in Grafton. Through the course of the festival many fun festivities take place, such as the crowning of the Jacaranda Princess and Queen and the Jacaranda ball.

3. In autumn, the Jacaranda flowers ....
- A. Fall down
  - B. Turn around
  - C. Turn yellow
  - D. Look the same
  - E. Vary from purple to blue

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Pada teks jelas dinyatakan bahwa saat musim gugur daunnya berubah kuning lalu gugur dengan bunganya “During autumn, the leaves turn yellow and both the leaves and the brilliant blossoms fall to the ground”.

4. The blue Jacaranda and Jacaranda copaia have one thing in common, that is ....
- A. They are rare
  - B. They are purple
  - C. They are useful
  - D. They blossom in autumn
  - E. They grow well in Europe

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Pada paragraf 2 dinyatakan bahwa blue Jacaranda berfungsi sebagai peneduh, sedangkan Jacaranda copaia digunakan untuk membuat “furniture, plywood, wood boxes, matchsticks and paper”, maka kesamaan keduanya adalah sama-sama berguna.

5. We know from the text that in spring ....

- A. The Jacaranda leaves will fall and make streets dirty
- B. The Jacaranda trees reach their peak of 18 metres tall
- C. It is the best time to start planting Jacaranda trees
- D. The leaves of Jacaranda trees fall to the ground
- E. The Jacaranda trees are blossoming

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Dari paragraf terakhir dapat diketahui bahwa pada musim semi ada perayaan Jacaranda Festival dengan pemandangan luar biasa karena pohon Jacaranda sedang berbunga “the marvellous sight provided by the many flowering Jacaranda trees”.

BAB  
15

## REVIEW

**1. PENGERTIAN**

Review adalah salah satu dari jenis teks yang ditujukan untuk meninjau/ menilai suatu karya baik berupa film, buku, benda dan lain sebagainya untuk mengetahui kualitas, kelebihan dan kekurangan yang dimiliki karya tersebut yang ditujukan untuk pembaca atau pendengar khalayak ramai.

**2. TUJUAN**

Tujuan komunikatif review adalah untuk memberi kritik terhadap peristiwa atau karya seni untuk pembaca atau pendengar khalayak ramai.

**3. STRUKTUR TEXT**

- a. **Introduction:** berisi tentang gambaran umum tentang sebuah karya atau benda yang akan ditinjau. Gambaran umum tentang karya atau benda tersebut bisa berupa nama, kegunaan, dan sebagainya.
- b. **Evaluation:** berisi gambaran tentang detail suatu karya atau benda yang direview, bisa berupa bagian-bagian dari karya atau benda tersebut, keunikan dan kualitasnya.
- c. **Interpretation:** berisi pandangan penulis mengenai karya atau benda yang direviewnya.
- d. **Summary:** berisi kesimpulan penulis terhadap karya atau benda yang telah direviewnya.

**4. CIRI KEBAHASAAN**

- a. Menggunakan present tense.
- b. Banyak menggunakan adjective.
- c. Sering menggunakan klausa panjang dan kompleks.

**Soal Bahas Review**

This text is for question number 1 and 2.

**CAPTAIN PHILLIPS**

Captain Phillips is an upcoming 2013 American biographical action thriller film directed by Paul Greengrass based upon the book, *A Captain's Duty: Somali Pirates, Navy SEALs, and Dangerous days at Sea*, by Richard Phillips with Stephan Talty, and starring Tom Hanks. It is produced by Scott Rudin, Dana Brunetti, and Michael De Luca. The film tells a biopic of merchant mariner Captain Richard Phillips, who was taken hostage for several days by Somali Pirates when the container ship *Maersk Alabama* which sailed from southern Oman down along the coast of Somalia and then to Kenya was hijacked in 2009.

Captain Richard Phillips (Tom Hanks), a veteran merchant mariner, still lives in his native New England, and he's a plainspoken family man full of anxiety about the economically bleak new world his kids are facing. When his wife (Chaterine Keener) drops him off at the airport, we can see reverse her. The film then cuts to Somalia, a land of dust and poverty, where the pirates are recruited for their mission as if they were migrant farm workers lining up to be chosen for that day's labor. Greengrass doesn't have to fill in much about the violent, chaotic breakdown of Somalia to let us know that these men have little choice.

The film does not generate quite the same level of excruciating suspense as some of Greengrass' previous triumphs, but it nonetheless holds us hostage as it proceeds. As for the four Somali immigrants, they are remarkably effective in their first professional acting gigs.

1. The text is a review of a ....
  - A. Song
  - B. Book
  - C. Novel
  - D. Movie
  - E. Painting
2. According to the text, Captain Phillips ....
  - A. Travelled from Somalia to Kenya to find a ship
  - B. Hijacked a container ship
  - C. Hijacked many ships in Somalia
  - D. Was a hostage by Somalia pirates
  - E. Was a sailor in Southern Oman

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Pada teks dinyatakan "Captain Phillips is an upcoming 2013 American biographical action thriller film", maka dapat disimpulkan bahwa teks tersebut merupakan review mengenai film.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Inti cerita tersebut adalah "The film tells a biopic of merchant mariner Captain Richard Phillips, who was taken hostage for several days by Somali Pirates", dimana Captain Phillips menjadi tawanan bajak laut Somalia.

This text is for question number 3.

Reading the three plots of Marry Higgins Clark in *All Through the Night* concerns a stolen gold ornamental cup, a missing baby and a will which seems deceitful. To solve the mystery, she revives her beloved characters; Alvirah, the former cleaning woman; and Willy Meeham, the plumber who won the lottery. They left their life in Jackson Heights, Queens, for an apartment on Central Park. The two have fun along the way solving the puzzle.

The pace is swift and the story is pure escape – totally fun Marry Higgins Clark. I admit, however, that I am still trying to know what melody of the song "All Through the Night" sounds like.

This holiday season, put aside your chores and curl up on couch with *All Through the Night*. When you close it, you will be relaxed and more ready to enjoy festivities. Then you might just want to tuck a copy into someone's stocking or gift bag, as well.

3. What is the writer's suggestion for the holiday season?
  - A. Left your life for an apartment in Central Park
  - B. Put aside your chores and read the novel
  - C. Tuck the stocking into someone's gift bag
  - D. Stole a gold ornament and be deceitful
  - E. Have fun and solve some puzzles

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Pada paragraf terakhir dinyatakan mengenai saran penulis untuk musim liburan "This holiday season, put aside your chores and curl up on couch with *All Through the Night*".

This text is for question number 4 and 5.

**‘Laskar Pelangi’: The Audacity of Hope**

This is a movie adapted from a best-selling Indonesian novel. It took 40 days of filming on Belitung Island, Bangka-Belitung province. Involving 12 local actors, it reportedly cost Rp. 8 billion. With all the efforts of transforming Laskar Pelangi (Rainbow Warrior) into a moving picture, will it satisfy readers’ imaginations?

Laskar Pelangi, the novel, was written by Andrea Hirata in 2005, based on his own experiences. It is about an inspiring teacher and her 10 students in the poverty-stricken Kampung Gantong in Belitung. The poor condition of their school building does not dampen their high spirits and hopes for a better future.

Two years later, the novel became a phenomenon in Indonesian literature. With its humanistic touch, Laskar Pelangi has sold more than 500,000 copies and has won the position of Must-Read Novel in every corner of the nation’s bookshops and media review pages. It has finally overcome the domination of teen-lit, chick-lit and even religious novels, the popular theme of today.

Andrea entrusted the filming of the story to the respected figures in the film industry, Mira Lesmana and Riza, as producer and film director. In July 2007, Mira and Riri started the pre-production, which took a year to finish. Together with the scriptwriter Salman Aristo they decided to create a different scenario for the film.

4. What is the main idea of the second paragraph?
- A. “Laskar Pelangi” is the story of poor people at the Bangka Belitung province
  - B. “Laskar Pelangi” is the story of poor school children of the Belitung island
  - C. “Laskar Pelangi” is about poverty in Kampung Gantong in Bangka Belitung
  - D. “Laskar Pelangi” is about an inspiring story towards a better life
  - E. “Laskar Pelangi” is about Andrea Hirata
5. From the text above, we know that ....
- A. the movie was played by poor children
  - B. Andrea Hirata is the producer of Laskar Pelangi
  - C. the novel of Laskar Pelangi was a phenomenal work of literature
  - D. people like the movie better than the novel
  - E. people like the novel better than the movie

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Kesimpulan yang paling sesuai dari teks tersebut adalah bahwa novel Laskar Pelangi adalah karya yang fenomenal sebagaimana dinyatakan “the novel became a phenomenon in Indonesian literature. It has finally overcome the domination of teen-lit, chick-lit and even religious novels”.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Pada teks dinyatakan “It is about an inspiring teacher and her 10 students in the poverty-stricken Kampung Gantong in Belitung. The poor condition of their school building does not dampen their high spirits and hopes for a better future” yang berarti bahwa Laskar Pelangi adalah cerita siswa-siswa miskin yang tidak menyerah untuk mendapatkan masa depan yang lebih baik, yang dapat disimpulkan bahwa film tersebut cerita inspirasi untuk kehidupan yang lebih baik.



BAB  
16

## SENTENCE ARRANGEMENT

Sentence Arrangement (penyusunan kalimat acak) merupakan jenis pertanyaan yang meminta siswa untuk menyusun kalimat yang telah dibuat secara acak menjadi teks yang utuh dan bermakna. Cara yang tepat untuk mendapat pilihan jawaban yang benar adalah dengan menyesuaikan susunan kalimat dengan struktur dan ciri kebahasaan masing-masing teks.

## A. Recount

## 1. PENGERTIAN

Recount adalah teks bahasa Inggris yang isinya menceritakan kembali tentang kejadian-kejadian atau pengalaman-pengalaman di masa lampau.

## 2. TUJUAN

Tujuan dari recount adalah untuk menceritakan kembali kejadian waktu lampau.

## 3. STRUKTUR TEXT DALAM PENYUSUNAN KALIMAT

- a. **Orientation:** pengenalan yang berisi informasi tentang siapa, dimana dan kapan peristiwa atau kejadian itu terjadi.
- b. **Events:** rekaman peristiwa yang terjadi, biasanya disampaikan dalam urutan kronologis.
- c. **Reorientation:** rangkuman peristiwa atau kejadian yang diceritakan.

## B. Procedure

## 1. PENGERTIAN

Procedure adalah teks yang menjelaskan cara penggunaan sesuatu, cara membuat sesuatu atau cara melakukan sesuatu.

## 2. TUJUAN

Tujuan procedure adalah untuk menunjukkan cara menggunakan atau membuat sesuatu.

## 3. STRUKTUR TEXT DALAM PENYUSUNAN KALIMAT

- a. **Goal/ aim/ purpose:** tujuan dari bacaan tersebut.
- b. **Material needed:** bahan atau alat yang dibutuhkan.
- c. **Steps:** langkah-langkah atau tata cara yang dilakukan untuk mencapai tujuan.

## C. Narration

### 1. PENGERTIAN

Narration adalah teks yang berisi cerita atau pengalaman baik itu fiksi atau nyata.

### 2. TUJUAN

Tujuan narration adalah untuk menghibur pendengar atau pembaca yang bertalian dengan pengalaman nyata atau khayal yang mengarah ke krisis yang kemudian menemukan suatu penyelesaian.

### 3. STRUKTUR TEX DALAM PENYUSUNAN KALIMAT

- a. **Orientation** merupakan pendahuluan yang berisi pengenalan tokoh, latar/ tempat, dan waktu terjadinya cerita
- b. **Complication** adalah tahap dimana masalah/ konflik mulai muncul.
- c. **Resolution** adalah tahap penyelesaian dari konflik yang timbul.
- d. **Reorientation/coda** merupakan penutup dari suatu cerita, berisi perubahan yang terjadi pada tokoh dan pelajaran yang dapat dipetik dari cerita tersebut, bagian ini bersifat optional sehingga tidak mutlak ada.

## D. Description

### 1. PENGERTIAN

Description adalah teks yang menggambarkan orang, tempat atau benda tertentu. Orang, tempat atau benda yang dideskripsikan tunggal.

### 2. TUJUAN

Tujuan description adalah untuk menjelaskan gambaran orang, tempat atau benda tertentu secara mendetail.

### 3. STRUKTUR TEXT DALAM PENYUSUNAN KALIMAT

- a. **Identification** adalah pendahuluan yang, berupa gambaran umum tentang suatu topik.
- b. **Description** yang berisi ciri-ciri khusus yang dimiliki benda, tempat, atau orang yang dideskripsikan.

## F. Report

### 1. PENGERTIAN

Report adalah teks yang berisi gambaran sesuatu secara umum, dimana benda atau kejadian tersebut bersifat umum dan atau jamak, contoh: berbagai benda atau fenomena alam.

### 2. TUJUAN

Tujuan report adalah untuk mendeskripsikan sesuatu (benda, kejadian) secara umum.

### 3. STRUKTUR TEXT DALAM PENYUSUNAN KALIMAT

- a. **General classification:** pengantar tentang sesuatu atau fenomena yang akan dibahas, dapat berupa definisi.
- b. **Description:** menerangkan sesuatu atau fenomena yang dibahas, meliputi bagian-bagian, kualitas dan perilaku.

Note:

Yang paling penting dalam menyusun kalimat menjadi sebuah paragraf adalah penentuan awal dan akhir dari teks tersebut, kemudian baru penentuan urutan isi teks tersebut. Penyusunan kalimat dalam teks disesuaikan dengan jenis teks dan struktur teks tersebut.

#### Soal Bahas Sentence Arrangement

1. Arrange these sentences below into a correct and meaningful paragraph!
  - (1) Nori is the dark green seaweed used to wrap sushi and California rolls.
  - (2) Finally, you can also sprinkle thin strip of salty nori on top of a bowl of tomato Soup-Yum!
  - (3) This is how Nori is used to wrap sushi.
  - (4) It is delicious, intensely flavoured and good for you, containing useful amounts of a variety of minerals including iodine.
  - (5) Secondly, dress with soy sauce, lemon juice, fresh ginger and sesame oil.
  - (6) First of all, snap sheet of nori with scissors and add to an omelete with shallot.
  - A. (6)-(5)-(2)-(3)-(1)-(4)
  - B. (2)-(6)-(1)-(3)-(5)-(4)
  - C. (1)-(4)-(3)-(6)-(5)-(2)
  - D. (1)-(3)-(4)-(6)-(5)-(2)
  - E. (1)-(5)-(6)-(3)-(4)-(2)
2. (1) In Los Angeles, we had a great time in its most famous district, Hollywood.
  - (2) In Cleveland, I watched Cleveland Cavalier basketball match.
  - (3) I visited some great places; Cleveland, Los Angeles, and New York.
  - (4) Last summer, I had a fantastic holiday.
  - (5) Lastly, I went to the Statue of Liberty and Manhattan in New York.
  - (6) In Hollywood I had a chance to know the world-famous film industry.

The best arrangement of the sentences is ....

  - A. (4)-(2)-(3)-(6)-(1)-(5)
  - B. (4)-(3)-(2)-(1)-(6)-(5)
  - C. (4)-(2)-(6)-(5)-(1)-(3)
  - D. (4)-(3)-(1)-(2)-(6)-(5)
  - E. (4)-(2)-(3)-(1)-(5)-(6)

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Kalimat-kalimat tersebut membentuk teks recount. Kalimat pertama yang paling tepat adalah *Last summer, I had a fantastic holiday*. Kalimat terakhir yang paling tepat adalah *Lastly, I went to the Statue of Liberty and Manhattan in New York*. Secara keseluruhan susunan yang paling tepat adalah (4)-(3)-(2)-(1)-(6)-(5).

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Kalimat-kalimat tersebut membentuk teks procedure. Kalimat pertama yang paling tepat adalah *Nori is the dark green seaweed used to wrap sushi and California rolls*. Sedangkan susunan isi yang paling tepat yaitu (3)-(6)-(5)-(2), maka secara keseluruhan susunan yang paling tepat adalah (1)-(4)-(3)-(6)-(5)-(2).

3. Arrange the sentences below into a good order!
- (1) Green is a beautiful color!
  - (2) Because you can make green by mixing two primary colors, it is called a secondary color.
  - (3) Green products are often those made from recycled materials or those that are safe to throw out in the trash.
  - (4) Did you know that you can make green paint by mixing blue and yellow?
  - (5) Green is also the name used to describe the movement to make products that do not harm the Earth.
- A. (1)-(3)-(5)-(4)-(2)
  - B. (1)-(5)-(3)-(2)-(4)
  - C. (1)-(2)-(4)-(5)-(3)
  - D. (1)-(4)-(2)-(5)-(3)
  - E. (1)-(4)-(2)-(3)-(5)

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: D**

Dari pilihan jawaban jelas bahwa kalimat pertama adalah "Green is a beautiful color!" dan kalimat terakhir yang paling tepat adalah "Green products are often those made from recycled materials or those that are safe to throw out in the trash", maka urutan yang paling sesuai adalah (1)-(4)-(2)-(5)-(3).

4. Arrange the sentences below into a good order!
- (1) Minimalism is not new. Some of the ancient Greek philosophers were advocates, as were Mahatma Gandhi and Leo Tolstoy.
  - (2) You can donate things you don't need to charity.
  - (3) According to psychologists, people accumulate things because they are unhappy but having too many possessions brings stress and more unhappiness.

- (4) There may be more joy in owning less than in constantly accumulating more.
  - (5) A recent survey by the National Association of Professional Organizers reveals that 54% of Americans feel overwhelmed by clutter and 78% have no idea what to do with it.
  - (6) Minimalists say you can live better if you focus only on what's really important and get rid of your excess stuff.
- A. (5)-(6)-(2)-(1)-(3)-(4)
  - B. (5)-(6)-(1)-(2)-(3)-(4)
  - C. (5)-(1)-(6)-(2)-(4)-(3)
  - D. (5)-(4)-(3)-(6)-(2)-(1)
  - E. (5)-(3)-(6)-(2)-(1)-(4)

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Dari pilihan jawaban jelas bahwa kalimat pertama adalah *A recent survey by the National Association of Professional Organizers reveals that 54% of Americans feel overwhelmed by clutter and 78% have no idea what to do with it.* Sedangkan kalimat terakhir yang paling sesuai adalah *There may be more joy in owning less than in constantly accumulating more.* Dan urutan yang paling masuk akal adalah (5)-(3)-(6)-(2)-(1)-(4).

5. Arrange the sentences below into a good order!
- (1) By the 1930s, more than 282 million acres of farmland were damaged by erosion.
  - (2) Erosion of America's farmland by wind and water has been a problem.
  - (3) In the years ahead, soil erosion and the pollution problems it causes are likely to replace petroleum scarcity as the nation's most critical natural resource problem.

- (4) After 40 years of conservation efforts, soil erosion has accelerated due to new demands placed on the land by heavy crop production.
- (5) It happens since settlers first put the prairies and grasslands under the plow in the nineteenth century.
- A. (2)-(3)-(5)-(4)-(1)  
B. (2)-(5)-(3)-(1)-(4)  
C. (2)-(1)-(4)-(5)-(3)  
D. (2)-(5)-(1)-(4)-(3)  
E. (2)-(4)-(1)-(3)-(5)

***Tipe Soal Penalaran & Logika***

***Jawaban: D***

Dari pilihan jawaban jelas bahwa kalimat pertama adalah "Erosion of America's farmland by wind and water has been a problem", setelah itu, kalimat berikutnya yang paling sesuai adalah "It happens since settlers first put the prairies and grasslands under the plow in the nineteenth century". Sedangkan kalimat terakhir yang paling sesuai adalah "In the years ahead, soil erosion and the pollution problems it causes are likely to replace petroleum scarcity as the nation's most critical natural resource problem". Maka urutan yang paling tepat adalah (2)-(5)-(1)-(4)-(3).

BAB  
17

## CLOZE TEXT

Cloze text (teks rumpang) merupakan jenis pertanyaan yang meminta siswa untuk melengkapi kalimat dalam teks tertentu dengan pilihan kata yang sesuai. Cara yang tepat untuk mendapat pilihan jawaban yang benar adalah dengan memahami ciri kebahasaan masing-masing teks dan menyesuaikan dengan konteks kalimat dalam teks tersebut.

**1. CIRI KEBAHASAAN RECOUNT**

- a. Bentuk kalimat past tense.
- b. Menggunakan action verbs, contoh: went, brought, bought, etc.
- c. Menggunakan adverbs and adverbial phrase untuk mengungkapkan waktu, tempat dan cara, contoh: this morning, at school, slowly, etc.
- d. Menggunakan conjunction dan time connectives untuk mengurutkan peristiwa atau kejadian, contoh: then, after that, etc.

**2. CIRI KEBAHASAAN PROCEDURE**

- a. Bentuk kalimat simple tense atau kalimat perintah.
- b. Menggunakan actions verb.
- c. Menggunakan adverb of manner.
- d. Menggunakan time connectives.

**3. CIRI KEBAHASAAN NARRATION**

- a. Bentuk kalimat past tense.
- b. Menggunakan action verbs.
- c. Menggunakan kata benda tertentu sebagai kata ganti orang, hewan atau benda.
- d. Menggunakan adjective yang membentuk noun phrase.
- e. Menggunakan time connectives dan conjunction untuk mengurutkan kejadian.
- f. Menggunakan adverbs dan adverbial phrase untuk menunjukkan lokasi kejadian atau peristiwa.

**4. CIRI KEBAHASAAN DESCRIPTION**

- a. Bentuk kalimat simple present
- b. Menggunakan attribute verbs, contoh: is, am, are, etc.
- c. Hanya fokus pada satu object khusus.

**5. CIRI KEBAHASAAN REPORT**

- a. Bentuk kalimat simple present.
- b. Menggunakan kata benda umum (general nouns).
- c. Menggunakan kata kerja yang saling berhubungan.

**Note:**

Yang paling penting dalam mengisi rumpang adalah menentukan jenis kata yang ada pada rumpang (verb/noun/adjective/adverb) dan harus disesuaikan dengan konteks teks tersebut.

## Soal Bahas Cloze Text

This text is for question number 1 and 2.

Do you know Easter Island? Well, Easter Island is in the South Pacific, 3,700 kilometers from the coast of Chile. On the island, there are 600 large statues. We don't know who built them but they were probably (1) ... between 1150 and 1500. We don't really know why they are there, The Easter Island.

Norwegian explorer, Thor Heyerdahl, believed that they were built by people from South America.

To (2) ... this, he made a simple raft and sailed there, all the way from Peru.

Archaeologists think that the statues represent dead tribal leaders. We don't know why the statues left alone on the island. Perhaps they were killed by disease or war. Perhaps the builders used all the natural resources on the island. There are many unanswered questions about Easter Island.

1. ...

- A. found
- B. discovered
- C. researched
- D. constructed
- E. investigated

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Kalimat soal artinya *Kita tidak tahu siapa yang membangunnya tetapi mereka mungkin ... antara tahun 1150 sampai 1500*. Kata yang paling tepat untuk melengkapi kalimat tersebut adalah *constructed* (dibangun). Kata *found* bermakna ditemukan, *discovered* bermakna ditemukan, *researched* bermakna diteliti. Sedangkan kata *investigated* juga bermakna diteliti.

2. ...

- A. build
- B. show
- C. make
- D. prove
- E. promote

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Kalimat soal artinya *Penjelajah Norwegia, Thor Heyerdahl, percaya bahwa mereka dinagun oleh orang dari Amerika Selatan. Untuk ... hal ini, dia....* Kata yang paling tepat untuk melengkapi kalimat tersebut adalah *prove* (membuktikan). Kata *build* bermakna membangun, *show* bermakna menunjukkan, *make* bermakna membuat. Sedangkan kata *promote* bermakna mempromosikan.

This text is for question number 3 to 5.

One day, Archie, his brother and sister ... (3) ... a hike in the hills. On their way to the hill a growl and a bark were heard somewhere nearby. The sound scared them so much that they started to cry. Archie's brother and sister ran quickly away as the wolf chase, but Archie did not run. He stayed there in ... (5) ... With an angry look Archie showed no fear at all. He yelled at the wolf and it turned right around. It was ... (4) ... of him that it slipped on the ground. The wolf ran away through the trees, quickly out of his sight. When his brother and his sister saw what Archie did, they thought that Archie was truly a courageous kid.

3. ...
- A. climbed down
  - B. went through
  - C. visited for
  - D. went for
  - E. left out

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Makna dari kalimat soal adalah "suatu hari, Archie, saudara laki-laki dan perempuannya ... pendakian di bukit", maka kata yang tepat untuk mengisi rumpang tersebut adalah went for (pergi untuk). Sedangkan climbed down bermakna menuruni, went through bermakna melalui, visited for bermakna mengunjungi, left out bermakna meninggalkan.

4. ...
- A. the way
  - B. his sight
  - C. his place
  - D. the ground
  - E. their place

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Makna dari kalimat soal adalah "saudara laki-laki dan perempuan Archie lari karena serigala mengejar, tapi Archie tidak lari. Dia tetap di sana di ...", maka jawaban yang paling sesuai adalah his place (tempatnyanya). Sedangkan the way bermakna jalan, his sight bermakna pandangan, the ground bermakna tanah, their place bermakna tempat mereka.

5. ...
- A. scared
  - B. pleased
  - C. annoyed
  - D. terrified
  - E. shocked

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Makna dari kalimat soal adalah "itu merupakan ... sehingga dia terpeleset di tanah", maka jawaban yang paling tepat untuk mengisi rumpang tersebut adalah shocked (kekagetan). Sedangkan scared dan terrified bermakna ketakutan, pleased bermakna kesenangan, annoyed bermakna kejengkelan.



# RINGKASAN MATERI

## Kimia

1. Struktur Atom
2. Sistem Periodik Unsur
3. Ikatan Kimia
4. Bentuk Geometri Molekul dan Gaya Antar Molekul
5. Kimia Unsur
6. Kimia Analisis
7. Termokimia
8. Laju Reaksi
9. Kestimbangan Kimia
10. Koloid
11. Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit
12. Sifat Koligatif Larutan
13. Sel Elektrokimia
14. Kimia Organik
15. Benzena
16. Polimer, Karbohidrat, Protein, dan Lemak
17. Reaksi Redoks
18. Tata Nama Senyawa Anorganik dan Persamaan Reaksi Sederhana
19. Hukum Dasar dan Perhitungan Kimia

BAB  
1

## STRUKTUR ATOM

## A. Perkembangan Model Atom

Konsep atom pertama kali dicetuskan oleh Democritus. Kata atom berasal dari *atomos* yang terdiri dari kata *a* dan *tomos*. Dalam bahasa Yunani, *a* = tidak, sedangkan *tomos* = dibagi, sehingga atom adalah partikel terkecil yang tidak dapat dibagi lagi. Dari penemuan konsep atom tersebut mengakibatkan para ahli berpendapat berbeda tentang atom. Perbedaan tersebut didasarkan pada eksperimen yang dilakukan oleh para ahli tersebut, sehingga model atom banyak mengalami perubahan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.

## 1. Teori Atom Dalton



Atom adalah zarah yang terkecil dan diskrit

Dalton berpendapat bahwa atom merupakan bagian terkecil dari suatu materi yang tidak dapat dibagi lagi.

## a. Kelebihan dari Teori Atom Dalton

- 1) Dapat menerangkan Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier).
- 2) Dapat menerangkan Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust).

## b. Kelemahan dari Teori Atom Dalton

- 1) Tidak dapat menjelaskan sifat listrik materi.
- 2) Tidak dapat menjelaskan cara atom-atom saling berikatan.
- 3) Tidak dapat menjelaskan perbedaan antara atom unsur yang satu dengan unsur yang lain.

## 2. Teori Atom Thomson

Thomson berpendapat bahwa atom merupakan bola pejal yang memiliki muatan positif dan dinetralkan oleh muatan negatif yang menyebar merata. Model atom Thomson diibaratkan dengan model atom Roti Kismis.

## a. Kelebihan dari Teori Atom Thomson.

Dapat membuktikan adanya partikel lain yang bermuatan negatif dalam atom.

## b. Kekurangan dari Teori Atom Thomson.

Tidak dapat menjelaskan susunan muatan positif dan negatif dalam bola atom tersebut.

### 3. Teori Atom Rutherford

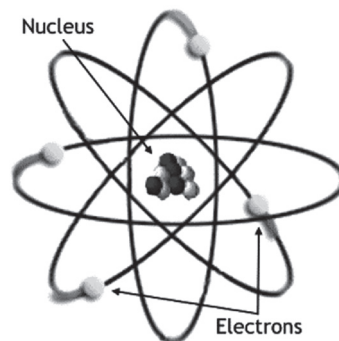
Rutherford dan Ernest Marsden mempelajari struktur dalam sebuah atom. Mereka bereksperimen dengan menembakkan sinar  $\alpha$  (alfa) dengan lempeng emas tipis dengan ketebalan 0,00004 cm.

**a. Kelebihan dari Teori Atom Rutherford.**

Dapat membuat hipotesis bahwa atom tersusun dari inti atom dan elektron yang mengelilingi inti.

**b. Kekurangan dari Teori Atom Rutherford.**

Tidak dapat menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke dalam inti atom.



### 4. Teori Atom Niels Bohr

Atom terdiri atas inti bermuatan positif yang dikelilingi elektron bermuatan negatif yang hanya melintasi lintasan-lintasan tertentu. Pada lintasan-lintasan tersebut elektron tidak menyerap atau memancarkan radiasi atau energi.

**a. Kelebihan dari Teori Atom Niels Bohr**

- 1) Bohr dapat meramalkan garis-garis dalam spektrum atom hidrogen.
- 2) Jika atom-atom dieksitasi diletakkan pada medan magnet, maka akan timbul garis-garis halus.

**b. Kelemahan dari Teori Atom Niels Bohr**

- 1) Bohr hanya mampu menjelaskan spektrum atom hidrogen tetapi tidak dapat menjelaskan spektrum atom dengan jumlah elektron yang lebih banyak.
- 2) Kulit elektron yang mengelilingi inti berbentuk elips bukan lingkaran.
- 3) Bohr berpendapat bahwa elektron hanya sebagai partikel, bukan sebagai partikel dan gelombang.

### 5. Teori Atom Mekanika Kuantum

Elektron bergerak seperti gelombang. Kedudukan elektron disekitar inti tidak dapat ditentukan secara pasti. Posisi elektron adalah peluang saat suatu elektron menemukan tiap-tiap titik di dalam ruang sekitar inti.

**Bilangan Kuantum dan Bentuk Orbital**

- a. Bilangan kuantum utama ( $n$ ) menunjukkan kulit atomnya.
- b. Bilangan kuantum azimuth ( $l$ ) menunjukkan subkulitnya.
- c. Bilangan kuantum magnet ( $m$ ) menunjukkan orientasi orbitalnya.
- d. Bilangan kuantum spin ( $s$ ) menunjukkan perputaran elektron (rotasi).

Contoh:  ${}_{12}\text{Mg} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

- e. Bilangan kuantum utama ( $n$ ) = jumlah kulitnya = 3
- f. Bilangan kuantum azimuth ( $l$ ) = 0  
Subkulit s bernilai  $l = 0$ ; p bernilai  $l = 1$ ; d bernilai  $l = 2$ ; f bernilai  $l = 3$
- g. Bilangan kuantum magnet ( $m$ ) = 0  
 $l = 0 \rightarrow$  nilai  $m = 0$ ;  
 $l = 1 \rightarrow$  nilai  $m = -1, 0, \text{ dan } +1$   
 $l = 2 \rightarrow$  nilai  $m = -2, -1, 0, +1, +2$

- h. Bilangan kuantum spin =  $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \downarrow \\ \hline \end{array}$  harga s-nya adalah  $-1/2$ , karena elektron terakhir rotasi elektronnya berlawanan dengan arah jarum jam atau ke bawah. Jika rotasi elektronnya searah dengan arah jarum jam atau ke atas maka harga s bernilai  $+1/2$ .

## B. Struktur Atom

### 1. Partikel Dasar Penyusun Atom

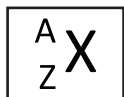
Dari beberapa teori tentang model atom, dapat disimpulkan bahwa suatu atom terdiri dari proton, elektron, dan neutron, dengan elektron tersebut mengelilingi inti atom dan menempati lintasan pada tingkat energi tertentu. Jumlah proton dalam inti sama dengan jumlah elektron yang mengelilingi inti, sehingga atom bersifat netral. Dengan demikian, atom terdiri atas proton, neutron, dan elektron.

Tabel 1. Partikel Dasar Penyusun Atom

Partikel	Lambang	Massa (gr)	Penemu
Proton	${}^1_1\text{P}$	$1,673 \times 10^{-24}$	Goldstein
Neutron	${}^1_0\text{n}$	$1,675 \times 10^{-24}$	Chadwick
Elektron	${}^{-1}_0\text{e}$	$9,110 \times 10^{-28}$	Thomson

### 2. Lambang Atom

Suatu unsur dapat dinotasikan sebagai berikut.



Keterangan:

X = lambang atom

A = nomor massa (jumlah proton + jumlah neutron)

Z = nomor atom (jumlah proton = jumlah elektron)

- Atom netral.  
Pada atom netral jumlah elektron = jumlah proton = nomor atom
- Atom bermuatan
  - Atom yang memiliki muatan positif (kation) adalah suatu ion yang terbentuk karena atom melepas  $x$  elektron.  
**Elektron (e)** = no.atom – muatan
  - Atom bermuatan negatif (anion) adalah ion yang terbentuk karena atom menyerap  $x$  elektron.  
**Elektron (e)** = no.atom – muatan  
Pada muatan, tanda + atau – disertakan pada hitungan.

### 3. Nukleida

- Isotop** = atom-atom dengan nomor atom sama tetapi nomor massa berbeda.  
Contoh:  ${}^{235}_{92}\text{U}$  dan  ${}^{238}_{92}\text{U}$
- Isobar** = atom-atom dengan nomor massa sama tetapi nomor atom berbeda.  
Contoh:  ${}^{13}_6\text{C}$  dan  ${}^{13}_7\text{N}$

- c. **Isoton** = atom-atom dengan jumlah neutron sama tetapi nomor atom dan nomor massa berbeda. Contoh:  $^{15}_8\text{O}$  dan  $^{14}_7\text{N}$

#### 4. Konfigurasi Elektron

Konfigurasi elektron digunakan untuk menentukan letak suatu unsur dalam tabel periodik. Jumlah elektron valensi menunjukkan golongan, sedangkan jumlah kulit menunjukkan periodenya. Penetapan golongan dan periode adalah dengan cara menuliskan konfigurasi elektronnya.

- Jumlah elektron valensi menyatakan nomor golongan.
- Jumlah kulit menyatakan periodenya.
- Penetapan golongan:
  - Golongan utama ditentukan dengan konfigurasi elektron pada kulit-kulit elektronnya.
  - Golongan transisi ditentukan dengan konfigurasi elektron menurut prinsip Aufbau.

#### Prinsip Aufbau

Elektron menempati orbital dimulai dari energi terendah ke energi yang lebih tinggi.

Penentuan golongan:

- Jika pada konfigurasi elektron, elektron valensi terletak pada orbital s atau s dan p, maka unsur tersebut termasuk golongan utama atau golongan A.

$ns^x np^y$

golongan =  $(x + y)$  A

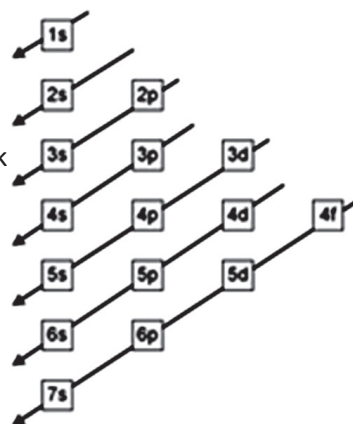
periode = n

- Jika terletak pada orbital d, maka termasuk golongan transisi atau golongan B.

$ns^x (n - 1) d^y$

Golongan B

- |   |  |
|---|--|
| 1) Jika $(x + y) = 3$ , maka gol III B. | 5) Jika $(x + y) = 7$ , maka gol VII B.              |
| 2) Jika $(x + y) = 4$ , maka gol IV B.  | 6) Jika $(x + y) = 8, 9$ , atau 10, maka gol VIII B. |
| 3) Jika $(x + y) = 5$ , maka gol V B.   | 7) Jika $(x + y) = 11$ , maka gol I B.               |
| 4) Jika $(x + y) = 6$ , maka gol VI B.  | 8) Jika $(x + y) = 12$ , maka gol II B.              |



#### Aturan Hund

Dalam pengisian orbital yang setingkat, elektron-elektron cenderung tidak berpasangan sebelum semua orbital terisi penuh oleh elektron.

#### Prinsip Larangan Pauli

Prinsip ini menerangkan bahwa dalam satu atom tidak boleh ada dua elektron yang mempunyai keempat bilangan kuantum ( $n, l, m$  dan  $s$ ) yang sama. Jadi, setiap orbital hanya dapat berisi dua elektron dengan arah spin yang berlawanan.

#### Aturan Penuh-Setengah Penuh

Subkulit d cenderung penuh ( $d^{10}$ ) atau setengah penuh ( $d^5$ ) agar lebih stabil.

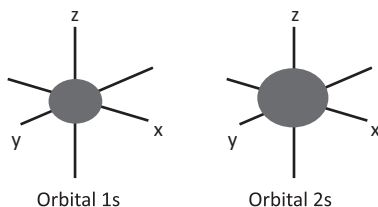
Contoh:  $_{24}\text{Cr} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$  (setengah penuh) bukan  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$

## 5. Diagram Orbital

Setiap orbital mempunyai ukuran, bentuk, dan arah orientasi. Bentuk orbital bergantung pada bilangan kuantum azimuth, sedangkan ukurannya bergantung pada bilangan kuantum utamanya. Orbital-orbital tersebut bergabung membentuk suatu subkulit dan subkulit bergabung membentuk kulit atau tingkat energi.

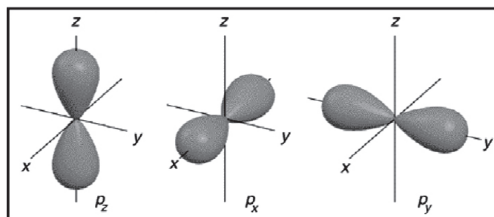
### a. Orbital s

Orbital s berbentuk simetris bola, sehingga orbital s tidak ada orientasi khusus.



### b. Orbital p

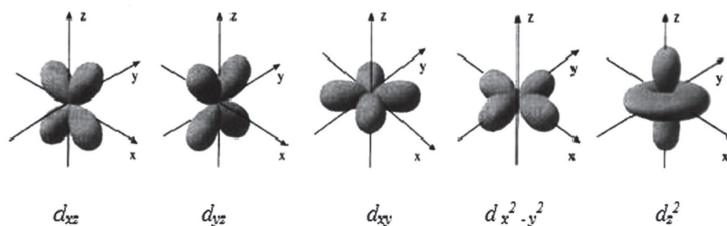
Subkulit p mempunyai 3 orbital yang ditandai dengan  $p_x$ ,  $p_y$ , dan  $p_z$ . Ketiga orbital di atas disesuaikan dengan orientasinya menurut x, y dan z.



### c. Orbital d dan orbital f

#### 1) Orbital d

- Orbital  $d_{x^2-y^2}$  terletak pada bidang xy dan cuping-cupingnya terletak pada sumbu x dan sumbu y.
- Orbital  $d_{z^2}$  terdiri dari satu balon terpinil yang terletak pada sumbu z dan satu daerah berbentuk donat yang terletak pada bidang xy.
- Orbital  $d_{xy}$  terletak pada bidang xy, tetapi cuping-cupingnya terletak di antara sumbu x dan sumbu y.
- Orbital  $d_{xz}$  terletak pada bidang xz dan cuping-cupingnya terletak di antara sumbu x dan sumbu z.
- Orbital  $d_{yz}$  terletak pada bidang yz, tetapi cuping-cuping terletak di antara sumbu y dan sumbu z.



Bentuk dan orientasi orbital-orbital d

#### 2) Orbital f

Orbital-orbital tersebut jarang digunakan dalam pembentukan ikatan kimia.

## Soal Bahas Struktur Atom

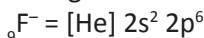
1. Konfigurasi elektron ion  $F^-$  (nomor atom = 9) adalah ....
- A.  $[He] 2s^2 2p^5$       D.  $[Ne] 3s^2 3p^5$   
 B.  $[He] 3s^2 3p^5$       E.  $[Ne] 3s^2 3p^6$   
 C.  $[He] 2s^2 2p^6$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

konfigurasi elektron atom F =  $[He] 2s^2 2p^5$   
 ion  $F^-$  terbentuk jika atom F menerima 1 elektron yang dilepaskan oleh atom lain

Konfigurasi elektron ion  $F^-$



2. Konfigurasi elektron atom Fe adalah  $[Ar] 3d^6 4s^2$ .  
 Jumlah elektron yang tidak berpasangan pada atom Fe adalah ....
- A. 1                                  D. 4  
 B. 2                                  E. 5  
 C. 3

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Diagram orbital elektron valensi atom Fe

↑↓	↑	↑	↑	↑	↑↓
$3d^6$					$4s^2$

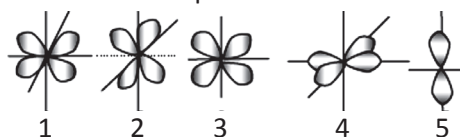
3. Unsur X mempunyai 10 proton dan 12 neutron, sedangkan unsur Y mempunyai nomor massa 23 dan nomor atom 11. Kedua unsur tersebut termasuk ....
- A. Isobar                                  D. Isomer  
 B. Isoton                                  E. Isokhor  
 C. Isotop

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

X mempunyai 10 proton, 12 neutron dan Y mempunyai 11 proton, 12 neutron sehingga X dan Y termasuk isoton.

4. Berikut ini merupakan bentuk orbital d.








Yang merupakan gambar bentuk orbital  $d_{xy}$  adalah ....

- A. 1                                  D. 4  
 B. 2                                  E. 5  
 C. 3

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

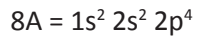
**Jawaban: A**

 1	gambar orbital di samping menunjukkan orientasi $d_{xy}$
 2	gambar orbital di samping menunjukkan orientasi $d_{xz}$
 3	gambar orbital di samping menunjukkan orientasi $d_{yz}$
 4	gambar orbital di samping menunjukkan orientasi $d_{x^2-y^2}$
 5	gambar orbital di samping menunjukkan orientasi $d_{z^2}$

5. Unsur A mempunyai nomor atom 8, harga keempat bilangan kuantum elektron terakhir unsur tersebut adalah ....
- A.  $n = 2, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$   
 B.  $n = 2, l = 1, m = 1, s = +\frac{1}{2}$   
 C.  $n = 2, l = 1, m = 0, s = -\frac{1}{2}$   
 D.  $n = 2, l = 1, m = -1, s = +\frac{1}{2}$   
 E.  $n = 2, l = 1, m = -1, s = -\frac{1}{2}$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**



Elektron terakhir pada  $2p^4 \rightarrow$

$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
-1	0	+1

Bilangan kuantum elektron terakhir = n  
= 2, l = 1, m = -1, s =  $-\frac{1}{2}$



BAB  
2

## SISTEM PERIODIK UNSUR

## A. Perkembangan Sistem Periodik Unsur

Untuk memudahkan dalam mempelajari hubungan sifat antara unsur satu dengan unsur yang lain, maka unsur-unsur tersebut diklasifikasikan berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat. Perkembangan dari sistem periodik unsur antara lain:

## 1. Lavoisier

Menurut Lavoisier, unsur dapat digolongkan menjadi dua.

- Unsur logam adalah unsur yang dapat menghantarkan panas. Contoh: besi, emas, dll.
- Unsur nonlogam adalah unsur yang tidak dapat menghantarkan listrik. Contoh: klor, belerang, fluor, dll.

## 2. Triade

Menurut Hukum Triade Dobernier menyatakan “Jika unsur-unsur dikelompokkan berdasarkan kesamaan sifatnya dan diurutkan massa atomnya, maka setiap kelompok terdapat tiga unsur dengan massa unsur yang ditengah merupakan rata-rata dari massa unsur yang ditepi”. Contoh:

$$\begin{array}{l} \text{Triade : Cl} \quad \text{Br} \quad \text{I} \\ \text{Ar} \quad : 35,5 \quad ? \quad 126,9 \\ \text{Ar Br} = \frac{\text{ArCl} + \text{ArI}}{2} = \frac{35,5 + 126,9}{2} = 81,2 \end{array}$$

## 3. Hukum Oktaf Newlands

Menurut Hukum Oktaf Newlands “Jika unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atom, maka sifat unsur tersebut akan berulang setelah unsur kedelapan”.

## 4. Lothar Mayer

- Menyusun unsur dalam satu tabel berdasarkan massa atom dan kesamaan sifat-sifat fisika unsur tersebut.
- Menyusun unsur dalam suatu tabel yang disebut sistem periodik dan menempatkan unsur yang bersifat sama pada satu kolom vertikal yang sama.

## 5. Mendeleev

“Bila unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya maka sifat unsur akan berulang secara periodik.”

## 6. J. Thomson

Dikenal sebagai susunan berkala panjang, sifat-sifat unsur bukan lagi sifat periodik dari massa atom relatifnya tetapi sifat-sifat unsur adalah fungsi berkala dari nomor atom.

## 7. Sistem Periodik Modern

“Bila unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan nomor atomnya maka sifat unsur akan berulang secara periodik.” Sistem periodik modern ini dikenal sebagai sistem periodik bentuk panjang, terdapat lajur mendatar yang disebut dengan *periode* dan lajur tegak yang disebut dengan *golongan*. Sistem periodik modern dibedakan menjadi golongan A dan golongan B. Golongan A disebut dengan golongan utama, sedangkan golongan B merupakan golongan transisi. Unsur-unsur utama adalah unsur-unsur yang pengisian elektronnya berakhir pada subkulit s atau p (disebut juga dengan blok s atau blok p). Golongan utama dengan nama khususnya antara lain:

- Golongan IA adalah golongan **alkali**.
- Golongan IIA adalah **alkali tanah**.
- Golongan VIA adalah golongan **khalkogen**.
- Golongan VIIA adalah golongan **halogen**.
- Golongan VIIIA adalah golongan **gas mulia**.

Unsur-unsur transisi adalah unsur-unsur yang pengisian elektronnya berakhir pada orbital d (disebut juga dengan unsur blok d).

## B. Sifat Sistem Periodik Unsur

- Jari-jari Atom**, yaitu jarak dari inti atom sampai kulit terluar.  
**Dalam satu golongan**, jari-jari semakin ke bawah semakin besar dan sebaliknya semakin ke atas semakin kecil.  
**Dalam satu periode**, jari-jari semakin ke kiri semakin besar dan sebaliknya semakin ke kanan semakin kecil.
- Energi Ionisasi**, yaitu energi yang diperlukan untuk melepaskan satu elektron dari suatu atom netral dalam wujud gas.  
**Dalam satu golongan**, energi ionisasi semakin ke bawah semakin kecil dan sebaliknya semakin ke atas semakin besar.  
**Dalam satu periode**, energi ionisasi ke kiri semakin kecil dan sebaliknya semakin ke kanan semakin besar.
- Afinitas Elektron**, yaitu energi yang menyertai proses penambahan satu elektron pada satu atom netral dalam wujud gas, sehingga terbentuk ion bermuatan  $-1$ .  
**Dalam satu golongan**, afinitas elektron semakin ke bawah semakin kecil dan sebaliknya semakin ke atas semakin besar.  
**Dalam satu periode**, afinitas elektron ke kiri semakin kecil dan sebaliknya semakin ke kanan semakin besar.

4. **Kelektronegatifan**, yaitu kemampuan atau kecenderungan suatu atom untuk menangkap atau menarik elektron dari atom lain.  
**Dalam satu golongan**, keelektronegatifan semakin ke bawah semakin kecil dan sebaliknya semakin ke atas semakin besar.  
**Dalam satu periode**, keelektronegatifan ke kiri semakin kecil dan sebaliknya semakin ke kanan semakin besar.
5. **Sifat Logam**, yaitu kecenderungan melepas elektron membentuk ion positif.  
**Sifat logam** bergantung pada energi ionisasi, jika energi ionisasi makin besar maka makin sukar melepas elektron dan semakin berkurang pula sifat logamnya.  
**Sifat nonlogam** berkaitan dengan keelektronegatifan yaitu kecenderungan untuk menarik elektron.  
**Dalam satu golongan**: dari atas ke bawah  
Sifat logam bertambah sedangkan sifat nonlogam berkurang  
**Dalam satu periode**: dari kiri ke kanan  
Sifat logam berkurang, sedangkan sifat nonlogam bertambah
6. **Kereaktifan**, bergantung pada kecenderungan untuk melepas atau menarik elektron. Golongan IA merupakan golongan yang sangat reaktif karena golongan IA mudah melepas satu elektron. Sedangkan pada golongan nonlogam, golongan VIIA merupakan yang paling reaktif karena hanya menarik satu elektron.  
Dari kiri ke kanan dalam satu periode kereaktifan menurun kemudian bertambah sampai pada golongan VIIA, dan golongan VIIIA merupakan golongan yang tidak reaktif. Karena golongan VIIIA merupakan golongan yang stabil.
7. **Titik Didih dan Titik Leleh**, satu golongan: semakin besar (dari atas ke bawah). Satu periode: semakin kecil (dari kiri ke kanan).

### Soal Bahas Sistem Periodik Unsur

1. Unsur X dengan nomor atom 27 dalam sistem periodik unsur terletak pada ....  
A. golongan VIII B, periode 4  
B. golongan II A, periode 4  
C. golongan VII A, periode 3  
D. golongan VIII B, periode 4  
E. golongan VIII B, periode 5

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

$X = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$  (golongan VIII B, periode 4)

2. Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron disebut ....  
A. energi ionisasi  
B. afinitas elektron

- C. elektronegativitas
- D. jari-jari elektron
- E. kereaktifan

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

**Energi Ionisasi**, yaitu energi yang diperlukan untuk melepaskan satu elektron dari suatu atom netral dalam wujud gas. **Kelektronegatifan**, yaitu kemampuan atau kecenderungan suatu atom untuk menangkap atau menarik elektron dari atom lain.

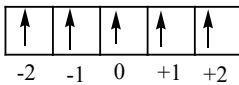
**Afinitas Elektron**, yaitu energi yang menyertai proses penambahan satu elektron pada satu atom netral dalam

wujud gas, sehingga terbentuk ion bermuatan  $-1$ . **Jari-Jari Atom**, yaitu jarak dari inti atom sampai kulit terluar. **Kereaktifan**, bergantung pada kecenderungan untuk melepas atau menarik elektron.

3. Unsur berikut yang mempunyai empat harga bilangan kuantum elektron terakhir  $n = 3$ ,  $l = 2$ ,  $m = +2$ , dan  $s = +1/2$  memiliki nomor atom ....
- A. 24                                  D. 27  
B. 25                                  E. 28  
C. 26

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: B**

Elektron yang memiliki harga bilangan kuantum  $n = 3$ ,  $l = 2$ ,  $m = +2$ , dan  $s = +1/2$  terletak pada subkulit  $3d^5$ .



Konfigurasi elektron secara lengkap adalah  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ .  
Nomor atom = jumlah elektron = 25

4. Perhatikan data berikut!

Unsur dalam satu periode	Kelektronegatifan
O	2,46
P	1,45
Q	1,74
R	2,83
S	1,00

Berdasarkan data di atas, urutan letak unsur dari kiri ke kanan yaitu ....

- A. O, P, Q, R, dan S  
B. R, O, Q, P, dan S  
C. S, R, O, Q, dan P  
D. S, P, Q, O, dan R  
E. S, P, Q, P, dan O

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: D**

Dalam satu periode dari kiri ke kanan, keelektronegatifan semakin besar. Oleh karena itu, urutan letak unsur dari kiri ke kanan yaitu S, P, Q, O, dan R.

5. Hal yang *tidak tepat* mengenai perubahan sifat periodik dari kiri ke kanan dalam suatu periode adalah ....
- A. Energi ionisasi bertambah besar  
B. Elektron valensi bertambah  
C. Kekuatan oksidasi bertambah  
D. Kecenderungan membentuk ion negatif bertambah  
E. Jari-jari bertambah besar

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: E**

- Elektron valensi = nomor golongan = bertambah
- Keelektronegatifan = kecenderungan membentuk ion negatif = mengalami reduksi = oksidator = kekuatan oksidasinya bertambah
- Energi ionisasi bertambah
- Jari-jari berkurang

BAB  
3

## IKATAN KIMIA

## A. Kestabilan Atom

Setiap atom memiliki kecenderungan untuk mempunyai susunan elektron yang stabil seperti gas mulia (He, Ne, Ar, Kr, Xe, dan Rn) dengan cara melepaskan elektron, menerima elektron, atau menggunakan pasangan elektron secara bersama-sama. Konfigurasi elektron stabil jika elektron terluarnya 2 (duplet) atau 8 (oktet).

## B. Ikatan Ion dan Ikatan Kovalen

Ikatan ion adalah ikatan yang terjadi karena adanya transfer elektron/ serah terima elektron antara satu atom dengan atom yang lain. Ikatan ion disebut juga ikatan elektrovalen. Ikatan ion umumnya terjadi antara unsur logam dengan unsur nonlogam yang saling terikat antara satu dengan yang lain oleh gaya elektrostatik. Ikatan kovalen adalah ikatan antaratom berdasarkan penggunaan elektron secara bersama-sama. Ikatan kovalen biasanya terjadi antara atom-atom nonlogam dengan atom nonlogam. Elektron-elektron yang tidak terlibat dalam ikatan kovalen disebut elektron bebas. Elektron bebas ini berpengaruh dalam menentukan bentuk geometri molekul. Ikatan logam adalah salah satu ciri khusus dari logam, pada ikatan logam ini elektron tidak hanya menjadi milik satu atau dua atom saja, melainkan menjadi milik dari semua atom yang ada dalam ikatan logam tersebut. Atom-atom logam mempunyai elektron valensi yang bebas bergerak di seluruh logam. Interaksi antara ion-ion logam positif dengan elektron yang bebas bergerak menghasilkan ikatan logam.

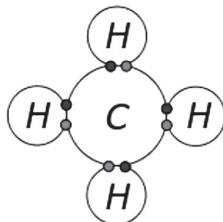
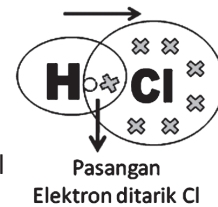
## C. Sifat Senyawa Ion dan Senyawa Kovalen

1. Sifat-sifat senyawa ion sebagai berikut.
  - a. Bersifat polar sehingga larut dalam pelarut polar.
  - b. Memiliki titik didih dan leleh yang tinggi.
  - c. Umumnya pada suhu kamar semua senyawa ion berupa zat padat.
  - d. Tidak menghantarkan listrik dalam fase padat, tetapi menghantarkan listrik pada fase cair.
  - e. Larutan maupun lelehannya bersifat elektrolit (konduktor), contoh : NaCl, BaCl<sub>2</sub>, KBr, HI.

2. Sifat-sifat senyawa kovalen sebagai berikut.
  - a. Sebagian besar mudah menguap.
  - b. Memiliki titik didih dan leleh yang rendah.
  - c. Tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik.
  - d. Pada umumnya tidak menghantarkan listrik.
  - e. Berupa gas, cairan atau padatan lunak pada suhu ruang.
  - f. Keadaan murni bersifat isolator.

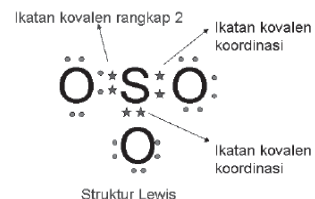
## B. Jenis Ikatan Kovalen

1. Berdasarkan jumlah pasangan elektron ikatannya (PEI):
  - a. Ikatan kovalen tunggal merupakan ikatan kovalen yang memiliki 1 PEI
  - b. Ikatan kovalen rangkap 2 merupakan ikatan kovalen yang memiliki 2 PEI
  - c. Ikatan kovalen rangkap 3 merupakan ikatan kovalen yang memiliki 3 PEI
2. Berdasarkan kepolaran ikatan
  - a. Ikatan kovalen polar adalah ikatan kovalen yang PEI-nya cenderung tertarik ke salah satu atom yang berikatan. Akibatnya, terjadi pemisahan kutub positif dan negatif. Kepolaran suatu ikatan ditentukan oleh keelektronegatifan suatu unsur. Bentuk molekulnya asimetris dan momen dipol  $> 0$ . Contoh: HF, HCl,  $\text{NH}_3$
  - b. Ikatan kovalen nonpolar adalah ikatan kovalen yang PEI-nya cenderung tertarik sama kuat ke arah atom-atom yang berikatan. Contoh:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$



● Elektron dari hidrogen  
● Elektron dari karbon

3. Ikatan kovalen koordinasi  
Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kimia yang terjadi apabila pasangan elektron bersama yang dipakai oleh kedua atom berasal dari salah satu atom saja. Sementara itu, atom yang lain hanya berfungsi sebagai penerima elektron berpasangan saja.



## Soal Bahas Ikatan Kimia

1. Data sifat fisik dari dua zat ditunjukkan oleh tabel berikut.

Senyawa	Titik Leleh	Daya Hantar Listrik	
		Lelehan	Larutan
X	804	Menghantarkan	Menghantarkan
Y	32	Tidak menghantarkan	Tidak menghantarkan

Berdasarkan data tersebut, jenis ikatan yang terdapat pada senyawa X dan Y berturut-turut adalah ....

- ion dan hidrogen
- ion dan kovalen nonpolar
- hidrogen dan kovalen polar
- kovalen polar dan kovalen nonpolar
- kovalen nonpolar dan kovalen polar

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Berdasarkan sifat-sifat di atas senyawa X termasuk senyawa yang memiliki jenis ikatan ion, sedangkan senyawa Y termasuk senyawa yang memiliki jenis ikatan kovalen nonpolar.

Senyawa kovalen polar memiliki titik leleh yang rendah dan tidak dapat menghantarkan listrik dalam bentuk lelehan, namun dapat menghantarkan listrik dalam bentuk larutannya.

Senyawa yang berikatan hidrogen memiliki titik didih dan titik leleh yang tinggi karena ikatan hidrogen bersifat sangat kuat.

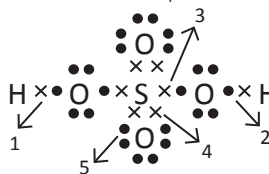
2. Pasangan senyawa berikut yang berikatan ion dan kovalen berturut-turut adalah ....
- KCl dan Na<sub>2</sub>S
  - NH<sub>3</sub> dan KBr
  - H<sub>2</sub>O dan NH<sub>3</sub>
  - KCl dan H<sub>2</sub>O
  - KOH dan NaS

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Ikatan ion merupakan ikatan yang terbentuk antara unsur logam dengan unsur nonlogam. Ikatan kovalen merupakan ikatan yang terbentuk antara unsur nonlogam dengan unsur nonlogam.

3. Perhatikan gambar struktur Lewis senyawa HSO<sub>4</sub> berikut!



Pasangan elektron yang terbentuk secara kovalen koordinasi ditunjukkan pada nomor ....

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

Syarat terbentuknya ikatan kovalen koordinasi yaitu salah satu atom memiliki PEB serta atom yang lainnya memiliki orbital kosong.

Keterangan gambar:

- ikatan kovalen tunggal
- ikatan kovalen tunggal
- ikatan kovalen tunggal
- ikatan kovalen koordinasi
- pasangan elektron bebas

4. Data fisik dua senyawa sebagai berikut.

No	Sifat Fisik	Senyawa A	Senyawa B
1.	Titik leleh ( $^{\circ}\text{C}$ )	712	17
2.	Daya hantar listrik lelehan	Menghantarkan arus listrik	Tidak menghantarkan arus listrik
3.	Daya hantar listrik larutan	Menghantarkan arus listrik	Menghantarkan arus listrik

Berdasarkan data tersebut, jenis ikatan yang terdapat dalam senyawa A dan senyawa B secara berturut-turut adalah ....

- A. ion dan hidrogen
- B. ion dan kovalen polar
- C. kovalen polar dan ion
- D. kovalen polar dan hidrogen
- E. kovalen polar dan kovalen non polar

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Berdasarkan sifat-sifat tersebut, senyawa A termasuk senyawa yang memiliki jenis ikatan ion, sedangkan senyawa B termasuk senyawa yang memiliki jenis ikatan kovalen polar. Senyawa kovalen non polar memiliki titik leleh yang rendah dan tidak dapat menghantarkan listrik dalam bentuk lelehan maupun larutannya. Senyawa yang berikatan hidrogen memiliki titik didih dan titik leleh yang tinggi karena ikatan hidrogen bersifat sangat kuat.

5. Unsur A dan B mempunyai jumlah proton dan neutron yang sama. Nomor massa unsur A adalah 12, sedangkan nomor massa B adalah 16. Jika kedua unsur berikatan, rumus senyawa yang terbentuk adalah ....

- A. AB, ion
- B.  $\text{AB}_2$ , ion
- C. AB, kovalen
- D.  $\text{A}_2\text{B}$ , kovalen
- E.  $\text{AB}_2$ , kovalen

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**














Unsur A mempunyai jumlah proton dan neutron sama. Jika nomor massa A adalah 12, jumlah proton = jumlah elektron = 6. Unsur B mempunyai jumlah proton dan jumlah neutron sama. Jika nomor massa B adalah 16, jumlah proton = jumlah elektron = 8. Elektron valensi unsur A mempunyai elektron valensi 4, unsur B mempunyai elektron valensi 6. Jika kedua unsur membentuk senyawa maka bentuknya  $\text{AB}_2$  dengan jenis ikatan kovalen.



BAB  
4

# BENTUK GEOMETRI MOLEKUL DAN GAYA ANTAR MOLEKUL

## A. Bentuk Geometri Molekul

Pasangan Elektron Berikatan	Pasangan Elektron Bebas	Jumlah Elektron	Bentuk	Sudut Ideal Ikatan	Contoh Molekul	Gambar
2	0	2	Linear	180°	BeCl <sub>2</sub>	
3	0	3	Segitiga Planar	120°	BF <sub>3</sub>	
2	1	3	Bengkok	120°	SO <sub>2</sub>	
4	0	4	Tetrahedral	109,5°	CH <sub>4</sub>	
3	1	4	Segitiga Piramidal	107,5°	NH <sub>3</sub>	
2	2	4	Bengkok	104,5°	H <sub>2</sub> O	
5	0	5	Segitiga Bipiramidal	90°, 120°	PCl <sub>5</sub>	
4	1	5	Tetrahedral tak simetris (bidang 4)	90°, 120°	SF <sub>4</sub>	
3	2	5	Huruf T	90°	ClF <sub>3</sub>	
2	3	5	Linear	180°	XeF <sub>2</sub>	
6	0	6	Oktahedral	90°	SF <sub>6</sub>	
5	1	6	Segiempat Piramidal	90°	BrF <sub>5</sub>	
4	2	6	Segiempat Planar	90°	XeF <sub>4</sub>	

## B. Gaya Antar Molekul

### 1. Ikatan Hidrogen

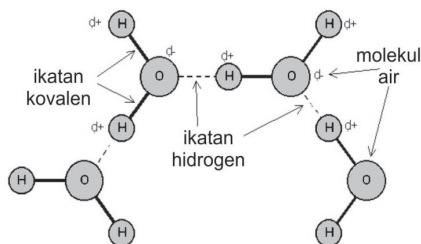
Merupakan gaya tarik-menarik antara atom H dengan atom lain yang mempunyai keelektronegatifan besar (F, O, atau N). Ikatan hidrogen merupakan ikatan yang paling kuat dibandingkan dengan ikatan antarmolekul lain, tetapi ikatan ini masih lebih lemah dibandingkan dengan ikatan kovalen maupun ikatan ion. Contoh: HF, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>.

Kekuatan ikatan hidrogen ini akan memengaruhi titik didih dari senyawa tersebut. Semakin besar perbedaan keelektronegatifannya maka akan semakin besar titik didih dari senyawa tersebut. Namun, terdapat pengecualian untuk H<sub>2</sub>O yang memiliki dua ikatan hidrogen tiap molekulnya. Akibatnya, titik didihnya paling besar dibanding senyawa dengan ikatan hidrogen lain, bahkan lebih tinggi dari HF yang memiliki beda keelektronegatifan terbesar.

### 2. Ikatan Van Der Waals

Gaya van der Waals adalah gaya-gaya yang timbul dari polarisasi molekul menjadi dipol seketika. Ikatan ini merupakan jenis ikatan antarmolekul yang terlemah. Namun, sering dijumpai diantara semua zat kimia terutama gas. Pada saat tertentu, molekul-molekul dapat berada dalam fase dipol seketika ketika salah satu muatan negatif

berada di sisi tertentu. Dalam keadaan dipol ini, molekul dapat menarik atau menolak elektron lain dan menyebabkan atom lain menjadi dipol. Gaya tarik-menarik yang muncul sesaat ini merupakan gaya van der Waals.



## Soal Bahas Bentuk Geometri Molekul & Gaya Antar Molekul

1. Apabila atom  $_4\text{X}$  dan  $_{17}\text{Y}$  berikatan, bentuk molekul dan sifat kepolaran yang terbentuk adalah ....
  - A. segiempat planar dan polar
  - B. tetrahedral dan nonpolar
  - C. oktahedral dan nonpolar
  - D. linear dan nonpolar
  - E. linear dan polar

*Tipe Soal Aplikasi/Terapan*

**Jawaban: D**

Konfigurasi elektron unsur X dan Y sebagai berikut.

$_4\text{X} : 1s^2 2s^2 \rightarrow$  elektron valensi = 2

$_{17}\text{Y} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \rightarrow$  elektron valensi = 7

Apabila unsur X dan Y berikatan akan membentuk senyawa kovalen dengan rumus XY<sub>2</sub> dengan rumus Lewis berikut.

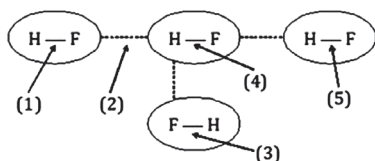


Notasi VSEPR = AX<sub>2</sub>

Bentuk molekul = linear

Senyawa tersebut bersifat nonpolar karena di sekitar atom pusat tidak mempunyai PEB.

2. Perhatikan gambar ilustrasi tentang gaya intra dan antar-molekul berikut ini!



Ikatan hidrogen ditunjukkan oleh nomor ....

- A. (1)                      D. (4)  
 B. (2)                      E. (5)  
 C. (3)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Ikatan hidrogen merupakan gaya antarmolekul yang terjadi pada atom hidrogen suatu molekul dengan atom F, O, atau N molekul lain. Nomor (1), (3), (4), dan (5) merupakan ikatan kovalen tunggal, sedangkan nomor (2) merupakan ikatan hidrogen.

3. Titik didih  $H_2O$  lebih tinggi daripada  $H_2S$  karena .... (Ar H = 1, O = 16, dan S = 32)
- A.  $H_2O$  bersifat nonpolar,  $H_2S$  bersifat polar  
 B. Massa molekul  $H_2O$  lebih besar daripada  $H_2S$   
 C. Massa molekul  $H_2O$  lebih kecil daripada  $H_2S$   
 D.  $H_2O$  mempunyai ikatan hidrogen, sedangkan  $H_2S$  mempunyai gaya van der Waals  
 E.  $H_2O$  mempunyai gaya van der Waals, sedangkan  $H_2S$  mempunyai ikatan hidrogen

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

$H_2O$  bersifat polar dan mempunyai  $M_r = 18$ , sedangkan  $H_2S$  bersifat polar dan mempunyai  $M_r = 38$ . Titik didih  $H_2O$  lebih tinggi daripada  $H_2S$  karena  $H_2O$  mempunyai ikatan hidrogen.

4. Senyawa M mempunyai sifat sebagai berikut.

- (1) Mudah larut dalam air.  
 (2) Dapat menghantar listrik dalam fase cair  
 (3) Titik didih dan titik lelehnya tinggi.  
 Jenis ikatan dalam senyawa M tersebut adalah ....

- A. kovalen polar  
 B. kovalen nonpolar  
 C. hidrogen  
 D. logam  
 E. ion

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Senyawa yang mudah larut dalam air (bersifat polar), dapat menghantarkan listrik dalam fase cair, serta titik didih dan titik lelehnya tinggi adalah senyawa ion.

5. Pasangan molekul yang dapat menimbulkan gaya London adalah ....
- A.  $NH_3$  dengan  $H_2O$   
 B.  $PCl_5$  dengan  $HBr$   
 C.  $CH_4$  dengan  $CCl_4$   
 D.  $H_2O$  dengan  $BCl_3$   
 E.  $HCl$  dengan  $CO$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

$CH_4$  merupakan senyawa nonpolar dan  $CCl_4$  merupakan senyawa nonpolar, jika keduanya berinteraksi maka gaya yang ditimbulkan adalah gaya London. Pada  $NH_3$  dengan  $H_2O$  terjadi ikatan hidrogen,  $PCl_5$  dengan  $HBr$  dan  $H_2O$  dengan  $BCl_3$  menimbulkan gaya dipol terimbas,  $HCl$  dengan  $CO$  terjadi gaya dipol-dipol.

BAB  
5

## KIMIA UNSUR

A.

## Unsur-Unsur Kimia Di Alam Termasuk Radioaktif dan Sifat-Sifatnya

## 1. Unsur-Unsur Penting Yang Ada di Alam

Unsur	Mineral	Rumus Kimia
Sn	Kasiterit	$\text{SnO}_2$
Na	Halit	$\text{NaCl}$
	Sendawa chili	$\text{NaNO}_3$
Mg	Magnesit	$\text{MgCO}_3$
	Garam Inggris	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
	Karnalit	$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
	Dolomit	$\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$
	Brusit	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
Al	Kaolin	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	Bauksit	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
	Kriolit	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$
Si	Quartz	$\text{SiO}_2$

Unsur	Mineral	Rumus Kimia
S	Pirit	$\text{FeS}_2$
	Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Ti	Rutil	$\text{TiO}_2$
Cr	Kromit	$\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$
Mn	Pirolusit	$\text{MnO}_2$
	Manganit	$\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Fe	Hematit	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
	Magnetit	$\text{Fe}_3\text{O}_4$
	Pirit	$\text{FeS}_2$
	Siderit	$\text{FeCO}_3$
	Limonit	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Co	Kobaltit	$\text{CoAsS}$
Ni	pentlandit	$\text{FeNiS}$

## 2. Sifat-Sifat Unsur Yang Ada di Alam

## a. Sifat-Sifat Unsur Gas Mulia

Unsur-unsur gas mulia terletak pada golongan VIIIA, yang meliputi: Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), dan Radon (Rn). Unsur gas mulia di alam tidak ditemukan dalam bentuk senyawa, melainkan dalam bentuk atom-atomnya.

Sifat-sifat gas mulia sebagai berikut.

- 1) Mempunyai 8 elektron valensi (kecuali He mempunyai 2 elektron valensi).
- 2) Konfigurasi elektron sangat stabil.
- 3) Energi ionisasinya besar.
- 4) Keelektronegatifannya berharga 0.
- 5) Di alam ditemukan dalam keadaan bebas (gas monoatomik).
- 6) Sangat sukar bereaksi (inert).

Helium merupakan unsur gas mulia yang paling banyak di alam semesta karena helium merupakan komponen utama penyusun matahari dan bintang. Helium juga terkandung dalam gas di alam sebagai hasil peluruhan zat radioaktif. Sedangkan Argon merupakan unsur gas mulia yang paling banyak di alam. Unsur radon sangat sedikit terdapat di alam, karena bersifat radioaktif (mudah berubah menjadi atom unsur lain). Unsur gas mulia sudah dapat disintesis, yaitu Niels Bartlett orang telah berhasil mensintesa senyawa gas mulia yang pertama, yaitu XePtF<sub>6</sub> (xenon heksa fluoro platinat IV) dengan mereaksikan unsur Xe dengan PtF<sub>6</sub>.

**b. Sifat-Sifat Unsur Halogen (Golongan VIIA)**

- 1) Mempunyai tujuh elektron valensi ( $ns^2 np^5$ ).
- 2) Kelektonegatifan tinggi (mudah menangkap elektron).
- 3) Oksidator kuat (mudah mengalami reduksi).
- 4) Sangat reaktif (di alam tidak ada unsur bebasnya).
- 5) Bereaksi dengan semua logam, membentuk garam yang berikatan ion.
- 6) Bereaksi dengan unsur nonlogam membentuk senyawa kovalen
- 7) Unsur-unsur halogen berwujud molekul diatomik ( $X_2$ ).
- 8) Jari-jari atom semakin ke bawah semakin besar.
- 9) Semakin ke bawah kereaktifannya berkurang.
- 10) Semakin ke bawah sifat oksidator melemah.
- 11)  $X_2$  yang di atas mampu mengoksidasi  $X^-$  yang bawah.
- 12) Semakin ke bawah titik didih semakin tinggi.  $F_2$  dan  $Cl_2$  berwujud gas,  $Br_2$  cair,  $I_2$  padat.

**c. Sifat-sifat Unsur Logam Alkali**

- 1) Mempunyai satu elektron terluar.
- 2) Energi ionisasi rendah (mudah melepaskan elektron).
- 3) Reduktor kuat (mudah mengalami oksidasi).
- 4) Sangat reaktif (di alam tidak ada unsur bebasnya).
- 5) Reaksinya dengan air berlangsung cepat.
- 6) Titik leleh rendah (lunak), sebab ikatan logam lemah.
- 7) Jari-jari atom makin ke bawah makin besar Semakin ke bawah kereaktifannya bertambah.
- 8) Semakin ke bawah basanya semakin kuat.
- 9) Semakin ke bawah titik leleh semakin rendah.
- 10) Warna nyala litium berwarna merah, natrium berwarna kuning, dan kalium berwarna ungu.

**d. Sifat-Sifat Unsur Alkali Tanah**

- 1) Mempunyai dua elektron terluar.
- 2) Energi ionisasi rendah, tetapi IA lebih rendah.
- 3) Reduktor kuat, meskipun tidak sekuat IA.
- 4) Sangat reaktif, tetapi IA lebih reaktif.
- 5) Reaksinya dengan air berlangsung lambat.
- 6) Titik leleh cukup tinggi (keras), sebab ikatan logam kuat.
- 7) Jari-jari atom makin ke bawah makin besar.
- 8) Semakin ke bawah kereaktifannya semakin bertambah.
- 9) Semakin ke bawah basanya semakin kuat.
- 10) Semakin ke bawah titik leleh semakin rendah.
- 11) Logam-logam alkali tanah diperoleh dari elektrolisis leburan garam halidanya.

- 12) Senyawa-senyawa alkali berikatan ion, berwujud padat, dan memiliki titik leleh tinggi.
- 13) Reaksi nyala, Strontium berwarna merah, Barium berwarna hijau.
- 14) Senyawa klorida ( $\text{Cl}^-$ ), sulfide ( $\text{S}^{2-}$ ), dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dari IIA larut baik dalam air.
- 15) Senyawa karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) dari IIA tidak ada yang larut.
- 16) Kelarutan senyawa sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dari IIA semakin ke bawah semakin kecil (semakin sukar larut).
- 17) Kelarutan hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) dari IIA semakin ke bawah semakin besar (semakin mudah larut).

**e. Sifat-Sifat Unsur Periode 3**

- 1) Energi ionisasi, keelektronegatifan, biloks maksimum, sifat asam, dan sifat reduktor semakin ke kanan semakin bertambah.
- 2) Jari-jari atom, daya hantar, sifat logam, sifat basa, dan sifat oksidator semakin ke kanan semakin berkurang.
- 3) Li dan Mg mudah bereaksi dengan gas  $\text{N}_2$  di udara.
- 4) Hasil pembakaran Li:  $\text{Li}_2\text{O}$  dan  $\text{Li}_3\text{N}$
- 5) Hasil pembakaran Mg:  $\text{MgO}$  dan  $\text{Mg}_3\text{N}_2$
- 6) Be dan Al bersifat amfoter.
- 7)  $\text{Be}(\text{OH})_2$
- 8)  $\text{H}_2\text{BeO}_2$
- 9)  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- 10)  $\text{HAlO}_2$
- 11) B dan Si bersifat *metalloid*, meskipun bukan logam, mereka memiliki beberapa sifat logam seperti: mengkilap, menghantarkan arus listrik, dan dapat ditempa.

**f. Sifat-Sifat Unsur Transisi**

Sifat-sifat logam transisi (golongan B) sebagai berikut.

- 1) Semuanya padat, kecuali Hg yang cair.
- 2) Dapat membentuk ion kompleks.
- 3) Titik leleh tinggi.
- 4) Paramagnetik (tertarik oleh magnet).
- 5) Bersifat katalis.
- 6) Bilangan oksidasi bermacam-macam.
- 7) Senyawa-senyawa berwarna.

**g. Sifat-Sifat Unsur Radioaktif**

- 1) Dapat menghitamkan pelat film fotografi.
- 2) Mampu mengalami reaksi peluruhan.
- 3) Dapat memancarkan sinar alfa, beta, atau gamma.
- 4) Memiliki inti yang tidak stabil.
- 5) Dapat memudahkan benda-benda yang berlapis ZnS.

## 1. Proses Pengolahan Unsur Atau Senyawa

Unsur atau Senyawa	Nama Proses Pengolahan
Aluminium	Hall-Heroult
Natrium	Down
Magnesium	Dow
Amonia	Haber-Bosch
Belerang	Frasch dan Sisilia
Urea dan Fosfor	Wohler
Gas Nitrogen	Distilasi fraksinasi udara
Asam sulfat dengan katalis $V_2O_5$	Kontak
Asam sulfat dengan katalis gas NO dan $NO_2$	Bilik timbal
Asam nitrat	Oswald
Klorin	Deacon dan Weldon
Krom	Goldschmidt
Bromin	Ekstraksi
Logam alkali	Kalsinasi
Garam alkali tanah	Reduksi
Besi	Tanur Tinggi dan Bassemer

## 2. Kegunaan Unsur dan Senyawanya

## a. Kegunaan Unsur Gas Mulia

- 1) Helium digunakan sebagai gas pengisi balon udara serta sebagai campuran oksigen untuk pernapasan para penyelam.
- 2) Neon digunakan dalam dunia reklame serta peralatan elektronik seperti stabilizer tegangan dan tombol waktu (alarm).
- 3) Argon digunakan untuk mengisi bola lampu filamen dan pengisi bohlam karena mempunyai sifat stabil, inert, dan daya hantar panasnya rendah.
- 4) Krypton digunakan sebagai lampu antikabut dan fotografi kecepatan tinggi.
- 5) Xenon digunakan sebagai obat bius pada pembedahan.
- 6) Radon digunakan dalam pengobatan kanker dalam bentuk kapsul yang berisi gas radon.

**b. Kegunaan Unsur Halogen**

- 1) Flourin digunakan sebagai bahan pembuat teflon dan freon  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  (pendingin kulkas).
- 2) Klorin digunakan sebagai bahan pembuat pestisida, bahan industri plastik (PVC), zat pengelantang ( $\text{NaClO}$ ), desinfektan ( $\text{Ca(OCl)}_2$ ), serta pelarut dan obat bius ( $\text{CHCl}_3$ ).
- 3) Bromin sebagai bahan pembuat pewarna, etilen bromin, cairan *antiknocking* bensin bertimbal (etil bromida), serta digunakan pada bidang fotografi.
- 4) Iodin, sebagai antiseptik (*tincture of iodine*) dan mengobati penyakit borok.

**c. Kegunaan Unsur Golongan VIA**

- 1) Oksigen digunakan untuk pernapasan makhluk hidup, bahan bakar roket, dan bahan bakar pesawat ruang angkasa bersama hidrogen.
- 2) Belerang digunakan sebagai bahan pembuatan asam sulfat, vulkanisasi karet, membasmi penyakit tanaman, dan pembuatan senyawa  $\text{CS}_2$ .
- 3) Selenium dan telurium untuk membuat alloy dan fotokonduktor. Senyawanya digunakan untuk bahan pewarna kaca.

**d. Kegunaan Unsur Golongan VA**

- 1) Nitrogen digunakan untuk membuat pupuk urea dan ZA, bahan pembeku dalam industri pengolahan pangan, dan pengisi ruang kosong pada termometer.
- 2) Fosfor merah digunakan dalam pembuatan kembang api. Asam fosfat digunakan dalam pelapisan logam dan memberi rasa asam pada minuman ringan.
- 3) Senyawa arsenik digunakan sebagai material konduktor dan dalam insektisida.
- 4) Antimoni digunakan sebagai bahan paduan logam untuk pelat aki, baterai asam-timbal, solder, dan pewter.
- 5) Bismut digunakan untuk membuat aloi pengecor dengan timah dan kadmium.

**e. Kegunaan Unsur Golongan IVA**

- 1) Karbon sebagai grafit digunakan untuk isi pensil, elektrode baterai dan proses elektrolisis, serta raket tenis. Karbon sebagai intan digunakan sebagai mata bor dan alat pengasah.
- 2) Silikon digunakan untuk solar sel.
- 3) Germanium digunakan sebagai bahan semikonduktor.
- 4) Timah digunakan untuk membuat kaleng makanan, solder, dan bahan pembuat perunggu.
- 5) Timbal digunakan sebagai baterai, aloi, amunisi, dan pelindung radiasi.

**f. Kegunaan Unsur Golongan IIIA**

- 1) senyawa boron digunakan dalam produk bahan perekat, semen, pupuk, desinfektan, pemadam api, industri kaca, dan pemutih tekstil.
- 2) Tawas digunakan untuk menjernihkan air.
- 3) Galium digunakan sebagai termometer suhu tinggi dan dalam industri elektronik.
- 4) Indium digunakan untuk membuat paduan logam, fotokonduktor, dan transistor.
- 5) Talium digunakan sebagai superkonduktor pada suhu tinggi.

**g. Kegunaan Unsur Alkali**

- 1) Paduan logam berelium dan tembaga digunakan untuk membuat pegas, klip, dan sambungan listrik. Berilium digunakan sebagai komponen reaktor atom dan jendela sinar X.
- 2) Paduan logam Mg dengan Al digunakan sebagai bahan konstruksi pesawat terbang, mobil, rudal, dan bak truk.



- 3)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  digunakan sebagai pembalut tulang dan cetakan gigi.  $\text{CaC}_2$  digunakan untuk membuat gas asetilen yang digunakan untuk mengelas dan mempercepat proses pematangan buah.
- 4) Stronsium digunakan sebagai warna merah pada kembang api, nyala api mercusuar, dan bahan cat.
- 5) Barium digunakan untuk memberikan warna hijau pada kembang api, cat, penyamakan kulit, dan racun tikus.

**h. Kegunaan Logam Alkali Tanah**

- 1) Litium digunakan sebagai bahan baku baterai dan untuk membuat komponen pesawat terbang.
- 2) Natrium digunakan sebagai bahan pembuatan TEL, cairan pendingin pada reaktor nuklir, penerangan jalan raya, dan agen pereduksi.
- 3) Senyawa  $\text{KCl}$  dan  $\text{K}_2\text{SO}_4$  digunakan sebagai pupuk.  $\text{KO}_2$  digunakan dalam pembuatan masker gas.  $\text{KNO}_3$  digunakan sebagai bahan peledak.
- 4) Rubidium dan cesium digunakan sebagai katode pada lampu elektroknik.

**i. Kegunaan Unsur Periode Ketiga**

- 1) Aluminium dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, komponen pesawat terbang, pelapis alat dapur, dan aluminium foil.
- 2) Silikon digunakan sebagai bahan alat-alat elektronik, bahan transistor, chip komputer dan sel surya.
- 3) Fosfor digunakan dalam pembuatan korek api dan kembang api.
- 4) Sulfur dapat digunakan dalam pembuatan pupuk, obat penyakit kulit.

**j. Kegunaan Unsur Transisi**

- 1) Skandium digunakan sebagai bahan pembentukan gelatin hidroksida ( $\text{Sc}(\text{OH})_3$ ) dan komponen lampu berintensitas tinggi.
- 2) Titanium digunakan dalam industri pesawat terbang, mesin, dan turbin.
- 3) Vanadium digunakan dalam pembuatan peralatan teknik yang tahan getaran dan katalis.
- 4) Krom digunakan untuk melapisi logam lain agar tahan karat serta bahan dasar industri baja.
- 5) Mangan digunakan sebagai campuran dalam industri baja dan baterai kering ( $\text{MnO}_2$ ).
- 6) Besi digunakan sebagai bahan pembuatan perangkat elektronik, memori komputer, dan pita rekaman.
- 7) Kobalt digunakan membuat paduan logam, pembuatan mesin jet, mesin turbin, dan peralatan tahan panas.
- 8) Nikel digunakan untuk melapisi logam agar tahan karat, sebagai campuran logam, dan katalis.
- 9) Tembaga digunakan sebagai kabel listrik dan membuat paduan logam.
- 10) Seng digunakan sebagai logam pelapis besi, membuat paduan logam, zat antioksidan pada pembuatan ban mobil, bahan pembuat cat putih, dan untuk melapisi tabung gambar TV.

### k. Kegunaan Unsur Radioaktif

#### 1) Bidang Kedokteran

- Na-24 untuk mendiagnosis penyumbatan pembuluh darah.
- I-131 untuk mendeteksi kelenjar gondok.
- Fe-58 untuk mempelajari pembentukan sel darah merah.
- Co-60 untuk terapi penyakit kanker.

#### 2) Bidang Pertanian

P-32 mempelajari pemupukkan dan pemilihan bibit unggul.

#### 3) Bidang Kimia

O-18 untuk mempelajari mekanisme reaksi esterifikasi.

#### 4) Bidang Sejarah

C-12 untuk menentukan umur fosil.

## Soal Bahas Kimia Unsur

1. Pasangan unsur dan mineralnya yang benar adalah ....

	Unsur	Mineral
A	Ti	Kalkosit
B	Cr	kromit
C	Fe	Rutil
D	Na	Barit
E	Cu	Pirit

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Unsur	Mineral
Ti	Rutil
Cr	kromit
Fe	Pirit
Na	Kriolit
Cu	Kalkosit
Ba	Barit

2. Suatu unsur dapat membentuk ion  $X^{2+}$  dengan konfigurasi elektron 2, 8, 8. Apabila unsur tersebut mempunyai jumlah neutron 40, sifat unsur tersebut yaitu ....

- Reduktor paling kuat
- Oksidanya bersifat asam
- Berwujud cair pada suhu kamar
- Mempunyai jari-jari atom paling besar
- Senyawa kloridanya mudah larut dalam air

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Konfigurasi elektron ion  $X^{2+} = 2, 8, 8$

Ion  $X^{2+}$  terbentuk jika unsur X

melepaskan 2 elektron pada kulit terluar sehingga konfigurasi elektron unsur X = 2, 8, 8, 2

Jumlah elektron unsur X = jumlah proton = nomor atom = 2 + 8 + 8 + 2 = 20

Dengan demikian, unsur X termasuk unsur golongan alkali tanah. Unsur alkali tanah bersifat reduktor yang baik (lebih lemah dibandingkan logam alkali), oksidanya bersifat basa, berwujud padat pada suhu kamar, mempunyai jari-jari lebih pendek dibandingkan logam alkali, dan senyawa kloridanya mudah larut dalam air. Pernyataan A dan D merupakan sifat

unsur alkali. Pernyataan B merupakan sifat unsur halogen. Pernyataan C merupakan sifat unsur raksa.

3. Diketahui beberapa mineral berikut.  
(1) kriolit (3) bauksit  
(2) kalkosit (4) kalkopirit  
Pasangan mineral yang mengandung aluminium adalah ....  
A. (1) dan (3) D. (2) dan (4)  
B. (1) dan (4) E. (3) dan (4)  
C. (2) dan (3)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

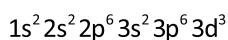
Aluminium terkandung dalam mineral kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) dan bauksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). Kalkosit ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) dan kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ) merupakan sumber mineral tembaga.

4. Unsur L dapat membentuk ion bermuatan +3 dengan konfigurasi elektron  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$ . Apabila ion tersebut mempunyai jumlah neutron 28, unsur tersebut dapat diperoleh melalui proses ....  
A. Dow D. Bilik timbal  
B. Sisilia E. Goldschmidt  
C. Kontak

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Konfigurasi ion elektron  $\text{L}^{3+} =$



Ion  $\text{L}^{3+}$  terbentuk jika atom L

melepaskan 3 elektron pada kulit terluar sehingga konfigurasi elektron unsur L adalah  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^4$ .

Jumlah elektron unsur L = jumlah

proton = nomor atom = 24

Nomor massa = nomor atom + jumlah

neutron =  $24 + 28 = 52$

Unsur yang mempunyai lambang  ${}_{24}^{52}\text{L}$

adalah unsur krom. Unsur krom dapat diperoleh melalui proses Goldschmidt.

Proses Dow untuk memperoleh

unsur natrium. Proses sisilia untuk memperoleh unsur belerang.

Proses kontak dan bilik timbal untuk memperoleh asam sulfat.

5. Unsur-unsur P, Q, dan R terletak pada periode ketiga. Oksida unsur P dapat bereaksi dengan asam kuat maupun basa kuat. Oksida unsur Q dalam air dapat memerah kertas lakmus biru. Unsur R dapat bereaksi dengan air menghasilkan gas hidrogen. Susunan unsur-unsur tersebut dalam sistem periodik dari kiri ke kanan adalah ....  
A. R – P – Q D. Q – P – R  
B. R – Q – P E. P – Q – R  
C. P – R – Q

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Unsur P bersifat amfoter karena oksida dapat bereaksi dengan asam kuat maupun basa kuat. Oksida unsur Q bersifat asam karena dapat memerah kertas lakmus biru. Unsur R merupakan unsur logam karena dapat bereaksi dengan air menghasilkan gas hidrogen. Pada unsur periode tiga, semakin ke kanan sifat oksida asam semakin kuat. Dengan demikian, unsur Q berada di sebelah kanan unsur P. Selain itu, semakin ke kiri sifat logam semakin kuat. Dengan demikian, unsur berada paling kiri. Jadi, susunan unsur dalam sistem periodik dari kiri ke kanan R, P, dan Q.

BAB  
6

## KIMIA ANALISIS

## A. Larutan Asam Basa

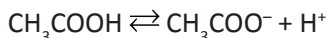
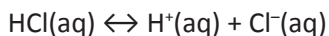
## 1. Perkembangan Teori Asam-Basa

## a. Teori Asam Basa Arrhenius

Mencetuskan tentang senyawa yang terpisah atau terurai menjadi bagian ion-ion dalam larutan. Arrhenius juga menjelaskan bagaimana kekuatan asam dalam larutan aqua (air) tergantung pada konsentrasi ion-ion hidrogen di dalamnya.

**Menurut Arrhenius, Asam** adalah zat dilarutkan dalam air akan melepaskan ion  $H^+$  atau ion  $H_3O^+$ .

**Contoh:**

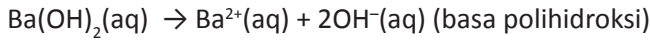
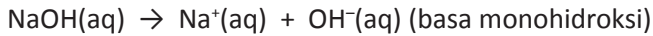


Jadi, dapat disimpulkan bahwa asam adalah senyawa yang dilarutkan dalam air akan menghasilkan ion  $H^+$  atau ion hidronium ( $H_3O^+$ ).

Asam dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah ion  $H^+$  yang terionisasi dalam air, rumus dan kekuatan asamnya.

- 1) Berdasarkan jumlah ion  $H^+$  yang terionisasi
  - a) Asam monoprotik yaitu asam yang melepaskan satu ion  $H^+$  dalam pelarut air.  
Contoh:  $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
  - b) Asam diprotik yaitu asam yang melepaskan dua ion  $H^+$  dalam pelarut air.  
Contoh:  $H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$
  - c) Asam tripotik yaitu asam yang melepaskan tiga ion  $H^+$  dalam pelarut air.  
Contoh:  $H_3PO_4(aq) \rightleftharpoons 3H^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$
- 2) Berdasarkan rumus kimia
  - a) Asam nonoksi adalah asam yang tidak mengandung oksigen. Contoh:  
 $HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$
  - b) Asam oksi adalah asam yang mengandung oksigen. Contoh:  
 $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$
  - c) Asam organik yaitu asam oksi yang umumnya terdapat dalam senyawa organik. Contoh:  $HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$
- 3) Berdasarkan kekuatan asam terdiri dari asam kuat dan asam lemah
  - a) Asam kuat adalah asam yang derajat ionisasinya  $\alpha = 1$  atau mengalami ionisasi sempurna. Contoh:  $HClO_4$ ,  $HCl$ , dan  $HBr$
  - b) Asam lemah adalah asam yang derajat ionisasinya:  $0 < \alpha < 1$  atau mengalami ionisasi sebagian. Contoh:  $HCOOH$ ,  $H_2CO_3$ , dan  $H_2S$

**Basa** adalah zat yang dalam air melepaskan ion  $\text{OH}^-$ . Berdasarkan jumlah ion  $\text{OH}^-$  yang terionisasi dibedakan menjadi basa monohidroksi dan basa polihidroksi. Basa monohidroksi adalah basa yang melepaskan satu ion  $\text{OH}^-$ , sedangkan basa polihidroksi adalah basa yang melepaskan lebih dari satu ion  $\text{OH}^-$ . Contoh:



Dalam laboratorium, larutan asam dapat memerahkan kertas lakmus, sedangkan larutan basa dapat membirukan kertas lakmus.

### b. Teori Bronsted-Lowry

Pengertian asam-basa menurut Bronsted-Lowry, asam adalah larutan yang dapat mendonorkan  $\text{H}^+$ , sedangkan basa adalah larutan yang menerima  $\text{H}^+$ .

#### Pasangan Asam-Basa Konjugasi

Dalam pengertian asam-basa Bronsted-Lowry reaksi kiri dan kanan saling berhubungan. Jika larutan tersebut bersifat asam maka akan terbentuk basa konjugasi dari asam tersebut. Basa konjugasi adalah basa yang dapat menerima ion  $\text{H}^+$  (proton) yang akan digunakan untuk membentuk asam lagi.

Contoh basa konjugasinya:

Asam            proton    basa konjugasi



Jika basa menerima proton akan terbentuk asam konjugasinya. Contoh asam konjugasinya:

Basa            proton        asam konjugasi



#### Contoh asam basa Bronsted-Lowry:



#### Untuk reaksi kiri:

Dari reaksi di atas dapat diketahui bahwa  $\text{H}_2\text{O}$  merupakan asam karena mendonorkan  $\text{H}^+$  ke  $\text{NH}_3$  sehingga  $\text{H}_2\text{O}$  berubah menjadi  $\text{OH}^-$ .  $\text{NH}_3$  merupakan basa karena  $\text{NH}_3$  menerima  $\text{H}^+$  dari  $\text{H}_2\text{O}$  berubah menjadi  $\text{NH}_4^+$ .

#### Untuk reaksi kanan:

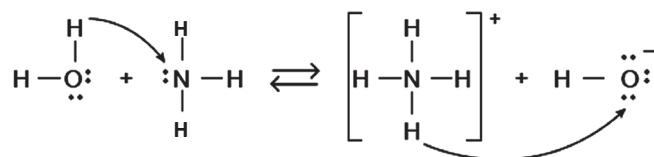
Dari reaksi di atas dapat diketahui  $\text{NH}_4^+$  merupakan asam karena mendonorkan  $\text{H}^+$  ke ion  $\text{OH}^-$  berubah menjadi  $\text{NH}_3$ , sedangkan ion  $\text{OH}^-$  merupakan basa karena menerima  $\text{H}^+$  dari  $\text{NH}_4^+$  dan berubah menjadi  $\text{H}_2\text{O}$ .

Secara sistematis dapat diuraikan sebagai berikut:



Asam 1    basa 2    asam 2    basa 1

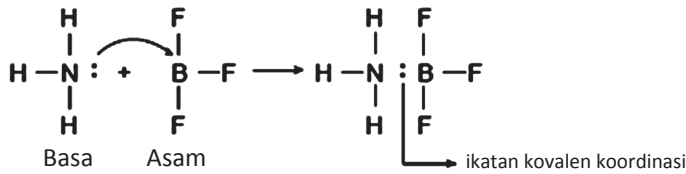
Jika digambarkan strukturnya:



### c. Teori Asam-Basa Lewis

Asam adalah molekul atau ion yang dapat menerima pasangan elektron, sedangkan basa adalah molekul atau ion yang dapat memberikan pasangan elektron. Contoh:

Reaksi boron trifluorida dengan amoniak



NH<sub>3</sub> menyerahkan pasangan elektron bebas kepada molekul BF<sub>3</sub>. Menurut teori Lewis NH<sub>3</sub> bertindak sebagai basa dan BF<sub>3</sub> bertindak sebagai asam

## 2. Indikator Asam-Basa

pH merupakan parameter tingkat keasaman suatu larutan. Dalam pengujian pH dapat dilakukan dengan cara pH-meter, indikator universal ataupun macam-macam indikator asam-basa lainnya.



Indikator universal pita



pH-meter



Indikator universal stick

Indikator universal digunakan untuk mengidentifikasi skala pH dengan trayek-trayek tertentu. Trayek pH indikator terdiri dari metil jingga, metil merah, bromtimol biru, dan fenolftalein. Trayek pH indikator dapat ditulis sebagai berikut:

Indikator	Trayek pH	Perubahan warna
Metil kuning	2,0–3,0	Merah–kuning
Metil jingga	3,0–4,4	Merah–kuning
Metil merah	4,2–6,2	Merah–kuning
Brom timol biru	6,0–7,8	Kuning–biru
fenolftalein	8,0–9,2	Tidak berwarna–merah
Bromokresol hijau	3,8–5,4	Kuning–biru
Kuning alizarin	10,1–12,0	Tidak berwarna–ungu
Metil ungu	0,5–1,5	Kuning–ungu

## 3. pH Asam dan Basa Lemah, pH Asam, dan Basa Kuat

### a. Asam Kuat dan Basa Kuat

Asam dan basa kuat adalah larutan yang mengalami ionisasi secara sempurna. Dalam perhitungan [H<sup>+</sup>] dan [OH<sup>-</sup>] dilihat dari reaksinya.

$$[\text{H}^+] = a \times M_a$$

$$[\text{OH}^-] = b \times M_b$$

Dimana,

[H<sup>+</sup>] = konsentrasi ion H<sup>+</sup> (mol/L)

[OH<sup>-</sup>] = konsentrasi ion OH<sup>-</sup> (mol/L)

a = jumlah atom H

b = jumlah atom OH

M<sub>a</sub> = konsentrasi asam (mol/L)

M<sub>b</sub> = konsentrasi basa (mol/L)

## b. Asam Lemah dan Basa Lemah

Asam dan basa lemah adalah larutan yang tidak terionisasi secara sempurna. Jadi, harga derajat ionisasi  $0 < \alpha < 1$ .

**Asam Lemah:**

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times M_a} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{M_a}}$$

Dari rumus di atas, dapat diketahui dan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi ion  $[H^+]$  sebanding dengan harga  $K_a$ , dimana jika harga  $K_a$  semakin besar maka konsentrasi ion  $[H^+]$  semakin besar. Untuk itu kekuatan asam ditentukan oleh besarnya harga  $K_a$ .

**Asam Lemah Poliprotik** adalah asam yang mempunyai lebih dari satu harga  $K_a$ , untuk mencari  $[H^+]$  maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$K_{a1} \gg \gg \gg K_{a2} \gg \gg \gg K_{a3}$  maka,

$$[H^+] = \sqrt{K_{a1} \times M_a}$$

**Basa Lemah:**

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \times M_b} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_b}{M_b}} \quad [OH^-] = \alpha \times M_b$$

Sama dengan asam lemah poliprotik, untuk basa ditentukan pada harga ionisasi tingkat pertama ( $K_{b1}$ ).  $K_{b1} \gg \gg \gg K_{b2} \gg \gg \gg K_{b3}$  maka,

$$[OH^-] = \sqrt{K_{b1} \times M_b}$$

## c. Derajat Keasaman (pH) dan Derajat Kebasaan (OH<sup>-</sup>)

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pK_w = -\log K_w$$

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_b = -\log K_b$$

$$pH + pOH = 14$$

Harga pH berbanding terbalik dengan konsentrasi ion  $H^+$  dan berbanding lurus dengan konsentrasi ion  $OH^-$ . Jika makin besar konsentrasi ion  $H^+$  makin kecil harga pH dan makin besar konsentrasi ion  $OH^-$  makin besar pula harga pH.

## B. Titrasi

Titration adalah proses penentuan kadar/konsentrasi suatu larutan dengan larutan lain yang sudah diketahui kadarnya (larutan standar). Proses titration dihentikan pada saat terjadi perubahan warna indikator. Kadar zat yang dititrasi dapat ditentukan dengan persamaan:

$$N_a \times V_a = N_b \times V_b$$

Dimana,

$N_a$  = normalitas asam (g/L)

$N_b$  = normalitas basa (g/L)

$V_a$  = volume asam (l)

$V_b$  = volume basa (l)

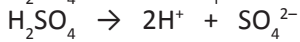
Normalitas adalah banyaknya gram ekuivalen (grek) zat yang terlarut dalam 1 liter larutan.

**Contoh:**

Jika di dalam 400 ml larutan terlarut 14,7 gram  $H_2SO_4$  dengan  $M_r = 98$ , maka hitunglah normalitas larutan tersebut!

**Pembahasan:**

$$H_2SO_4 = \text{massa}/M_r = 14,7/98 = 0,15 \text{ mol}$$



$$1 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol}$$

Maka,

Setiap 1 mol  $H_2SO_4$  setara dengan 2 ekuivalen

Setiap 0,15 mol  $H_2SO_4$  setara dengan 0,3 ekuivalen

Volume larutan = 400 ml = 0,4 L

$$N = \text{jumlah ekuivalen}/\text{volume} = 0,3/0,4 = 0,75 \text{ N}$$

Rumus titrasi yang lain:

$$a \times M_a \times V_a = b \times M_b \times V_b$$

## C. Larutan Penyangga

### 1. Pengertian Larutan Penyangga

Larutan penyangga adalah larutan yang bersifat mempertahankan pH-nya, jika ditambahkan sedikit asam atau sedikit basa atau diencerkan pH larutan relatif tidak berubah (perubahan pH sangat kecil). Hal ini disebabkan karena  $H^+$  dan  $OH^-$  yang ditambahkan ditangkap oleh partikel-partikel zat terlarut. Larutan penyangga merupakan campuran asam lemah dengan basa konjugasinya atau campuran basa lemah dengan asam konjugasinya.

### 2. Jenis Larutan Penyangga

Larutan penyangga dibagi menjadi dua, yaitu penyangga asam dan penyangga basa.

#### a. Penyangga Asam

Larutan penyangga asam berasal dari asam lemah dan basa konjugasinya. Dimana basa konjugasi disediakan oleh garam. Contoh:

- 1) Larutan yang mengandung  $CH_3COOH$  dan  $CH_3COONa$
- 2) Larutan yang mengandung  $H_2CO_3$  dan  $Na_2CO_3$
- 3) Larutan yang mengandung  $H_2S$  dan  $Na_2S$
- 4) Larutan yang mengandung  $H_3PO_4$  dan  $Na_3PO_4$

Konsentrasi  $H^+$  untuk larutan Buffer Asam:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[\text{Asam Lemah}]}{[\text{Basa Konjugasi}]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{Asam Lemah}]}{[\text{Basa Konjugasi}]}$$

#### b. Penyangga Basa

Larutan penyangga basa berasal dari basa lemah dan asam konjugasinya. Dimana asam konjugasi disediakan oleh garam. Contoh:



- 1) Larutan yang mengandung  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- 2) Larutan yang mengandung  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Konsentrasi  $\text{OH}^-$  untuk larutan Buffer Basa:  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

### 3. Peran Larutan Penyangga Dalam Tubuh Makhluk Hidup

Reaksi biokimia dalam tubuh manusia biasanya berlangsung dalam pH tertentu sehingga cairan tubuh harus merupakan larutan penyangga agar pH senantiasa konstan ketika metabolisme berlangsung. Beberapa fungsi larutan penyangga dalam tubuh manusia:

- a.  $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$  : mengontrol pH darah
- b.  $\text{HPO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$  : penyangga di dalam sel
- c.  $\text{Hb}^+ \rightarrow \text{HbO}_2$  : penyangga hemoglobin

## D. Hidrolisis

### 1. Sifat Garam Yang Terhidrolisis

Hidrolisis adalah reaksi penguraian suatu zat kimia di dalam air. Larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dicampurkan dengan larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) maka akan menghasilkan garam  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Dalam reaksi hidrolisis garam dapat bersifat netral, asam atau basa.

#### a. Basa

Larutan garam basa terbentuk dari asam lemah dengan basa kuat, garam ini mengalami hidrolisis sebagian. Contoh:  $\text{CH}_3\text{COONa}$

#### b. Asam

Larutan garam asam terbentuk dari asam kuat dengan basa lemah, garam ini mengalami hidrolisis sebagian. Contoh:  $\text{NH}_4\text{Cl}$

#### c. Netral

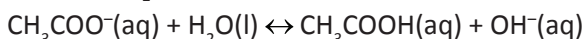
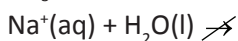
Larutan garam netral terbentuk dari asam kuat dengan basa kuat atau asam lemah dengan basa lemah. Contoh:

- 1) Garam  $\text{NaCl} \rightarrow$  garam yang terbentuk dari asam kuat ( $\text{HCl}$ ) dan basa kuat ( $\text{NaOH}$ ) garam ini tidak mengalami hidrolisis
- 2) Garam  $\text{CH}_3\text{COONH}_4 \rightarrow$  garam yang terbentuk dari asam lemah ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dengan basa lemah ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), garam ini mengalami hidrolisis total. Sifat larutan garam ini bergantung pada harga  $K_a$  dan  $K_b$  asam basa pembentuknya.

### 2. Harga pH Larutan

#### a. Garam dari Basa Kuat dan Asam Lemah

Garam yang berasal dari basa kuat dan asam lemah yang akan mengalami hidrolisis parsial. Ion yang bersifat lemah akan mengalami hidrolisis. Harga pH untuk garam yang berasal dari basa kuat dengan asam lemah akan memiliki pH lebih dari 7.



Tetapan hidrolisis dari reaksi di atas dapat ditentukan sebagai berikut:

$$K_h = \frac{1}{K_a} \times K_w \text{ atau } K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$$h = \sqrt{\frac{K_w}{[A^-]}}, h = \text{derajat hidrolisis}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_h \times [CH_3COO^-]} \text{ atau } [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times [A^-]}$$

$$pOH = \frac{1}{2} (pK_w - pK_a - \log [A^-])$$

$$pH = \frac{1}{2} (14 - pK_a + \log [A^-])$$

Keterangan:

$K_h$  = tetapan hidrolisis

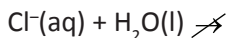
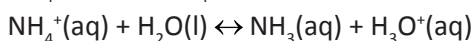
$K_w$  = tetapan kesetimbangan air ( $10^{-14}$ )

$K_a$  = tetapan kesetimbangan asam

$[A^-]$  = anion garam lemah

#### b. Garam dari Asam Kuat dan Basa Lemah

Garam yang berasal dari asam kuat dengan basa lemah yang akan mengalami hidrolisis adalah kation. Harga pH untuk garam yang berasal dari asam kuat dengan basa lemah akan memiliki pH kurang dari 7.



$$K_h = \frac{1}{K_b} \times K_w \text{ atau } K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

$$h = \sqrt{\frac{K_w}{[M^+]}}}, h = \text{derajat hidrolisis}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_h \times [NH_4^+]} \text{ atau } [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [M^{+s}]}$$

$$pH = \frac{1}{2} (-\log K_w + \log K_b - \log [M^{+s}])$$

Keterangan:

$K_h$  = tetapan hidrolisis

$K_w$  = tetapan kesetimbangan air ( $10^{-14}$ )

$K_b$  = tetapan kesetimbangan basa

$[M^+]$  = kation garam lemah

#### c. Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah

Garam yang berasal dari asam lemah dengan basa lemah akan mengalami hidrolisis total. Harga pH yang berasal dari garam asam lemah dengan basa lemah tergantung pada harga  $K_a$  dan  $K_b$ . Jika asam lemah lebih dari basa maka ( $K_a < K_b$ ), maka anion akan terhidrolisis lebih banyak dan larutan akan bersifat basa. Jika basa lemah lebih lemah dari asam ( $K_b < K_a$ ), maka kation yang terhidrolisis lebih banyak dan larutan akan bersifat asam. Sedangkan jika asam lemah sama dengan basa lemah maka ( $K_a = K_b$ ) akan bersifat netral.



$$K_h = \frac{K_w}{K_a \times K_b}$$

$h = \sqrt{K_h}$ ,  $h$  = derajat hidrolisis

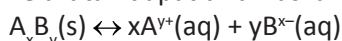
$$[\text{H}^+] = K_a \times \sqrt{K_h} \text{ atau } [\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_a}{K_b} \times K_w}$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(14 + \text{p}K_a - \text{p}K_b)$$

## C. Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan

### 1. Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan

- Kelarutan** adalah sejumlah zat terlarut yang dapat larut dalam pelarut sampai terbentuk larutan jenuh. Kelarutan suatu senyawa dipengaruhi oleh jumlah zat yang dapat larut, jenis pelarutnya.
- Hasil Kali Kelarutan ( $K_{sp}$ )** adalah hasil kali konsentrasi ion-ion dalam larutan jenuh yang dipangkatkan masing-masing koefisien reaksinya. Persamaan tetapan hasil kali kelarutan dapat dirumuskan sebagai berikut ini:



$$K[A_x B_y] = [A^{y+}]^x [B^{x-}]^y$$

$$s = \sqrt[x+y]{\frac{K_{sp} A_x B_y}{x^x y^y}}$$

Dari persamaan di atas, dapat diketahui bahwa harga  $K_{sp}$  berbanding lurus dengan kelarutannya. Jadi, semakin besar harga  $K_{sp}$  maka semakin besar kelarutannya.

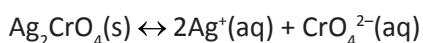
### 2. Memprediksi Terbentuknya Endapan

Terjadinya suatu endapan berdasarkan pada hasil kali ion-ion yang dihasilkan dengan  $K_{sp}$  nya. Dengan perhitungan, maka dapat ditentukan dengan harga  $Q_{sp}$  nya.

- Jika  $Q_{sp} < K_{sp}$ : larutan belum jenuh
- Jika  $Q_{sp} = K_{sp}$ : larutan tepat jenuh
- Jika  $Q_{sp} > K_{sp}$ : terjadi pengendapan

### 3. Pengaruh Penambahan Ion Senama

Pengaruh penambahan ion senama sesuai dengan azas Le Chatelier tentang pergeseran kesetimbangan.



Dari persamaan di atas, dapat diketahui bahwa penambahan ion  $\text{CrO}_4^{2-}$  dan  $\text{Ag}^+$  menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kiri. Hal itu menyebabkan jumlah  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  yang larut akan berkurang. Bisa disimpulkan, bahwa penambahan ion senama akan memperkecil harga kelarutan suatu senyawa.

#### 4. Pengaruh pH Terhadap Kelarutan

Penambahan ion senama ( $\text{OH}^-$ ) dalam senyawa basa sukar larut, akan menggeser kesetimbangan ke arah kiri, akibatnya kelarutannya akan semakin kecil. Tingkat keasaman larutan (pH) dapat memengaruhi kelarutan dari berbagai jenis zat. Makin besar pH larutan basa yang sukar larut, maka kelarutannya kecil dalam larutan jenuhnya.

### Soal Bahas Kimia Analisis

1. Jika 100 mL larutan  $\text{HCOOH}$  0,1 M ( $K_a = 1 \times 10^{-4}$ ) dicampur dengan 150 mL larutan  $\text{HCOONa}$  0,2 M, pH larutan yang terjadi sebesar ....
- A.  $5 - \log 3,3$       D.  $6 - \log 3,3$   
B.  $5 - \log 5$       E.  $9 + \log 3,3$   
C.  $6 - \log 1$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Campuran  $\text{HCOOH}$  dan  $\text{HCOONa}$  membentuk penyangga asam.

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= K_a \times \frac{\text{molHCOOH}}{\text{molHCOONa}} \\ &= 10^{-4} \times \frac{(0,2\text{M} \times 100\text{mL})}{(0,4\text{M} \times 150\text{mL})} \\ &= 10^{-4} \times \frac{20}{60} \\ &= 3,3 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(3,3 \times 10^{-5}) = 5 - \log 3,3$$

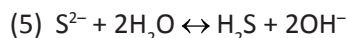
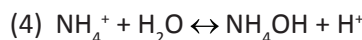
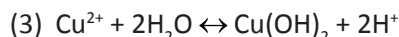
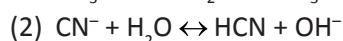
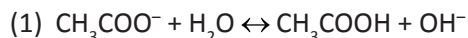
2. Beberapa data  $K_{sp}$  dari senyawa garam berikut:
- (1)  $\text{AgCN} = 1,2 \times 10^{-16}$   
(2)  $\text{AgOH} = 1,2 \times 10^{-12}$   
(3)  $\text{AgIO}_3 = 1 \times 10^{-12}$   
(4)  $\text{AgBr} = 5 \times 10^{-13}$
- Urutan kelarutan senyawa tersebut dari yang paling besar adalah ....
- A. (1), (4), (3), dan (2)  
B. (2), (3), (4), dan (1)  
C. (3), (4), (2), dan (1)  
D. (3), (2), (1), dan (4)  
E. (4), (2), (1), dan (3)

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Semakin besar harga  $K_{sp}$ , semakin besar kelarutannya atau semakin mudah larut. Semakin kecil harga  $K_{sp}$ , semakin kecil kelarutannya atau semakin sukar larut. Urutan kelarutan dari yang paling besar yaitu  $\text{AgOH}$ ,  $\text{AgIO}_3$ ,  $\text{AgBr}$ , dan  $\text{AgCN}$  atau (2), (3), (4), dan (1).

3. Perhatikan beberapa persamaan reaksi berikut !



Persamaan reaksi hidrolisis yang tepat untuk garam yang bersifat basa adalah ....

- A. (1) dan (2)      D. (3) dan (4)  
B. (1) dan (4)      E. (4) dan (5)  
C. (2) dan (4)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Garam basa jika terhidrolisis akan menghasilkan ion  $\text{OH}^-$ . Data 1, 2, dan 5 merupakan basa. Data nomor 3 dan 4 asam.

4. Jika 50 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M direaksikan dengan 50 mL larutan  $\text{Ca(OH)}_2$  0,05 M, maka ....  
 ( $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$ ,  $A_r \text{Ca} = 40$ ,  $C = 12$ ,  $H = 1$ ,  $O = 16$ )
- Terjadi hidrolisis total
  - pH campuran sebesar  $10 + \log 7,07$
  - Garam yang terbentuk bersifat asam
  - Massa garam yang terbentuk sebanyak 3,95 gram
  - Reaksi hidrolisis yang terjadi adalah
- $$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca(OH)}_2(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

$$\begin{aligned} n_{\text{CH}_3\text{COOH}} &= M_{\text{CH}_3\text{COOH}} \times V_{\text{CH}_3\text{COOH}} \\ &= 0,1 \text{ M} \times 50 \text{ mL} \\ &= 5 \text{ mmol} \end{aligned}$$

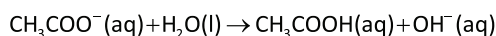
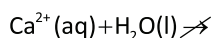
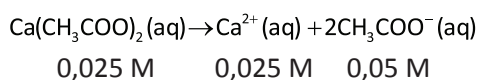
$$\begin{aligned} n_{\text{Ca(OH)}_2} &= M_{\text{Ca(OH)}_2} \times V_{\text{Ca(OH)}_2} \\ &= 0,05 \text{ M} \times 50 \text{ mL} \\ &= 2,5 \text{ mmol} \end{aligned}$$

	$2\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$	$+ \text{Ca(OH)}_2(\text{aq})$	$\rightarrow \text{Ca(CH}_3\text{COO)}_2(\text{aq})$	$+ 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
mula-mula:	5 mmol	2,5 mmol	-	-
reaksi:	5 mmol	2,5 mmol	2,5 mmol	5 mmol
sisa:	-	-	2,5 mmol	5 mmol

$$\begin{aligned} \text{Massa Ca(CH}_3\text{COO)}_2 &= n_{\text{Ca(CH}_3\text{COO)}_2} \times M_r \text{Ca(CH}_3\text{COO)}_2 \\ &= 2,5 \text{ mmol} \times 158 \text{ g/mol} \\ &= 395 \text{ mg} \\ &= 0,395 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{Ca(CH}_3\text{COO)}_2} &= \frac{n_{\text{Ca(CH}_3\text{COO)}_2}}{V_{\text{total}}} \\ &= \frac{2,5 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} \\ &= 0,025 \text{ M} \end{aligned}$$

$\text{Ca(CH}_3\text{COO)}_2$  berasal dari asam lemah dan basa kuat sehingga akan terhidrolisis sebagian dan bersifat basa ( $\text{pH} > 7$ ).



$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= \sqrt{K_a \times M} \\ &= \sqrt{K_a \times [\text{CH}_3\text{COO}^-]} \\ &= \sqrt{10^{-5} \times 0,05} \\ &= \sqrt{50 \times 10^{-8}} \\ &= 7,07 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log[\text{OH}^-] \\ &= -\log(7,07 \times 10^{-4}) \\ &= 4 - \log 7,07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ &= 14 - (4 - \log 7,07) \\ &= 10 + \log 7,07 \end{aligned}$$

5. Pasangan larutan berikut ini yang menghasilkan larutan penyangga adalah ....
- 50 ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M + 50 ml  $\text{NaOH}$  0,25 M
  - 50 ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M + 50 ml  $\text{HCl}$  0,1 M
  - 50 ml  $\text{HCN}$  0,05 M + 50 ml  $\text{NaOH}$  0,05 M
  - 50 ml  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M + 50 ml  $\text{HCl}$  0,05 M
  - 50 ml  $\text{NaOH}$  0,1 M + 50 ml  $\text{HCl}$  0,1 M

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

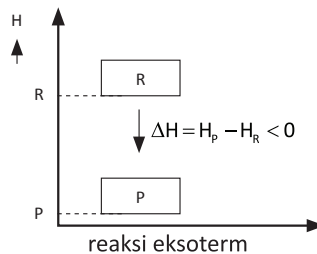
Larutan penyangga asam berasal dari asam lemah dan basa kuat sisa asam lemah atau campuran asam lemah dan garamnya. Larutan penyangga basa berasal dari asam kuat dan basa lemah sisa basa lemah atau campuran basa lemah dan garamnya. Yang termasuk larutan penyangga adalah option D, karena jumlah mol  $\text{NH}_4\text{OH} >$  jumlah mol  $\text{HCl}$ , sehingga pada keadaan setimbang masih ada sisa  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

BAB  
7

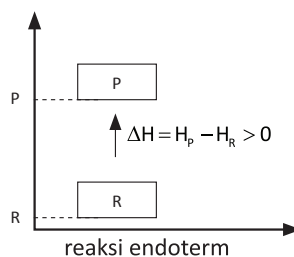
## TERMOKIMIA

## A. Reaksi Eksoterm dan Endoterm

Sistem didefinisikan sebagai bagian dari semesta yang merupakan fokus kajian dan lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem yang bukan kajian. Jika dalam reaksi kimia terjadi perpindahan panas dari sistem ke lingkungan, maka suhu lingkungan meningkat. Jika suhu sistem naik, maka dikatakan bahwa reaksi tersebut eksoterm. Dalam reaksi kimia yang melepaskan kalor (eksoterm), energi yang terkandung dalam zat-zat hasil reaksi lebih kecil dari zat-zat pereaksi. Oleh karena itu, perubahan entalpi reaksi berharga negatif.



Pada reaksi endoterm kalor mengalir dari lingkungan ke sistem, sistem membutuhkan kalor untuk melangsungkan reaksi, sehingga perubahan entalpi reaksi akan berharga positif.



## 1. CIRI-CIRI REAKSI EKSOTERM:

- Reaksi yang melepas kalor.
- Reaksi yang menghasilkan energi.
- Kalor berpindah dari sistem ke lingkungan.
- $\Delta H$  bernilai negatif (-).
- Terjadi kenaikan suhu  $T_1 < T_2$ .

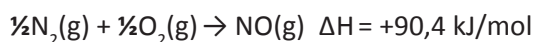
## 2. CIRI-CIRI REAKSI ENDOTERM:

- Reaksi yang menyerap kalor.
- Reaksi yang memerlukan energi.
- Kalor berpindah dari lingkungan ke sistem.
- $\Delta H$  bernilai positif (+).
- Terjadi penurunan suhu  $T_1 > T_2$ .

## B. Macam-Macam Perubahan Entalpi

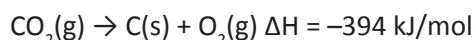
### 1. ENTALPI PEMBENTUKAN STANDAR ( $\Delta H_f^\circ$ )

Perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) adalah kalor yang terlibat dalam reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya, diukur pada keadaan standar. Satuan dari entalpi pembentukan standar adalah kJ/mol. **Contoh:**



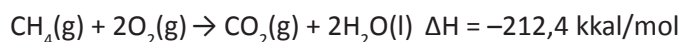
### 2. ENTALPI PENGURAIAN STANDAR ( $\Delta H_d^\circ$ )

Reaksi penguraian merupakan kebalikan dari reaksi pembentukan, yaitu penguraian senyawa menjadi unsur-unsurnya. Harga perubahan entalpi penguraian standar suatu zat sama besar dengan perubahan entalpi pembentukan standar, tetapi berlawanan tanda. **Contoh:**



### 3. ENTALPI PEMBAKARAN STANDAR ( $\Delta H_c^\circ$ )

Perubahan entalpi yang terjadi untuk mereaksikan 1 mol zat dengan oksigen (pembakaran) pada keadaan standar. **Contoh:**



## C. Kalorimeter

Untuk menaikkan suatu massa zat dari  $t_1$  ke  $t_2$  °C diperlukan kalor sebanyak:

$$q_{\text{larutan}} = m \cdot c \cdot \Delta t \quad \text{dan} \quad q_{\text{kalorimeter}} = C \cdot \Delta t$$

Karena tidak ada kalor yang terbuang ke lingkungan, maka kalor reaksi sama dengan kalor yang diserap oleh larutan dan kalorimeter.

$$q_{\text{reaksi}} = -(q_{\text{larutan}} + q_{\text{kalorimeter}})$$

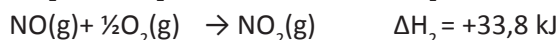
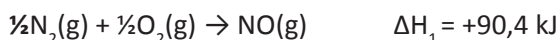
dimana  $q$  = kalor yang dilepas atau diserap reaksi,  $m$  = massa sistem,  $C$  = kalor jenis,  $\Delta t$  = perubahan suhu.

## D. Penentuan Entalpi Reaksi

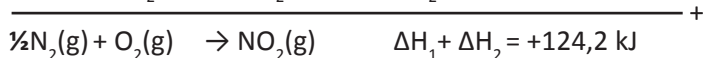
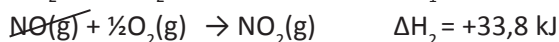
### 1. Hukum Hess

Pada hukum Hess entalpi hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir reaksi dan perubahan entalpi tidak bergantung pada jalannya reaksi (proses). Hukum Hess dapat diterapkan untuk menentukan perubahan entalpi reaksi zat-zat kimia, dengan catatan bahwa setiap tahap reaksi diketahui perubahan entalpinya. **Contoh:** Pembentukan gas  $\text{NO}_2$  dari unsur-unsurnya.

**Tahapan reaksi:**



**Jika keduanya ditotal:**

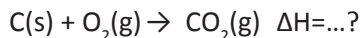


### 2. Entalpi Pembentukan ( $\Delta H_f^\circ$ )

Perubahan entalpi reaksi pembentukan 1 mol suatu senyawa dari unsur-unsurnya.

$$\Delta H = \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

Contoh pembentukan gas  $\text{CO}_2$  dari unsur-unsurnya.



$$\Delta H = \Delta H_f^\circ \text{CO}_2 - (\Delta H_f^\circ \text{O}_2 + \Delta H_f^\circ \text{C})$$

Zat	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)	Zat	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
$\text{H}_2(\text{g})$	0	$\text{CCl}_4(\text{g})$	-96,0
$\text{O}_2(\text{g})$	0	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-277,6
$\text{N}_2(\text{g})$	0	$\text{SiO}_2(\text{g})$	-910,9
$\text{C}(\text{s})$	0	$\text{PbO}(\text{s})$	-219,0
$\text{Fe}(\text{s})$	0	$\text{NH}_3(\text{g})$	-45,9
$\text{Si}(\text{s})$	0	$\text{NO}_2(\text{g})$	33,2
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,8	$\text{SO}_2(\text{g})$	-296,8
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285,8	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	-20
$\text{CO}(\text{g})$	-110,5	$\text{HF}(\text{g})$	-273
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5	$\text{HCl}(\text{g})$	-92,3
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	+52,5	$\text{AgCl}(\text{s})$	-127,0



### 3. Energi Ikatan

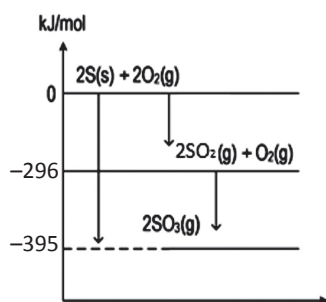
Energi ikatan adalah energi rata-rata yang diperlukan untuk memutuskan satu mol ikatan antaratom dalam fase gas. Untuk menentukan entalpi reaksi berdasarkan energi ikatan adalah dengan mengurangi energi total pemutusan ikatan pereaksi dikurangi dengan jumlah energi pembentukan ikatan produk.

$$\Delta H = \sum E_{\text{ikatan reaktan}} - \sum E_{\text{ikatan yang produk}}$$

Ikatan	$\Delta H_f^\circ$ Energi Ikatan ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	Ikatan	$\Delta H_f^\circ$ Energi Ikatan ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )
H – H	436	C – O	350
H – C	415	C = O	741
H – N	390	C – Cl	330
H – F	569	N $\equiv$ N	946
H – Cl	432	O = O	498
H – Br	370	F – F	160
C – C	345	Cl – Cl	243
C = C	611	I – I	150
C – Br	275	Br – Br	190
C $\equiv$ C	837	C $\equiv$ N	891
O – H	464		

## Soal Bahas Termokimia

1. Perhatikan grafik berikut!

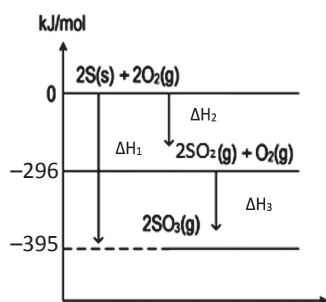


Besar entalpi reaksi  
 $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$  adalah ... kJ.

- A. -49,5                      D. -395,0  
 B. -99,0                      E. -691,0  
 C. -296,0

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**



$\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g}) \Delta H_3 = \dots?$

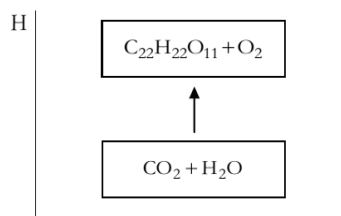
$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2$$

$$= -395 - (-296)$$

$$= -99 \text{ kJ}$$

2. Perhatikan diagram energi reaksi fotosintesis berikut!



Berdasarkan diagram tersebut, dapat disimpulkan ....

- A.  $\Delta H$  produk lebih kecil daripada  $\Delta H$  reaktan  
 B. Reaksi tersebut melepaskan kalor  
 C.  $\Delta H > 0$  dan bersifat eksoterm  
 D. Reaksi bersifat endoterm  
 E.  $\Delta H$  reaksi bernilai nol

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Reaksi diatas bersifat endoterm karena  $\Delta H$  produk  $>$   $\Delta H$  reaktan. Reaksi tersebut membutuhkan kalor.

3. Perhatikan proses-proses yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari berikut!  
 (1) Kain basah menjadi kering setelah dijemur.  
 (2) Pembakaran kayu.  
 (3) Lilin meleleh ketika dipanaskan.  
 (4) Besi berkarat.

Pasangan yang merupakan proses endoterm adalah ....

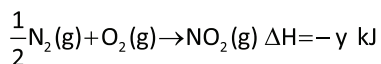
- A. (1) dan (2)                      D. (2) dan (4)  
 B. (1) dan (3)                      E. (3) dan (4)  
 C. (2) dan (3)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Proses endoterm adalah proses yang membutuhkan kalor seperti kain basah menjadi kering setelah dijemur serta lilin meleleh ketika dipanaskan. Adapun pembakaran kayu dan besi berkarat merupakan proses eksoterm karena melepaskan kalor.

4. Perhatikan persamaan termokimia berikut!



Pernyataan yang benar mengenai persamaan termokimia di atas adalah

....

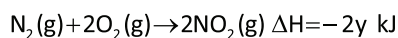
- $\Delta H$  pembakaran  $\text{N}_2 = -y$  kJ/mol
- $\Delta H$  penguraian  $\text{NO}_2 = -y$  kJ/mol
- $\Delta H$  pembentukan  $\text{NO}_2 = +y$  kJ/mol
- Pada pembentukan 2 mol  $\text{NO}_2$  dibebaskan kalor sebesar  $y$  kJ
- Pada pembakaran 28 gram  $\text{N}_2$  dibebaskan kalor sebesar  $2y$  kJ

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

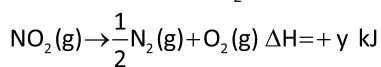
**Jawaban: E**

Pernyataan yang benar sebagai berikut.

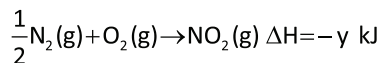
- 1)  $\Delta H$  pembakaran  $\text{N}_2 = -2y$  kJ/mol



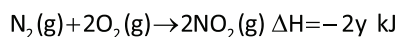
- 2)  $\Delta H$  penguraian  $\text{NO}_2 = -y$  kJ/mol



- 3)  $\Delta H$  pembentukan  $\text{NO}_2 = +y$  kJ/mol

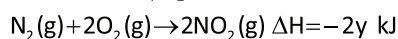


- 4) Pada pembentukan 2 mol  $\text{NO}_2$  dibebaskan kalor sebesar  $y$  kJ

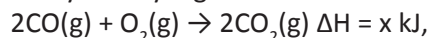


- 5) Pada pembakaran 28 gram  $\text{N}_2$  dibebaskan kalor sebesar  $2y$  kJ

$$\text{mol N}_2 = \frac{\text{massa N}_2}{M_r \text{ N}_2} = \frac{28}{28} = 1 \text{ mol}$$



5. Pernyataan yang benar untuk reaksi:

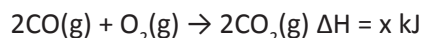


adalah ....

- kalor penguraian CO =  $x$  kJ/mol
- kalor pembentukan CO =  $2x$  kJ/mol
- kalor pembakaran CO =  $2x$  kJ/mol
- kalor pembakaran CO =  $\frac{1}{2}x$  kJ/mol
- kalor pembentukan CO =  $\frac{1}{2}x$  kJ/mol

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**



Reaksi yang terjadi adalah reaksi pembakaran 2 mol CO, sehingga setiap 1 mol kalor pembakaran CO =  $\frac{1}{2}x$  kJ/mol.

BAB  
8

LAJU REAKSI

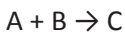
A. Pengertian Laju Reaksi

Dalam persamaan reaksi ada zat yang direaksikan dan ada zat yang dihasilkan dari kedua zat yang direaksikan tadi. Jadi, secara singkatnya dalam reaksi kimia pereaksi berubah menjadi produk.

Dengan kata lain dalam proses menuju ke produk reaktan membutuhkan waktu untuk bereaksi. Laju reaksi adalah berkurangnya jumlah pereaksi untuk satuan waktu atau bertambahnya produk untuk setiap satuan waktu.

Satuan laju reaksi dinyatakan dalam satuan mol/L detik.

Misal:



Dari reaksi di atas bisa dikatakan bahwa konsentrasi zat A dan konsentrasi zat B makin lama makin berkurang, sedangkan pada konsentrasi zat C semakin lama semakin bertambah.

Secara sistematis, dapat ditulis sebagai berikut:

$$v_A = \frac{-[A]}{\Delta t}; v_B = \frac{-[B]}{\Delta t}; v_C = \frac{+[C]}{\Delta}$$

Keterangan:

[A] = konsentrasi zat A (M)

[B] = konsentrasi zat B (M)

[C] = konsentrasi zat C (M)

$v_A$  = laju reaksi zat A ( $M \cdot s^{-1}$ )

$v_B$  = laju reaksi zat B ( $M \cdot s^{-1}$ )

$v_C$  = laju reaksi zat C ( $M \cdot s^{-1}$ )

Contoh:

Diketahui laju pembentukan  $\text{CaCO}_3 = 2 \times 10^{-4} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$

$$\text{Ca(s)} + \text{C(s)} + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$$

Besar laju  $\text{O}_2$  adalah

$$v_{\text{O}_2} = \frac{3}{2} \times v_{\text{CaCO}_3} = \frac{3}{2} \times 2 \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$$

Faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi adalah sebagai berikut:

### 1. Konsentrasi

Semakin besar konsentrasi suatu larutan maka semakin besar pula tumbukan antar partikelnya. Hal itu menyebabkan laju reaksi semakin cepat.

### 2. Luas Permukaan Bidang Sentuh

Bidang sentuh berbentuk butiran akan lebih cepat bereaksi daripada bidang sentuh yang berbentuk kepingan. Hal itu dikarenakan, luas permukaan bidang sentuh butiran lebih besar daripada bidang sentuh kepingan.

Makin luas permukaan bidang sentuh, maka makin cepat laju reaksinya.

### 3. Suhu

Peningkatan suhu akan menaikkan energi rata-rata molekul, sehingga jumlah atau fraksi molekul yang mencapai energi pengaktifan bertambah. Sehingga laju reaksi akan meningkat pula.

Untuk setiap kenaikan temperatur sebesar 10°C, maka laju reaksi menjadi dua sampai tiga kali lebih cepat dari semula.

Secara umum, untuk menghitung laju reaksi pada suhu tertentu dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r_2 = r_1 (A)^{\frac{T_2 - T_1}{t}}$$

$r_2$  = laju reaksi pada suhu tertentu  
 $r_1$  = laju reaksi awal  
 $T_1$  = suhu awal  
 $T_2$  = suhu pada  $V_2$   
 $A$  = kelipatan laju reaksi

Untuk menghitung lamanya waktu reaksi dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$t_2 = t_1 \left( \frac{1}{A} \right)^{\frac{T_2 - T_1}{n}}$$

$t_1$  = suhu awal  
 $t_2$  = suhu setelah dinaikkan  
 $n$  = rata-rata kenaikan suhu

### 4. Katalis

Katalis hanya berfungsi untuk mempercepat reaksi karena katalis dapat menurunkan energi pengaktifan. Katalis dibedakan menjadi dua macam yaitu:

#### a. Katalis Homogen

Katalis homogen adalah katalis yang mempunyai fase sama dengan fase zat pereaksi.

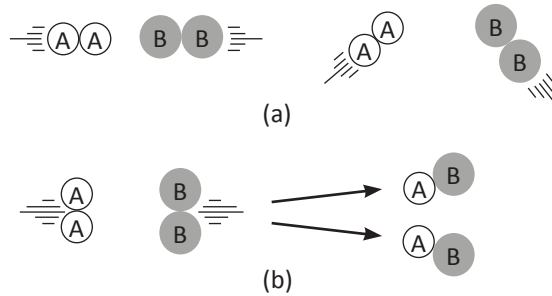
#### b. Katalis heterogen

Katalis heterogen adalah katalis yang mempunyai fase berbeda dengan fase zat pereaksi.

## C. Teori Tumbukan

Reaksi kimia terjadi karena adanya tumbukan yang efektif antara partikel-partikel zat yang bereaksi. Tumbukan efektif adalah tumbukan yang mempunyai energi yang cukup untuk memutuskan ikatan-ikatan pada zat yang bereaksi.

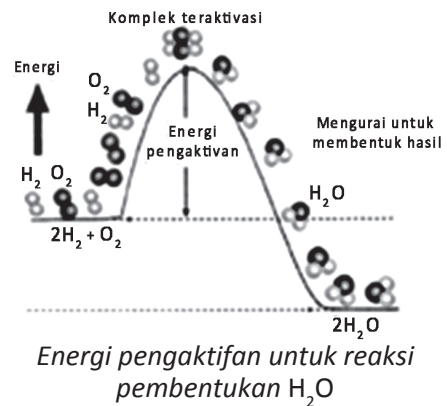
Contoh tumbukan yang menghasilkan reaksi dan tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi antara molekul hidrogen ( $H_2$ ) dan molekul iodine ( $I_2$ ).



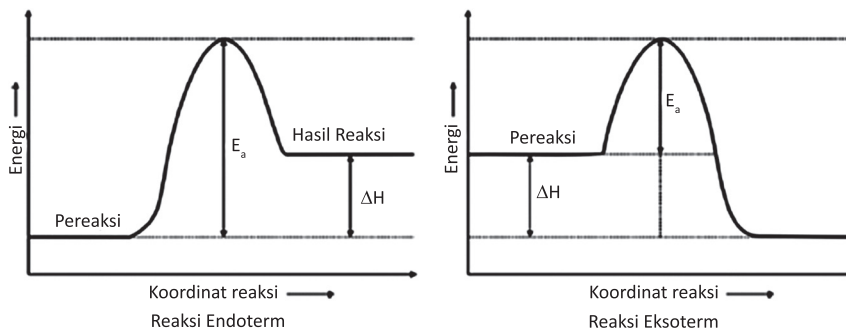
Gambar tumbukan antara molekul ( $H_2$ ) dengan iodine membentuk molekul HI

Peristiwa tumbukan yang terjadi pada molekul-molekul memerlukan suatu energi pengaktifan yang biasa dikenal dengan energi aktivasi. Energi aktivasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk berlangsungnya suatu reaksi.

Untuk contoh adalah reaksi antara hidrogen dengan oksigen menghasilkan  $H_2O$ . Saat reaksi berlangsung akan terbentuk zat kompleks teraktivasi yang berada di puncak energi. Jika berhasil, maka zat kompleks teraktivasi akan terurai menjadi zat hasil reaksi.



Hubungan antara energi pengaktifan dengan energi yang diserap atau dilepaskan selama reaksi berlangsung terlihat pada gambar berikut.



Gambar Energi pengaktifan dan eksoterm atau endoterm

## D. Orde Reaksi dan Persamaan Laju Reaksi

Persamaan laju reaksi dapat dirumuskan sebagai berikut. Untuk reaksi:



maka persamaan laju reaksinya sebagai berikut:

$$v = k [\text{A}]^m [\text{B}]^n$$

$k$  = tetapan jenis reaksi

$m$  = orde reaksi terhadap pereaksi A

$n$  = orde reaksi terhadap pereaksi B

Tetapan jenis reaksi ( $k$ ) adalah suatu tetapan yang harganya bergantung pada jenis pereaksi, suhu, dan katalis. Harga  $k$  akan berubah jika suhunya berubah.

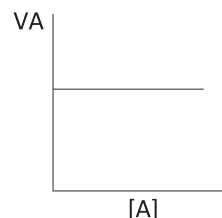
Macam-macam orde reaksi:

### 1. Orde Reaksi Nol

Laju reaksi pada orde reaksi nol berarti besarnya konsentrasi pereaksi tidak memengaruhi laju reaksi. Persamaan laju reaksi secara sistematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = k [\text{A}]^0$$

Jika laju reaksi tetap, maka akan memiliki orde reaksi nol.



Hubungan kecepatan dengan konsentrasi  
**Grafik Orde Reaksi Nol**

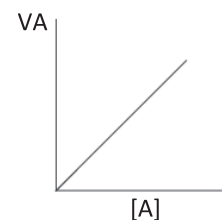
### 2. Orde Reaksi Satu

Orde reaksi satu memiliki persamaan laju reaksi dengan persamaan:

$$v = k [\text{A}]^1$$

Persamaan reaksi orde satu merupakan persamaan linier, maka besarnya laju reaksi akan berbanding lurus dengan konsentrasi pereaksinya.

Contoh: Jika konsentrasi pereaksi dinaikkan dua kali, maka laju reaksi akan meningkat dua kali lebih besar dari semula.



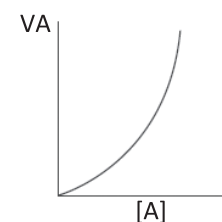
Hubungan kecepatan dengan konsentrasi  
**Grafik Orde Reaksi Satu**

### 3. Orde Reaksi Dua

Persamaan laju reaksi untuk orde dua sebagai berikut.

$$v = k [\text{A}]^2$$

Besarnya laju reaksi merupakan pangkat dua dari konsentrasi pereaksinya. Jika konsentrasi zat A dinaikkan dua kali, maka laju reaksi akan menjadi empat kali lebih besar.



Hubungan kecepatan dengan konsentrasi  
**Grafik Orde Reaksi Dua**

## Soal Bahas Laju Reaksi

1. Data hasil percobaan reaksi  
 $\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{NOCl}_2\text{(g)}$  sebagai berikut.

Percobaan	[NO] M	[Cl <sub>2</sub> ] M	v (m/s)
1	0,1	0,1	4
2	0,1	0,2	16
3	0,2	0,1	8

Berdasarkan data tersebut, orde reaksi total adalah ....

- A. 2  
 B. 3  
 C. 4  
 D. 5  
 E. 6

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Misal:

$$v = k [\text{NO}]^m [\text{Cl}_2]^n$$

Orde reaksi NO dihitung berdasarkan data 1) dan 3).

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k \left( \frac{[\text{NO}]_1}{[\text{NO}]_3} \right)^m \left( \frac{[\text{Cl}_2]_1}{[\text{Cl}_2]_3} \right)^n}{k \left( \frac{[\text{NO}]_1}{[\text{NO}]_3} \right)^m \left( \frac{[\text{Cl}_2]_1}{[\text{Cl}_2]_3} \right)^n}$$

$$\frac{4}{8} = \frac{k \left( \frac{0,1}{0,2} \right)^m \left( \frac{0,1}{0,1} \right)^n}{k \left( \frac{0,1}{0,2} \right)^m \left( \frac{0,1}{0,1} \right)^n}$$

$$\frac{1}{2} = \left( \frac{1}{2} \right)^m$$

$$m = 1$$

Orde reaksi Cl<sub>2</sub> dihitung berdasarkan data 1) dan 2).

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k \left( \frac{[\text{NO}]_1}{[\text{NO}]_2} \right)^m \left( \frac{[\text{Cl}_2]_1}{[\text{Cl}_2]_2} \right)^n}{k \left( \frac{[\text{NO}]_1}{[\text{NO}]_2} \right)^m \left( \frac{[\text{Cl}_2]_1}{[\text{Cl}_2]_2} \right)^n}$$

$$\frac{4}{16} = \frac{k \left( \frac{0,1}{0,2} \right)^m \left( \frac{0,1}{0,2} \right)^n}{k \left( \frac{0,1}{0,2} \right)^m \left( \frac{0,1}{0,2} \right)^n}$$

$$\frac{1}{4} = \left( \frac{1}{2} \right)^n$$

$$n = 2$$

Orde reaksi total = m + n = 1 + 2 = 3.

2. X dan Y adalah gas-gas. Awalnya masing-masing sebanyak 1 mol yang bereaksi di dalam sebuah balon bervolume 1 liter:  $\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{produk}$ . Persamaan laju reaksi adalah  $r = k [\text{X}]$ . jika reaksi berlangsung dengan jumlah reaktan yang sama, maka laju reaksi akan dua kali lebih cepat dari laju reaksi dalam bahan bervolume 1 liter apabila ....

- A. volume balon 4 L  
 B. volume balon 2,5 L  
 C. volume balon 2 L  
 D. volume balon 0,50 L  
 E. volume balon 0,10 L

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

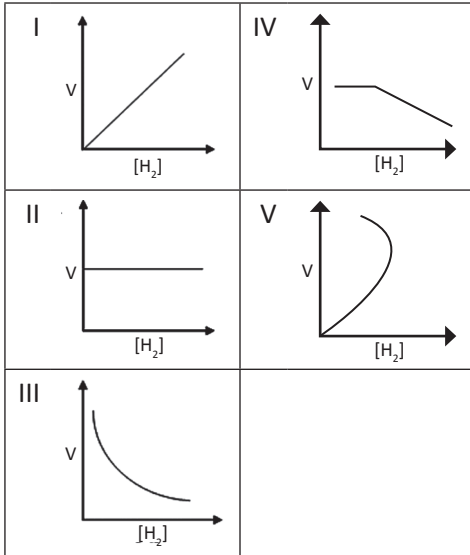
$r = k [\text{X}]$ , laju reaksi menjadi dua kali lebih cepat maka :

$$2 = 1 \left[ \frac{1}{\text{volume}} \right]$$



volume = 0,5 L

3. Untuk reaksi  
 $2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$   
 Orde reaksi terhadap  $\text{H}_2$  adalah 1.  
 Grafik hubungan kecepatan reaksi dengan konsentrasi  $[\text{H}_2]$  yang sesuai dengan orde reaksi adalah ....



- A. I                      D. IV  
 B. II                     E. V  
 C. III

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

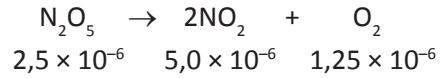
Grafik reaksi orde 1 ditunjukkan oleh gambar I. Adapun grafik II menunjukkan reaksi orde 0.

4. Pada suhu tertentu laju penguraian  $\text{N}_2\text{O}_5$  menjadi  $\text{NO}_2$  dan  $\text{O}_2$  adalah sebesar  $2,5 \times 10^{-6}$  mol/L.s. Laju pembentukan  $\text{NO}_2$  sebesar ....
- A.  $1,3 \times 10^{-6}$  mol/L.s  
 B.  $2,5 \times 10^{-6}$  mol/L.s  
 C.  $3,9 \times 10^{-6}$  mol/L.s  
 D.  $5,0 \times 10^{-6}$  mol/L.s  
 E.  $6,2 \times 10^{-6}$  mol/L.s

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Mencari laju pembentukan  $\text{NO}_2$  memakai perbandingan mol dengan perbandingan laju reaksi.



5. Perhatikan data percobaan berikut!

Percobaan	$[\text{H}_2]$ (mol/L)	$[\text{SO}_2]$ (mol/L)	Waktu reaksi (detik)
1	A	4a	36
2	2a	4a	18
3	4a	4a	9
4	4a	2a	18
5	4a	a	36

Pernyataan yang tepat mengenai data tersebut adalah ....

- A. Orde reaksi total adalah 4  
 B. Orde reaksi terhadap  $\text{H}_2$  adalah 2  
 C. Orde reaksi terhadap  $\text{SO}_2$  adalah 2  
 D. Rumus kecepatan reaksi:  
 $v = k [\text{H}_2]^2 [\text{SO}_2]^2$   
 E. Kecepatan reaksi menjadi 4x jika konsentrasi  $\text{H}_2$  dan  $\text{SO}_2$  dinaikkan 2x

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

$$v = k[\text{H}_2]^x [\text{SO}_2]^y$$

**Orde reaksi terhadap  $\text{SO}_2$**

$$\frac{v_3}{v_4} = \frac{k[\text{H}_2]_3^x [\text{SO}_2]_3^y}{k[\text{H}_2]_4^x [\text{SO}_2]_4^y}$$

$$\frac{18}{9} = \frac{k(4a)^x (4a)^y}{k(4a)^x (2a)^y}$$

$$2 = (2)^y$$

$$y = 1$$

**Orde reaksi terhadap  $\text{H}_2$**

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k[\text{H}_2]_1^x [\text{SO}_2]_1^y}{k[\text{H}_2]_2^x [\text{SO}_2]_2^y}$$

$$\frac{18}{36} = \frac{k(a)^x (4a)^y}{k(2a)^x (2a)^y}$$

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^x$$

$$x = 1$$

Jadi, rumusan laju reaksi  $v = k[\text{H}_2][\text{SO}_2]$  dan jika konsentrasi masing-masing pereaksi dinaikkan menjadi dua kali maka laju reaksinya menjadi dua kalinya.

BAB  
9

## KESETIMBANGAN KIMIA

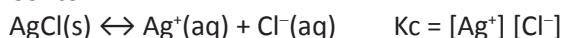
## A. Tetapan Kesetimbangan

Suatu reaksi dikatakan pada keadaan seimbang jika laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri (*reversible*). Kesetimbangan reaksi dikelompokkan menjadi kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen. Kesetimbangan homogen adalah sistem kesetimbangan yang komponennya mempunyai wujud yang sama, sedangkan kesetimbangan heterogen adalah kesetimbangan yang komponennya terdiri dari zat-zat dengan wujud yang berbeda. Tetapan kesetimbangan dibedakan menjadi dua, yaitu tetapan kesetimbangan konsentrasi ( $K_c$ ) dan tetapan kesetimbangan tekanan ( $K_p$ ).

B. Tetapan Kesetimbangan Kosentrasi ( $K_c$ )

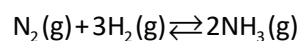
Menurut Hukum Guldberg dan Waage: "Dalam keadaan kesetimbangan pada *suhu tetap*, hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi dipangkatkan dengan masing-masing koefisien reaksinya adalah *tetap*". Tetapan kesetimbangan berdasar konsentrasi zat, berlaku untuk zat-zat yang berfasa **gas** dan **aqueous** (larutan dengan pelarut air).

Contoh:

C. Tetapan Kesetimbangan Tekanan ( $K_p$ )

Tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial, hanya berlaku untuk **fasa gas**.

Contoh:



$$K_p = \frac{[\text{P NH}_3]^2}{[\text{P H}_2]^3 [\text{P N}_2]}$$

D. Hubungan  $K_c$  dengan  $K_p$ 

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$\Delta n$  = jumlah koefisien kanan – jumlah koefisien kiri

## E. Derajat Disosiasi

Derajat disosiasi adalah jumlah mol suatu zat yang terurai dibagi jumlah mol zat mula-mula.

$$\alpha = \frac{\text{jumlah mol zat terurai}}{\text{jumlah mol zat mula-mula}}$$

## F. Pergeseran Kesetimbangan

Prinsip Le Chatelier: "Usaha untuk mengubah suhu, tekanan atau konsentrasi pereaksi dalam suatu sistem dalam keadaan setimbang merangsang terjadinya reaksi yang mengembalikan kesetimbangan pada sistem tersebut". Faktor yang memengaruhi kesetimbangan:

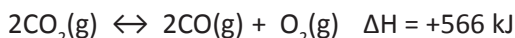
### 1. Konsentrasi

Jika salah satu komponen pada sistem kesetimbangan ditambah, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan. Sebaliknya, jika pada sistem kesetimbangan salah satu komponen dikurangi maka kesetimbangan akan bergeser ke arah komponen tersebut. Contoh:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$

- Jika gas  $\text{O}_2$  ditambah, kesetimbangan akan bergeser ke arah  $\text{SO}_3$ .
- Jika gas  $\text{O}_2$  dikurangi, kesetimbangan akan bergeser ke arah  $\text{O}_2$ .

### 2. Suhu

Jika suhu dinaikkan, kesetimbangan bergeser ke arah reaksi endoterm, sedangkan jika suhu diturunkan kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi eksoterm. Contoh:



- Jika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah  $\text{CO}_2$ .
- Jika suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah  $\text{CO}$  dan  $\text{O}_2$ .

### 3. Tekanan dan Volume

Jika tekanan diperbesar maka volume diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya lebih kecil. Sebaliknya jika tekanan diperkecil maka volume diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya lebih besar. Jika jumlah mol ruas kanan sama dengan jumlah mol sebelah kiri maka perubahan tekanan dan volume tidak menyebabkan pergeseran kesetimbangan. Contoh:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

- Jika tekanan diperkecil maka volume diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$ .
- Jika tekanan diperbesar maka volume diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah  $\text{NH}_3$ .

### 4. Katalis

Penambahan katalis tidak menggeser arah kesetimbangan, tetapi mempercepat terjadinya kesetimbangan antara pereaksi dan hasil reaksi.

## Soal Bahas Kestimbangan Kimia

1. Diketahui reaksi:  
 $A(g) + 2B(g) \leftrightarrow AB_2(g)$   
 Kestimbangan bergeser ke kanan jika  
 ....  
 A. suhu dinaikkan  
 B. suhu diturunkan  
 C. tekanan diperbesar  
 D. tekanan diperkecil  
 E. konsentrasi B dikurangi

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Kestimbangan di atas akan bergeser ke kanan jika konsentrasi A atau B diperbesar serta tekanan sistem diperbesar/volume diperkecil.

2. Reaksi kesetimbangan  $N_2O_4(g) \leftrightarrow 2NO_2(g)$  mempunyai  $K_p$   $1,8 \times 10^4$  pada suhu  $600^\circ C$  dan  $2,8 \times 10^4$  pada suhu  $1.000^\circ C$ . Pernyataan yang benar mengenai reaksi kesetimbangan tersebut adalah  
 ....  
 A. Harga  $K_p = K_c$   
 B. Reaksi tersebut bersifat eksoterm  
 C. Jumlah  $NO_2$  akan meningkat jika suhu diturunkan  
 D. Jika tekanan sistem diperbesar, jumlah  $N_2O_4$  berkurang  
 E. Jika volume sistem diperbesar, jumlah  $N_2O_4$  berkurang

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Berdasarkan data harga  $K_p$  yang semakin besar apabila suhu dinaikkan, dapat disimpulkan reaksi tersebut merupakan reaksi endoterm ( $\Delta H$  positif).

Reaksi:  $N_2O_4(g) \leftrightarrow 2NO_2(g)$   $\Delta H > 0$ .

Jika suhu diturunkan, reaksi kesetimbangannya akan bergeser ke arah eksoterm yaitu ke arah reaktan (kiri) sehingga jumlah  $NO_2$  berkurang dan jumlah  $N_2O_4$  bertambah. Jika tekanan

sistem diperbesar, reaksi kesetimbangan akan bergeser ke arah koefisien lebih kecil yaitu ke kiri sehingga jumlah  $N_2O_4$  bertambah. Jika volume sistem diperbesar, reaksi kesetimbangan akan bergeser ke arah koefisien lebih besar yaitu ke kanan sehingga jumlah  $N_2O_4$  berkurang.

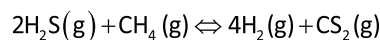
$$K_c = \frac{K_p}{(R \times T)^{\Delta n}} = K_p \times R \times T$$

3. Diketahui reaksi:  
 $2H_2S(g) + CH_4(g) \rightleftharpoons 4H_2(g) + CS_2(g)$   
 Tetapan kesetimbangan setelah reaksi tersebut adalah ....

- A.  $K = \frac{[H_2][CS_2]}{[H_2S][CH_4]}$   
 B.  $K = \frac{[H_2S][CH_4]}{[H_2][CS_2]}$   
 C.  $K = \frac{[H_2]^2[CH_4]}{[H_2S][CS_2]}$   
 D.  $K = \frac{[H_2]^4[CS_2]}{[H_2S]^2[CH_4]}$   
 E.  $K = \frac{[H_2S]^4[CS_2]}{[H_2]^4[CH_4]}$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

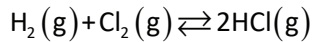
**Jawaban: D**



Tetapan kesetimbangan (K) merupakan hasil kali konsentrasi produk dipangkatkan masing-masing koefisien dibagi dengan hasil kali konsentrasi reaktan dipangkatkan masing-masing koefisiennya.

$$K = \frac{[H_2]^4 [CS_2]}{[H_2S]^2 [CH_4]}$$

4. Dalam ruang tertutup terdapat reaksi kesetimbangan:



$$\Delta H = -92 \text{ kJ/mol}$$

Jika suhu diturunkan maka kesetimbangan akan bergeser ke arah

....

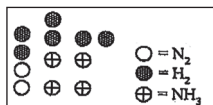
- A. kiri, harga K bertambah
- B. kiri, harga K berkurang
- C. kiri, harga K tetap
- D. kanan, harga K bertambah
- E. kanan, harga K tetap

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$   $\Delta H = -92 \text{ kJ/mol}$   
 Reaksi ke kanan merupakan reaksi endoterm, sedangkan reaksi ke kiri merupakan reaksi eksoterm. Jika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi eksoterm atau ke kanan sehingga konsentrasi HCl bertambah sedangkan konsentrasi  $\text{H}_2$  dan  $\text{Cl}_2$  berkurang. Akibatnya, harga K semakin bertambah.

5. Berikut ini reaksi kesetimbangan:  
 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$   $\Delta H = -92,4 \text{ kJ}$   
 Gambar partikel saat setimbang mula-mula sebagai berikut:



Jika tekanan diperbesar, maka gambar partikel pereaksi pada kesetimbangan sesaat yang baru adalah ....

- A.
- B.
- C.
- D.
- E.

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Jika tekanan diperbesar maka kesetimbangan akan bergeser ke arah ruas yang jumlah koefisiennya kecil, sehingga dari reaksi tersebut jika tekanan diperbesar maka jumlah  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$  adalah semakin berkurang, karena koefisien ruas kanan > koef. ruas kiri.

BAB  
10

## KOLOID

## A. Sistem Koloid

Koloid merupakan sistem dispersi yang ukuran diameter partikel zat terdispersinya  $10^{-7}$ – $10^{-5}$  cm (1–100 nm), secara makroskopis tampak homogen, tetapi sebenarnya heterogen (dengan mikroskop ultra dapat dibedakan antara partikel pendispersi dengan partikel terdispersi). Contoh: susu cair, asap, dan kabut. Perbedaan antara larutan, koloid dan suspensi sebagai berikut.

Pembeda	Larutan	Koloid	Suspensi
Contoh	Air gula	Susu	Air kopi
Ukuran partikel	< 1 nm	1 – 100 nm	> 100 nm
Distribusi partikel	Homogen	Secara makroskopis homogen, tetapi secara mikroskopis heterogen (sebenarnya heterogen)	Heterogen
Jumlah fasa	Satu fasa	Dua fasa	Dua fasa
Penampilan fisis	Partikel terdispersi (zat terlarut) tidak dapat diamati	Partikel terdispersi dapat diamati dengan mikroskop ultra	Partikel terdispersi dapat diamati dengan mata biasa
Kestabilan	Stabil, tidak terpisah	Relatif stabil, sukar terpisah	Tidak stabil, mudah terpisah
Pengendapan	Tidak mengendap	Sukar mengendap	Mudah mengendap
Penyaringan	Tidak dapat disaring	Dapat disaring dengan kertas saring ultra (saringan semipermeabel)	Dapat disaring dengan kertas saring biasa

Sistem koloid di bagi menjadi 8 jenis, yaitu:

Fase Terdispersi	Medium pendispersi	Nama	Contoh
Padat	Cair	Sol	Cat, lem kanji, tinta, tanah liat, sol emas, semir cair
Padat	Padat	Sol padat	Gelas berwarna, intan hitam, mutiara, paduan logam (aloi), <i>stainless steel</i> , perunggu

Padat	Gas	Aerosol padat	Asap, debu di udara, buangan knalpot, cat semprot
Cair	Gas	Aerosol cair	Kabut, awan, parfum, <i>hairspray</i> , obat nyamuk semprot
Cair	Cair	Emulsi	Susu, santan, <i>mayonaisse</i> , minyak ikan, losion
Cair	Padat	Emulsi padat	Agar-agar, keju, mentega, margarin, nasi, lateks, selai, mutiara
Gas	Cair	Buih	Busa sabun, krim kocok, putih telur
Gas	Padat	Buih padat	Karet busa, batu apung, gabus, roti, kerupuk

## B.

## Sifat Koloid

### 1. EFEK TYNDALL

Yaitu efek penghamburan cahaya oleh partikel koloid. Contoh: sorot lampu mobil pada malam hari yang berkabut dan sorot lampu proyektor dalam gedung bioskop yang berasap.

### 2. GERAK BROWN

Yaitu gerak zig-zag partikel-partikel koloid (diamati dengan mikroskop ultra) akibat adanya tumbukan antartikel koloid. Contoh: apabila susu dibiarkan untuk waktu beberapa lama, tidak akan didapati endapan.

### 3. KOAGULASI

Yaitu penggumpalan partikel-partikel koloid karena penambahan zat kimia, pengadukan, atau muatan yang berlawanan. Contoh: pembentukan delta, penggumpalan lateks, pembuatan tahu dan yoghurt, serta penjernihan air sungai.

### 4. ADSORPSI

Yaitu penyerapan ion pada permukaan koloid sehingga koloid menjadi bermuatan. Contoh: pengobatan sakit perut, pewarnaan kain, pemutihan gula tebu, dan penjernihan air.

### 5. ELEKTROFORESIS

Yaitu penggerakan partikel koloid bermuatan akibat adanya medan listrik. Koloid yang bermuatan negatif akan bergerak ke anoda, sedangkan koloid yang bermuatan positif akan bergerak ke katoda. Contoh: pembersihan udara yang diproduksi oleh suatu pabrik.

### 6. DIALISIS

Yaitu pemurnian koloid dari partikel-partikel pengotor yang dapat mengganggu kestabilan koloid menggunakan selaput semipermeabel. Contoh: proses cuci darah.

## C. Koloid Liofil dan Liofob

Koloid Liofil	Koloid Liofob
Mengadsorpsi mediumnya	Tidak mengadsorpsi mediumnya
Terdiri atas zat organik	Terdiri atas zat anorganik
Stabil: 1. Dapat dibuat dengan konsentrasi relatif besar 2. Sukar diendapkan dengan penambahan elektrolit	Kurang stabil: 1. Hanya stabil pada konsentrasi kecil 2. Mudah menggumpal/mengendap dengan penambahan elektrolit
Kekentalannya tinggi	Kekentalannya rendah
Reversibel	Irreversibel
Tidak menunjukkan gerak Brown dan efek Tyndall	Gerak Brown dan efek Tyndall sangat jelas
Tidak menunjukkan peristiwa elektroforesis	Menunjukkan peristiwa elektroforesis
Dibuat dengan cara dispersi	Dibuat secara kondensasi
Dapat dibuat gel	Hanya beberapa yang dapat dibuat gel

## D. Pembuatan Koloid

Berdasarkan bahan bakunya, pembuatan koloid dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu sebagai berikut:

### 1. Kondensasi

Kondensasi adalah cara pembuatan koloid dari partikel kecil (larutan) menjadi partikel koloid. Proses kondensasi ini didasarkan atas reaksi kimia;

#### a. Reaksi Redoks

Contoh: Pembuatan sol belerang dari reaksi redoks antara gas  $H_2S$  dengan larutan  $SO_2$ .  
 $2H_2S(g) + SO_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + 3S(s)$

#### b. Reaksi Hidrolisis

Contoh: Pembuatan sol  $Fe(OH)_3$  dengan penguraian garam  $FeCl_3$ . Persamaan reaksinya adalah: menggunakan air mendidih.  
 $FeCl_3(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + 3HCl(aq)$

#### c. Reaksi Dekomposisi Rangkap

Contoh: Pembuatan sol  $AgCl$  dari larutan  $AgNO_3$  dengan larutan  $NaCl$  encer.  
 $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$

#### d. Reaksi Pergantian Pelarut

Contoh: Apabila larutan jenuh kalsium asetat dicampur dengan alkohol, maka terbentuk suatu koloid berupa gel.



## 2. Dispersi

Dengan cara dispersi, partikel kasar dipecah menjadi partikel koloid.

### a. Proses Mekanik

Menurut cara ini, butir-butir kasar digerus sampai diperoleh tingkat kehalusan tertentu, kemudian diaduk dengan medium dispersi. Contoh: Sol belerang dapat dibuat dengan menggerus serbuk belerang bersama-sama dengan zat inert (seperti gula pasir), kemudian mencampurnya dengan air.

### b. Peptisasi

Peptisasi adalah cara pembuatan koloid dengan menggunakan zat kimia (zat elektrolit) untuk memecah partikel besar (kasar) menjadi partikel koloid. Contoh: proses pencernaan makanan dengan enzim dan pembuatan sol belerang dari endapan nikel sulfida dengan mengalirkan gas asam sulfida.

### c. Busur Bredig

Busur Bredig ialah alat pemecah zat padatan (logam) menjadi partikel koloid dengan menggunakan arus listrik tegangan tinggi. Contoh: pembuatan sol logam.

## E. Pemanfaatan Koloid

1. **Industri Kosmetik**, seperti *foundation*, pembersih wajah, sampo, pelembap badan, deodoran umumnya berbentuk koloid yaitu emulsi.
2. **Industri Tekstil**, pewarna tekstil berbentuk koloid karena mempunyai daya serap yang tinggi sehingga dapat melekat pada tekstil.
3. **Industri Farmasi**, banyak obat-obatan yang dikemas dalam bentuk koloid agar stabil atau tidak mudah rusak.
4. **Industri Sabun dan Detergen**, sabun dan detergen merupakan emulgator untuk membentuk emulsi antara kotoran (minyak) dengan air, sehingga sabun dan detergen dapat membersihkan kotoran, terutama kotoran dari minyak.
5. **Industri Makanan**, banyak makanan dikemas dalam bentuk koloid untuk kestabilan dalam jangka waktu cukup lama. Dapatkah Anda menyebutkan contoh koloid dalam industri makanan.

## Soal Bahas Koloid

1. Pasangan data yang berhubungan tepat adalah ....

	Fase terdispersi	Medium pendispersi	Jenis Koloid
A.	Cair	Gas	Busa
B.	Cair	Cair	Aerosol
C.	Padat	Cair	Sol
D.	Padat	Gas	Emulsi
E.	Gas	Cair	Aerosol

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

	Fase terdispersi	Medium pendispersi	Jenis Koloid
A.	Cair	Gas	<b>Aerosol</b>
B.	Cair	Cair	<b>Emulsi</b>
C.	Padat	Cair	Sol
D.	Padat	Gas	<b>Aerosol padat</b>
E.	Gas	Cair	<b>Busa</b>

2. Campuran lemak dan air dalam susu tidak memisah karena ....
- lemak larut baik dalam air
  - lemak dan air berwujud cair
  - lemak dan air tidak bereaksi
  - lemak lebih kental daripada air
  - lemak dan air distabilkan oleh kasein sebagai pengemulsi

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Campuran lemak dan air dalam susu distabilkan oleh kasein sehingga tidak memisah.

3. Beberapa contoh penerapan sifat koloid dalam kehidupan sehari-hari.
- Sinar matahari kelihatan saat masuk ruang melalui celah.
  - Pembentukan delta di muara sungai
  - Penjernihan air
  - Menggunakan alat Cottrell dalam industri.
  - Proses cuci darah.
- Penerapan sifat koloid dari dialisis dan efek Tyndall secara berturut-turut adalah ....

- (1) dan (2)
- (2) dan (3)
- (3) dan (4)
- (4) dan (5)
- (5) dan (1)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Contoh penerapan sifat koloid dari dialysis adalah proses cuci darah, sedangkan penerapan sifat koloid dari efek Tyndall adalah sinar matahari kelihatan saat masuk ruang melalui celah.

4. Pernyataan tentang koloid yang benar adalah ....
- Cat termasuk koloid gel
  - Buih laut termasuk aerosol
  - Susu termasuk jenis koloid sol
  - Mentega mempunyai medium pendispersi cair
  - Perunggu mempunyai fase terdispersi dan medium pendispersi padat

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Cat termasuk koloid sol, buih laut termasuk jenis koloid busa, susu termasuk jenis koloid emulsi, mentega memiliki medium pendispersi padat, serta perunggu mempunyai fase terdispersi dan medium pendispersi padat.

5. Alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) dalam air akan terhidrolisis membentuk sistem koloid yang dapat mengadsorpsi partikel halus atau ion-ion disekitarnya sehingga ....
- A. partikel koloid akan bermuatan positif karena cenderung mengikat ion  $\text{H}^+$
  - B. partikel koloid akan bermuatan negatif karena cenderung mengikat ion  $\text{H}^+$
  - C. partikel koloid akan bermuatan negatif akan cenderung mengikat ion  $\text{OH}^-$
  - D. partikel koloid akan bermuatan positif karena cenderung mengikat ion  $\text{OH}^-$
  - E. partikel koloid menjadi tidak bermuatan karena cenderung mengikat molekul air

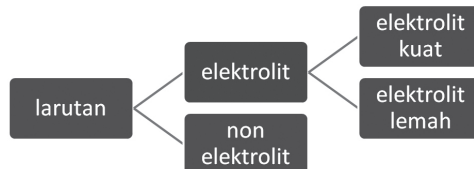
***Tipe Soal Penalaran & Logika***

***Jawaban: D***

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  dalam air akan terhidrolisis membentuk sistem koloid yang dapat mengadsorpsi partikel halus atau ion-ion di sekitarnya sehingga partikel koloid akan bermuatan.

BAB  
11LARUTAN ELEKTROLIT DAN  
NONELEKTROLIT

Berdasarkan daya hantar listrik larutan dibedakan menjadi:



## A. Larutan Elektrolit

Mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik? Menurut Arrhenius larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik karena mengandung ion-ion yang bergerak bebas. Ion-ion itulah yang menghantarkan listrik melalui larutan. Larutan elektrolit dibedakan menjadi dua yaitu elektrolit kuat dan elektrolit lemah.

## 1. Elektrolit Kuat

- terionisasi sempurna misal:  $\text{NaCl(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
- menghantarkan arus listrik,
- Jika diuji dengan alat pengujian daya hantar listrik: lampu menyala terang dan terdapat banyak gelembung gas.

Contoh :  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$

## 2. Elektrolit Lemah

- terionisasi sebagian, misal:  $\text{H}_2\text{S} \leftrightarrow 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$
- menghantarkan arus listrik
- Jika diuji dengan alat pengujian daya hantar listrik: lampu menyala redup atau padam dan terdapat sedikit gelembung gas.

Kekuatan elektrolit lemah ditentukan oleh derajat dissosiasinya yang dirumuskan:

$$\alpha = \frac{\text{Jumlah zat yang mengion}}{\text{Jumlah zat mula-mula}}; 0 < \alpha < 1$$

## B. Larutan Nonelektrolit

Menurut Arrhenius larutan nonelektrolit tidak dapat menghantarkan listrik. Hal itu disebabkan karena pada zat terlarut nonelektrolit dalam pelarut air tidak dapat terurai menjadi ion-ion. Adapun ciri-ciri dari larutan nonelektrolit adalah sebagai berikut:

1. tidak terionisasi,
2. tidak menghantarkan arus listrik, dan
3. jika diuji dengan alat penguji daya hantar listrik: lampu tidak menyala dan tidak terdapat gelembung gas.

Contoh:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  dan  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

## C. Elektrolit Senyawa Ion dan Senyawa Kovalen

Dalam teori Arrhenius larutan elektrolit dalam menghantarkan listrik dikarenakan adanya pergerakan ion-ion yang bebas di dalam larutan, sedangkan dalam sebagian zat lain tidak dapat menghantarkan listrik? Hal ini disebabkan oleh faktor jenis ikatan yang ada dalam senyawa elektrolit tersebut. Jenis ikatan dari senyawa diatas yaitu ikatan ion dan ikatan kovalen polar.

### 1. Senyawa Ion

Senyawa yang terdiri dari ion-ion yaitu kation dan anion. NaCl merupakan senyawa ion karena terdiri dari  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ . Namun, NaCl dalam larutan dan NaCl dalam padatan sifat hantaran listriknya berbeda. NaCl dalam larutan akan mengion sempurna menjadi kation dan anion sehingga dapat menghantarkan listrik, sedangkan pada NaCl padatan, ion-ion tersebut tidak dapat bergerak bebas.

### 2. Senyawa Kovalen

Senyawa kovalen dibedakan menjadi kovalen polar dan non polar. Senyawa HCl dan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  merupakan molekul yang bersifat polar. Jika molekul-molekul tersebut dilarutkan dalam air maka akan mengalami ionisasi, sehingga larutannya dapat menghantarkan listrik. Hal ini dikarenakan gaya tarik-menarik antar molekul tersebut dapat memutuskan ikatan dari senyawa tersebut. Sedangkan  $\text{CH}_4$  merupakan non polar.

#### Perbedaan Elektrolit Senyawa Ion, Kovalen Polar dan Kovalen Non Polar

Senyawa	Padatan	Lelehan	Larutan
Ion	Non konduktor	Konduktor	Konduktor
Kovalen Polar	Non konduktor	Non konduktor	Konduktor
Kovalen Nonpolar	Non konduktor	Non konduktor	Non konduktor

## Soal Bahas Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit

1. Berikut adalah data hasil percobaan daya hantar listrik beberapa larutan

Larutan	Nyala Lampu	Gelembung Gas
A	Terang	Ada
B	Tidak menyala	Tidak ada
C	Tidak menyala	Ada
D	Tidak menyala	Tidak ada
E	Meyala redup	Ada

Berdasarkan data di atas, yang merupakan larutan nonelektrolit terdapat pada larutan ....

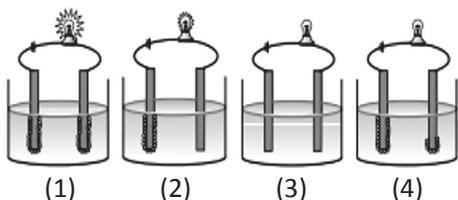
- A. A dan E                      D. A dan D  
 B. B dan C                      E. C dan E  
 C. B dan D

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Larutan nonelektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik tidak dapat menyalakan lampu dan tidak terdapat gelembung gas.

2. Perhatikan gambar pengujian daya hantar listrik beberapa larutan berikut!



Berdasarkan hasil pengujian, larutan yang bersifat elektrolit kuat dan nonelektrolit secara berturut-turut adalah ....

- A. (1) dan (2)                      D. (1) dan (3)  
 B. (2) dan (3)                      E. (2) dan (4)  
 C. (3) dan (4)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

- (1) Gambar 1 lampu menyala terang dan banyak gelembung = elektrolit kuat.  
 (2) Gambar 2 lampu menyala redup dan dihasilkan gelembung disalah satu elektrode = elktrolit lemah.  
 (3) Gembar 3 lampu tidak menyala dan tidak dihasilkan gelembung = larutan nonelektrolit.  
 (4) Gambar 4 lampu tidak menyala dan dihasilkan gelembung gas = elektrolit lemah.

3. Perhatikan beberapa larutan berikut!

- (1)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$                       2 M  
 (2)  $\text{Sr}(\text{OH})_2$                       2 M  
 (3)  $\text{K}_2\text{SO}_4$                       2 M  
 (4)  $\text{CO}(\text{NH})_2$                       1 M

Pasangan larutan yang diperkirakan memiliki daya hantar listrik sama kuat adalah ....

- A. (1) dan (3)                      D. (2) dan (4)  
 B. (1) dan (4)                      E. (3) dan (4)  
 C. (2) dan (3)

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

- 1)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  2M  $\rightarrow$  elektrolit lemah dan terionisasi sebagian  
 2)  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  2 M  $\rightarrow$  elektrolit kuat dan terionisasi sempurna.  

$$\text{Sr}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$$

$$2 \text{ M} \qquad 2 \text{ M} \qquad 4 \text{ M}$$
 3)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  2 M  $\rightarrow$  elektrolit kuat dan terionisasi sempurna.  

$$\text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2\text{K}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$$

$$2 \text{ M} \qquad 4 \text{ M} \qquad 2 \text{ M}$$
 4)  $\text{CO}(\text{NH})_2$  1 M  $\rightarrow$  zat nonelektrolit dan tidak terionisasi.

Pasangan larutan yang mempunyai jumlah ion sama diperkirakan memiliki daya hantar listrik sama.

4. Larutan NaCl dapat menghantarkan listrik sedangkan NaCl dalam bentuk padatan tidak dapat menghantarkan listrik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa ...
- Air menimbulkan perubahan pada kekuatan listrik
  - Arus listrik akan mengalir apabila ada air sebagai mediumnya
  - NaCl padat bila dilarutkan dalam air akan terionisasi menjadi ion-ion yang bergerak bebas
  - NaCl padat berikatan kovalen sedangkan larutan NaCl berikatan ion
  - Adanya air mengubah NaCl yang semula berikatan ion menjadi ikatan ion
5. Neli menguji daya hantar listrik suatu larutan diperoleh data sebagai berikut.
- Lampu tidak menyala.
  - Terdapat gelembung gas di salah satu elektrode.
  - Nilai derajat ionisasi 0,3.
- Larutan tersebut kemungkinan berupa larutan ...
- NaCl
  - $H_2SO_4$
  - $C_2H_5OH$
  - HCN
  - $CO(NH_2)_2$

***Tipe Soal Penalaran & Logika***

***Jawaban: D***

Larutan elektrolit lemah mempunyai ciri tidak menyalakan lampu dengan adanya sedikit gelembung atau nyala lampu redung dengan banyak gelembung dan mempunyai derajat ionisasi  $0 < \alpha < 1$ . NaCl senyawa garam dan  $H_2SO_4$  senyawa asam kuat merupakan elektrolit kuat,  $C_2H_5OH$  dan  $CO(NH_2)_2$  merupakan senyawa nonelektrolit. HCN asam lemah yang bersifat elektrolit lemah, sehingga senyawa yang mungkin adalah HCN.

***Tipe Soal Penalaran & Logika***

***Jawaban: C***

Ion-ion NaCl pada bentuk padatan tidak dapat bergerak bebas sehingga tidak dapat menghantarkan listrik sedangkan dalam Larutan NaCl ion-ionnya dapat bergerak bebas sehingga dapat menghantarkan listrik.

BAB  
12

## SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

## A. Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit

Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang hanya dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut di dalam larutan, dan tidak dipengaruhi oleh sifat dari zat terlarut. Sifat koligatif larutan meliputi:

1. Penurunan Tekanan Uap ( $\Delta P$ )

Francois Marie Raoult mempelajari hubungan antara tekanan uap dan konsentrasi zat terlarut menyatakan bahwa besarnya tekanan uap larutan sebanding dengan fraksi mol pelarut dan tekanan uap dari pelarut murninya.

$$P = X_p \cdot P^0$$

Terjadinya penurunan tekanan uap larutan disebabkan oleh adanya zat terlarut. Besarnya penurunan tekanan uap larutan merupakan selisih dari tekanan uap pelarut murni dengan tekanan uap larutan.

$$\Delta P = P^0 - P = X_t \cdot P^0$$

$P$  = tekanan uap larutan

$X_t$  = fraksi mol zat terlarut

$X_p$  = fraksi mol pelarut

$P^0$  = tekanan uap pelarut murni

2. Kenaikan Titik Didih ( $\Delta T_b$ )

Titik didih suatu larutan lebih tinggi atau rendah daripada titik didih pelarut, bergantung pada kemudahan zat terlarut itu menguap dibandingkan dengan pelarutnya. Jika zat terlarut tersebut tidak mudah menguap, misalnya larutan gula, larutan tersebut mendidih pada suhu yang lebih tinggi daripada titik didih pelarut air. Sebaliknya, jika zat terlarut itu mudah menguap misalnya etanol, larutan akan mendidih pada suhu di bawah titik didih air.

Hukum sifat koligatif dapat diterapkan dalam meramalkan titik didih larutan yang zat terlarutnya bukan elektrolit dan tidak mudah menguap.

$$\Delta T_b = m \cdot K_b = \frac{\text{massa}}{M_r} \cdot \frac{1.000}{p} \cdot K_b$$

$\Delta T_b$  = kenaikan titik didih molal

$K_b$  = tetapan kenaikan titik didih molal

$m$  = molalitas



### 3. Penurunan Titik Beku ( $\Delta T_f$ )

Penurunan titik beku adalah perbedaan titik beku akibat adanya partikel-partikel zat terlarut.

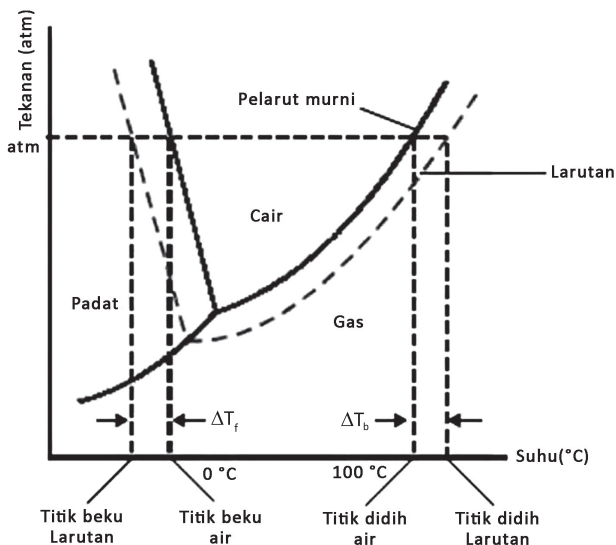
$$\Delta T_f = m \cdot K_f = \frac{\text{massa}}{M_r} \cdot \frac{1.000}{p} \cdot K_f$$

$\Delta T_f$  = penurunan titik beku

$K_f$  = tetapan penurunan titik beku molal

$m$  = molalitas

Perhatikan gambar berikut!



Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa adanya zat terlarut pada suatu larutan menyebabkan penurunan tekanan uap yang mengakibatkan terjadinya penurunan garis kesetimbangan antarfasa sehingga terjadi kenaikan titik didih dan penurunan titik beku.

### 4. Tekanan Osmotik ( $\pi$ )

Peristiwa Bergeraknya partikel (molekul atau ion) melalui dinding semipermeabel.

$$\pi = M \cdot R \cdot T$$

Dimana,

$\pi$  = tekanan osmotik (atm)

$M$  = konsentrasi (mol/L)

$R$  = tetapan gas ideal (0,082 L atm/K/mol)

$T$  = suhu (kelvin)

## B. Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

Sifat koligatif larutan elektrolit dipengaruhi oleh harga  $i$  (faktor van't Hoff).

$$i = 1 + (n - 1) \alpha$$

Dimana,

$n$  = jumlah ion yang dihasilkan dari setiap

satu satuan rumus kimia senyawa terlarut

$\alpha$  = derajat ionisasi

1. **PENURUNAN TEKANAN UAP ( $\Delta P$ )**

$$\Delta P = \frac{(n_t \cdot i)}{(n_t \cdot i) + n_p} \cdot p^0$$

2. **KENAIKAN TITIK DIDIH ( $\Delta T_b$ )**

$$\Delta T_b = m \cdot K_b \cdot i = \frac{\text{massa}}{M_r} \cdot \frac{1.000}{p} \cdot K_b \cdot i$$

3. **PENURUNAN TITIK BEKU ( $\Delta T_f$ )**

$$\Delta T_f = m \cdot K_f \cdot i = \frac{\text{massa}}{M_r} \cdot \frac{1.000}{p} \cdot K_f \cdot i$$

4. **TEKANAN OSMOTIK ( $\pi$ )**

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

## C. Penerapan Sifat Koligatif Larutan

1. **PENURUNAN TEKANAN UAP**

Laut mati adalah contoh dari terjadinya penurunan tekanan uap pelarut oleh zat terlarut yang tidak mudah menguap

2. **PENURUNAN TITIK BEKU**

- Pembuatan es putar cairan pendingin
- Antibeku pada radiator mobil
- Antibeku dalam tubuh hewan
- Antibeku untuk mencairkan salju
- Menentukan massa molekul relatif

3. **TEKANAN OSMOSIS**

- Mengontrol bentuk sel
- Mesin cuci darah
- Pengawetan makanan
- Membasmi lintah
- Penyerapan air oleh akar tanaman
- Desalinasi air laut melalui osmosis balik

4. **KENAIKAN TITIK DIDIH**

Pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi

### Soal Bahas Sifat Koligatif Larutan

1. Tekanan uap air jenuh pada suhu 30°C adalah 31,8 mmHg dan fraksi mol suatu zat dalam air adalah 0,056. Pada suhu 30°C, tekanan uap larutan adalah
- A. 1,78 mmHg      D. 30,02 mmHg  
B. 17,8 mmHg      E. 33,59 mmHg  
C. 28,30 mmHg

*Tipe Soal Aplikasi/Terapan*

**Jawaban: D**

$$X_t = 0,056$$

$$X_p = 1 - 0,056 = 0,944$$

$$P = X_p \times P^\circ$$

$$= 0,944 \times 31,8 \text{ mmHg}$$

$$= 30,02 \text{ mmHg}$$

Jadi, besarnya tekanan uap larutan pada suhu tersebut sebesar 30,02 mmHg.

2. Perhatikan gambar ilustrasi komposisi larutan berikut!



Larutan 1) Larutan 2)

Keterangan:

● = zat terlarut nonvolatil

Pernyataan yang benar mengenai kedua larutan tersebut adalah ....

- Larutan 1) hipotonis terhadap larutan 2)
- Tekanan osmotik larutan 1) < larutan 2)
- Tekanan uap larutan 1) < larutan 2)
- Titik didih larutan 1) < larutan 2)
- Titik beku larutan 1) > larutan 2)

**Tipe Soal Penalaran & Logika****Jawaban: C**

Semakin banyak jumlah zat terlarut nonvolatil, semakin tinggi titik didih dan tekanan osmotiknya tetapi semakin rendah titik beku dan tekanan uapnya. Dengan demikian, titik didih dan tekanan osmotik larutan 1) > larutan, titik beku dan tekanan uap larutan 1) < larutan 2). larutan 1) hipertonis terhadap larutan 2).

3. Salah satu contoh penerapan sifat koligatif larutan berupa penurunan tekanan uap larutan adalah ....
- Penggunaan garam dapur untuk mengawetkan makanan
  - Penggunaan garam untuk membunuh keong
  - Pembuatan air tawar dari air laut
  - Pembuatan kolam renang apung
  - Pembuatan minyak kayu putih

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman****Jawaban: D**

Contoh penerapan sifat koligatif larutan berupa penurunan tekanan uap larutan adalah pembuatan kolam renang apung. Opsi A dan B adalah penerapan sifat koligatif berupa tekanan osmotik. Opsi C merupakan penerapan sifat osmosis balik. Opsi E merupakan penerapan sifat kenaikan titik didih larutan.

4. Perhatikan tabel data larutan berikut!

Larutan	Konsentrasi	Titik Didih Larutan
Nonelektrolit	2 m	101,60°C
Elektrolit biner	2 m	102,40°C

Derajat ionisasi larutan elektrolit biner tersebut adalah ....

- 0,40
- 0,50
- 0,80
- 0,90
- 1,00

**Tipe Soal Penalaran & Logika****Jawaban: B**

Larutan nonelektrolit

$$T_b \text{ larutan} = T_b \text{ pelarut} + \Delta T_b$$

$$101,60 = 100 + \Delta T_b$$

$$\Delta T_b = 1,60^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_b = m \times K_b$$

$$1,60 = 2 \times K_b$$

$$K_b = 0,80$$

Larutan elektrolit biner ( $n = 2$ )

$$i = 1 + (n-1)\alpha = 1 + (2-1)\alpha = 1 + \alpha$$

$$\Delta T_b = m \times K_b \times i$$

$$2,40 = 2 \times 0,8 \times (1 + \alpha)$$

$$2,40 = 1,6 + 1,6\alpha$$

$$1,6\alpha = 0,8$$

$$\alpha = 0,50$$

5. Pernyataan yang benar mengenai larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  0,1 M dan larutan HCl 0,1 M adalah ....
- A. Larutan HCl isotonis dengan larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
  - B. Larutan HCl lebih cepat mendidih dibandingkan larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
  - C. Larutan HCl lebih mudah membeku dibandingkan larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
  - D. Larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  lebih mudah menguap dibandingkan larutan HCl
  - E. Tekanan osmotik larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  lebih besar dibandingkan larutan HCl

***Tipe Soal Penalaran & Logika***

***Jawaban: D***

Semakin besar konsentrasi maka titik didih dan tekanan osmotik semakin tinggi sedangkan titik beku dan tekanan uap semakin rendah. Dengan demikian:

- 1) Larutan HCl hipertoni terhadap larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .
- 2) Larutan HCl lebih sukar mendidih dibandingkan larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .
- 3) Larutan HCl lebih sukar membeku dibandingkan larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .
- 4) Larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  lebih mudah menguap dibandingkan larutan HCl.
- 5) Tekanan osmotik larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  lebih kecil dibandingkan larutan HCl.

BAB  
13

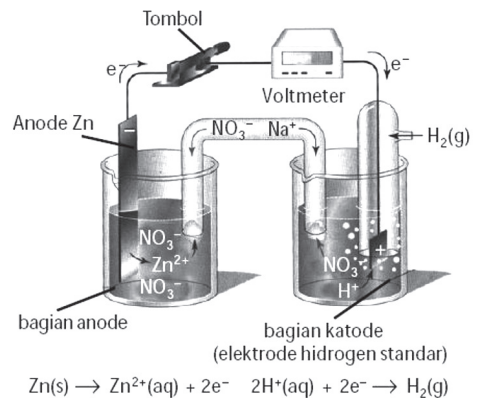
# SEL ELEKTROKIMIA

Sel elektrokimia dibedakan menjadi sel volta dan sel elektrolisis. Perbedaan kedua sel tersebut sebagai berikut.

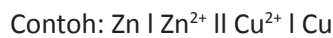
Sel Volta	Sel Elektrolisis
1. Terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik	1. Terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia
2. <b>Katode</b> (reduksi): elektrode (+) <b>Anode</b> (oksidasi): elektrode (-) <b>(KPAN)</b>	2. <b>Katode</b> (reduksi): elektrode (-) <b>Anode</b> (oksidasi): elektrode (+) <b>(KNAP)</b>
3. Contoh: batu baterai, sel aki	3. Contoh: pelapisan logam

## A. Sel Volta

Sel volta merupakan sel elektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Suatu sel volta terdiri dari dua buah elektrode, larutan elektrolit, jembatan garam, kabel penghubung, dan voltmeter. Perhatikan susunan sel volta di samping!



### 1. NOTASI SEL

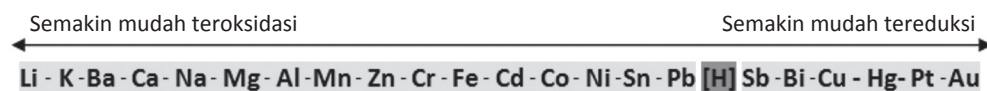


### 2. POTENSIAL SEL

$$E_{\text{sel}} = E_{\text{reduksi}}^{\circ} - E_{\text{oksidasi}}^{\circ} = E_{\text{katode}}^{\circ} - E_{\text{anode}}^{\circ}$$

### 3. DERET VOLTA

Deret Volta merupakan urutan logam berdasarkan harga potensial selnya.



Logam yang disebelah kiri mampu mendesak logam di sebelah kanannya. Semakin ke kiri semakin reaktif dan semakin mudah mengalami oksidasi.

## B. Sel Elektrolisis

Elektrolisis adalah penguraian suatu elektrolit oleh adanya arus listrik. Pada sel elektrolisis terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia.

### 1. Reaksi Elektrolisis

REAKSI PADA KATODE (reduksi terhadap kation)	REAKSI PADA ANODE (oksidasi pada anode)
a. Ion-ion IA, IIA, $Al^{3+}$ , $Mn^{2+}$ $2H_2O + 2e \rightarrow 2OH^- + H_2$	a. Ion-ion $SO_4^{2-}$ , $NO_3^-$ $2H_2O \rightarrow 4H^+ + 4e + O_2$
b. Ion-ion logam lain $M^{n+} + ne \rightarrow M$	b. Ion-ion $F^-$ , $Cl^-$ , $Br^-$ , $I^-$ $2X^- \rightarrow X_2 + 2e$
c. Ion $H^+$ (asam) $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$	c. Ion $OH^-$ (basa) $4OH^- \rightarrow 2H_2O + 4e + O_2$
d. Ion-ion nomor (1) mengalami reaksi nomor (2) jika yang dielektrolisis adalah lelehan/leburan/cairannya	d. Pada pelapisan/penyepuhan logam, yang digunakan sebagai anode adalah logam pelapis

### 2. Hukum Faraday

Berdasarkan hasil eksperimennya, **Michael Faraday** merumuskan beberapa kaidah dalam perhitungan elektrolisis, yaitu:

- Massa zat yang dihasilkan dalam elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah listrik yang digunakan.
- Massa zat yang dihasilkan dalam elektrolisis berbanding lurus dengan massa ekuivalen zat tersebut.

$$F = \frac{q}{96.500} = \frac{i \cdot t}{96.500}$$

F = jumlah listrik (faraday)

q = muatan (coulomb)

i = kuat arus (ampere)

t = waktu (sekon)

$$1 F = 1 \text{ mol elektron} = 96.500 C$$

Jumlah zat yang terbentuk dalam katode maupun anode:

$$w = F \times ME$$

$$w = \frac{i \cdot t}{96.500} \times ME$$

$$ME = \frac{A_r}{n}$$

w = massa zat yang dibebaskan (gram)

F = jumlah listrik (faraday)

ME = massa ekuivalen

$A_r$  = massa atom relatif

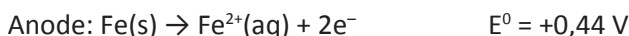
n = perubahan biloks

Untuk dua hasil elektrolisis dengan arus yang sama, berlaku persamaan:

$$\frac{w_1}{ME_1} = \frac{w_2}{ME_2}$$

## C. Korosi

Peristiwa korosi merupakan proses elektrokimia, yaitu proses reaksi kimia yang melibatkan adanya aliran listrik. Bagian tertentu dari besi berlaku sebagai kutub negatif (elektrode negatif/anode), sementara bagian yang lain sebagai kutub positif (elektrode positif/katode). Elektron mengalir dari anode ke katode, sehingga terjadilah peristiwa korosi. Berikut adalah contoh persamaan reaksi redoks yang terjadi pada besi:



Berdasarkan persamaan di atas, senyawa yang mempengaruhi terjadinya korosi adalah oksigen ( $\text{O}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Dalam hal ini logam (besi) teroksidasi oleh oksigen menjadi  $\text{Fe}^{2+}$ .

### Cara pencegahan korosi:

#### 1. Perlindungan katode (pengorbanan anode)

Pada cara ini besi dilapisi atau dihubungkan dengan logam yang lebih aktif untuk terjadi proses elektrokimia, dimana besi bertindak sebagai katode. Besi di sini hanya sebagai tempat terjadinya reaksi reduksi oksigen (dilindungi), sedangkan logam lain yang lebih aktif dioksidasi oleh oksigen (dikorbankan). Besi akan terlindungi selama anode (logam yang lebih aktif masih ada). Untuk perlindungan jaringan pipa di bawah tanah biasanya digunakan logam Mg dan harus dicek secara berkala.

#### 2. Membuat alloy (perpaduan logam tahan karat)

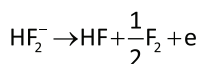
Besi dicampur dengan logam Ni dan Cr menjadi baja stainless (72% Fe, 19% Cr, 9% Ni).

#### 3. Melindungi dari kontak langsung dengan air dan atau oksigen

Logam dilindungi dengan melapisi plastik, oli, pengecatan atau melapisi dengan logam lain yang lebih tahan terhadap korosi seperti seng dan krom.

## Soal Bahas Sel Elektrokimia

1. Fluorin dapat diperoleh dari elektrolisis  $\text{KHF}_2$  sesuai persamaan reaksi berikut.

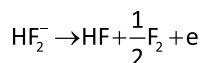


Untuk menghasilkan gas fluorin sebanyak 5,6 L (STP), muatan listrik yang diperlukan sebesar ....  
( $1\text{F} = 96.500 \text{ Cmol}^{-1}$ )

- A. 96.500                      D. 9.650  
B. 48.250                      E. 4.825  
C. 19.300

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**



$$n_{\text{F}_2} = \frac{V_{\text{F}_2}}{22,4} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ mol}$$

$$n_{\text{e}} = 2 \cdot n_{\text{F}_2} = 2 \cdot 0,25 \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}$$

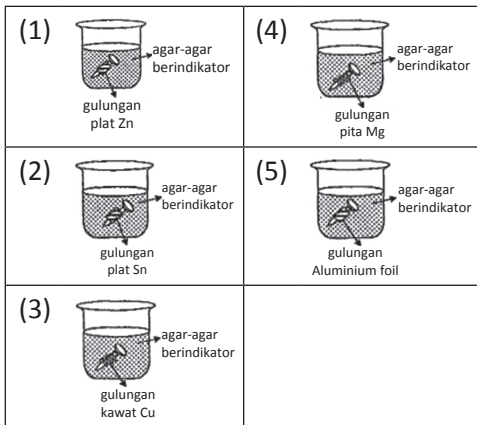
$$F = n_{\text{e}} = 0,5 \text{ F}$$

$$F = \frac{q}{96500}$$

$$0,5 = \frac{q}{96500}$$

$$q = 48250$$

2. Perhatikan gambar percobaan korosi paku besi (Fe) berikut!



Paku yang paling lambat mengalami korosi terjadi pada gambar ....

- A. (1)                      D. (4)  
 B. (2)                      E. (5)  
 C. (3)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

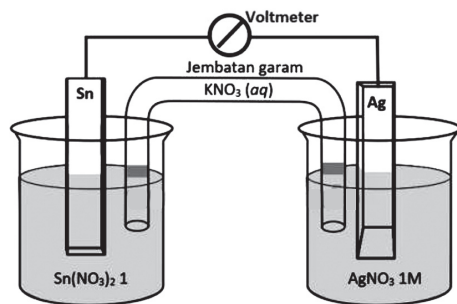
Paku yang dihubungkan dengan logam lain akan membentuk sel elektrokimia. Logam yang memiliki harga  $E^\circ$  lebih kecil akan mudah teroksidasi. Semakin kecil harga  $E^\circ$ -nya maka semakin mudah teroksidasi logam tersebut sehingga besi semakin lambat mengalami korosi.

- (1) Percobaan (1)  
 Logam Zn akan teroksidasi karena  $E^\circ$  Zn ( $-0,76$  V) lebih kecil daripada  $E^\circ$  besi ( $-0,44$  V). Besi terlindungi dari korosi.
- (2) Percobaan (2)  
 Logam besi akan teroksidasi karena  $E^\circ$  Fe ( $-0,44$  V) lebih kecil daripada  $E^\circ$  Zn ( $-0,14$  V). Besi mengalami korosi.
- (3) Percobaan (3)  
 Logam besi akan teroksidasi karena  $E^\circ$  Fe ( $-0,44$  V) lebih kecil daripada  $E^\circ$  Cu ( $+0,34$  V). Besi mengalami korosi.

- (4) Percobaan (4)  
 Logam Zn akan teroksidasi karena  $E^\circ$  Mg ( $-2,37$  V) lebih kecil daripada  $E^\circ$  besi ( $-0,44$  V). Besi terlindungi dari korosi.
- (5) Percobaan (5)  
 Logam Al akan teroksidasi karena  $E^\circ$  Zn ( $-1,66$  V) lebih kecil daripada  $E^\circ$  besi ( $-0,44$  V). Besi terlindungi dari korosi.

Jadi, besi yang paling lambat mengalami korosi ditunjukkan oleh percobaan (4).

3. Perhatikan rangkaian sel Volta berikut!



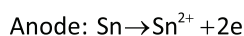
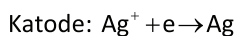
Notasi sel yang tepat untuk sel Volta di atas adalah ....

- A.  $\text{Sn}|\text{Sn}^{2+}||\text{Ag}^+|\text{Ag}$     D.  $\text{Ag}|\text{Ag}^+||\text{Sn}^{2+}|\text{Sn}$   
 B.  $\text{Sn}|\text{Sn}^{2+}||\text{Ag}|\text{Ag}^+$     E.  $\text{Ag}^+|\text{Ag}||\text{Sn}^{2+}|\text{Sn}$   
 C.  $\text{Sn}^{2+}|\text{Sn}||\text{Ag}|\text{Ag}^+$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

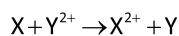
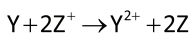
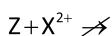
**Jawaban: A**

Dalam deret Volta, logam Sn berada disebelah kiri logam Ag. Hal ini berarti logam Sn lebih reaktif dibandingkan logam Ag sehingga Sn akan mereduksi Ag. Dengan demikian, logam Sn akan bertindak sebagai anode sedangkan logam Ag bertindak sebagai katode. Reaksinya sebagai berikut.





4. Logam X, Y, dan Z menunjukkan reaksi berikut.



Urutan ketiga logam tersebut sesuai dengan potensial reduksi yang meningkat yaitu ....

- A. Z, Y, dan X      D. Y, X, dan Z  
B. X, Y, dan Z      E. Z, X, dan Y  
C. X, Z, dan Y

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Semakin kecil harga potensial reduksinya, semakin mudah logam tersebut mereduksi zat lain.

- 1)  $Z + X^{2+} \not\rightarrow$   
Logam Z tidak dapat mereduksi ion  $X^{2+}$ . Hal ini menunjukkan bahwa logam Z memiliki potensial reduksi lebih besar daripada logam X.
- 2)  $Y + 2Z^+ \rightarrow Y^{2+} + 2Z$   
Logam Y dapat mereduksi ion  $Z^+$ . Hal ini menunjukkan bahwa logam Y memiliki potensial reduksi lebih kecil daripada logam Z.
- 3)  $X + Y^{2+} \rightarrow X^{2+} + Y$   
Logam X dapat mereduksi ion  $Y^{2+}$ . Hal ini menunjukkan bahwa logam X memiliki potensial reduksi lebih kecil daripada logam Y.

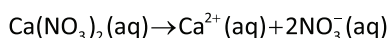
Urutan ketiga logam dari yang memiliki potensial reduksi paling rendah yaitu X, Y, dan Z.

5. Pernyataan yang benar mengenai reaksi elektrolisis larutan  $Ca(NO_3)_2$  0,1 M adalah ....

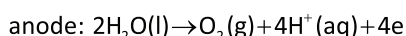
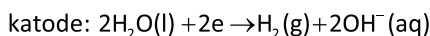
- A. Di anode dihasilkan gas NO  
B. Larutan di katode bersifat basa  
C. Di katode dihasilkan logam kalsium  
D. Warna larutan di anode adalah cokelat  
E. Larutan di anode jika ditetesi indikator PP akan menjadi berwarna merah mudah

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**



Ion  $Ca^{2+}$  merupakan ion logam aktif sehingga di katode akan terjadi reduksi air. Ion  $NO_3^-$  merupakan sisa asam oksida sehingga di anode akan terjadi oksidasi air.



dengan demikian, pernyataan yang benar sebagai berikut.

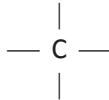
- (1) Di anode dihasilkan  $H_2$ .  
(2) Larutan di katode bersifat basa.  
(3) Di katode dihasilkan gas  $H_2$  dan ion  $OH^-$ .  
(4) Warna larutan di anode adalah jernih.  
(5) Larutan di anode jika ditetesi indikator PP akan tetap jernih.

BAB  
14

## KIMIA ORGANIK

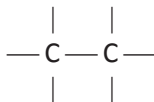
## A. Keunikan Atom Karbon

1. Atom karbon mempunyai elektron valensi empat. Elektron valensi itu digambarkan sebagai tangan ikatan pada atom C sehingga atom C mempunyai 4 tangan untuk berikatan dengan atom lain membentuk sebuah ikatan kovalen.



2. Atom karbon dapat membentuk berbagai variasi bentuk dari suatu senyawa.
- a. Berdasarkan jumlah ikatan

- 1) Ikatan tunggal



- 2) Ikatan rangkap dua

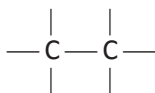


- 3) Ikatan rangkap tiga

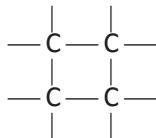


- b. Berdasarkan bentuk rantainya

- 1) Rantai terbuka (alifatik)

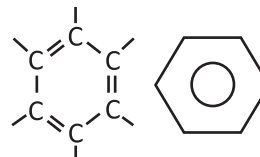


- 2) Rantai tertutup (siklis)



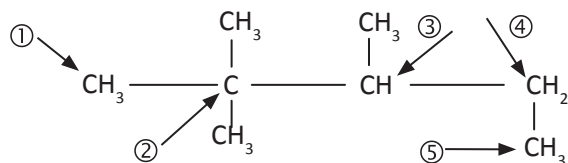
- 3) Aromatik

Mempunyai rantai tertutup membentuk cincin benzena berupa hidrokarbon tak jenuh.



- c. Berdasarkan posisi atom karbon dalam rantai karbon

- 1) Atom karbon primer: atom karbon yang mengikat 1 atom karbon lain
- 2) Atom karbon sekunder: atom karbon yang mengikat 2 atom karbon lain
- 3) Atom karbon tersier: atom karbon yang mengikat 3 atom karbon lain
- 4) Atom karbon kuartener: atom karbon yang mengikat 4 atom karbon lain



Atom karbon (1) dan (5) atom karbon primer

Atom karbon (2) atom karbon kuartener

Atom karbon (3) atom karbon tersier

Atom karbon (4) atom karbon sekunder

## B. Hidrokarbon

Hidrokarbon adalah senyawa karbon yang tersusun dari atom karbon dan atom hidrogen. Kelompok-kelompok hidrokarbon di kelompokkan menjadi dua macam berdasarkan ikatannya yaitu hidrokarbon jenuh (ikatan tunggal) dan tak jenuh (rangkap dua atau rangkap tiga)

### 1. Alkana

Senyawa hidrokarbon yang mempunyai rumus  $C_nH_{2n+2}$ . Hidrokarbon yang hanya mempunyai ikatan tunggal. Rumus molekul dari senyawa alkana:

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| a. Metana : $CH_4$    | d. Butana : $C_4H_{10}$  |
| b. Etana : $C_2H_6$   | e. Pentana : $C_5H_{12}$ |
| c. Propana : $C_3H_8$ | f. Heksana : $C_6H_{14}$ |

Dan seterusnya sesuai dengan rumus umum alkana

#### Tata Nama Alkana

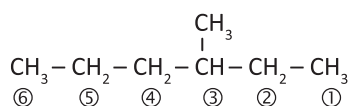
- a. Untuk rantai karbon tidak bercabang

Penamaan sesuai dengan jumlah atom C yang dimiliki dan diberi awalan n (n = normal)

n	Rumus	Nama	n	Rumus	Nama
1.	$CH_4$	metana	6.	$C_6H_{14}$	heksana
2.	$C_2H_6$	etana	7.	$C_7H_{16}$	heptana
3.	$C_3H_8$	propana	8.	$C_8H_{18}$	oktana
4.	$C_4H_{10}$	butana	9.	$C_9H_{20}$	nonana
5.	$C_5H_{12}$	pentana	10.	$C_{10}H_{22}$	dekana

- b. Untuk rantai karbon bercabang

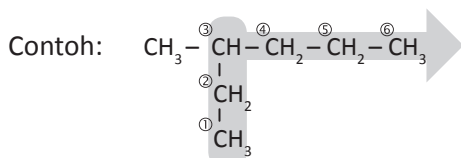
- 1) Menentukan rantai induk terlebih dahulu, yaitu rantai karbon terpanjang. Beri nomor pada rantai induk sehingga cabang mempunyai nomor sekecil mungkin.



- 2) Rantai induk diberi nama alkana sesuai dengan jumlah atom C yang dimiliki oleh rantai induk.

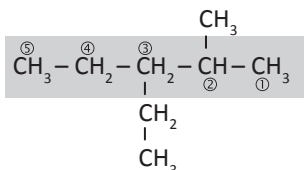
- 3) Cabang merupakan gugus alkil (dengan rumus umum  $C_nH_{2n+1}$ ) dan diberi nama alkil sesuai jumlah atom C dalam cabang tersebut.

n	$-C_nH_{2n+1}$	Rumus struktur sederhana	Nama alkil
1.	$-CH_3$	$-CH_3$	Metil
2.	$-C_2H_5$	$-CH_2-CH_3$	Etil
3.	$-C_3H_7$	$-CH_2-CH_2-CH_3$	Propil
4.	$-C_4H_9$	$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	Butil



Rantai induk heksana terdapat alkil metil di nomor 3, maka penamaannya adalah 3 – metil – heksana

- 4) Jika terdapat lebih dari satu alkil, nama-nama alkil disusun menurut abjad.

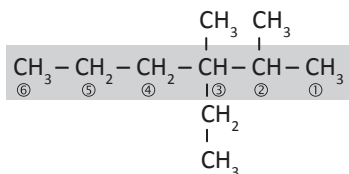


Maka penamaannya adalah 3 – etil – 2 – metilpentana

Rantai induknya = pentana

Terdapat dua alkil yaitu metil pada nomor 2 dan etil pada nomor 3

- 5) Jika terdapat lebih dari 1 alkil sejenis
- Jika terdapat 2 gugus alkil dengan nomor yang sama, maka nomor tersebut harus diulang.
  - Beri awalan di, tri, tetra dan seterusnya pada nama gugus alkil sesuai jumlahnya.



Maka penamaannya adalah 3 – etil – 2,3 dimetil heksana

Rantai induk = heksana

Gugus alkil = metil pada nomor 2 dan 3, sedangkan etil pada nomor 3

- 6) Untuk penomoran rantai karbon yang mengandung banyak cabang :
- Jika penomoran ekuivalen dari kedua ujung rantai, maka pilih rantai yang mengandung banyak cabang.
  - Gugus alkil dengan jumlah atom C lebih banyak diberi nomor yang lebih kecil.

### Sifat-sifat Alkana

- Pada suhu biasa, metana, etana, propana dan butana berwujud gas, pentana sampai heptadekana berwujud cair. Untuk oktadekana sampai seterusnya berwujud padat.
- Alkana tidak larut dalam air, larut dalam benzena, klorotetrafluorida.
- Semakin besar Mr maka semakin besar titik didih dan titik lelehnya (jika alkana tanpa cabang, sedangkan semakin banyak cabang maka titik didihnya semakin rendah).

## 2. Alkena

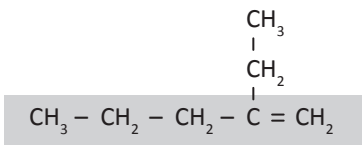
Senyawa hidrokarbon yang mempunyai rumus  $C_nH_{2n}$ . Hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap dua (  $-C=C-$  ). Rumus molekul dari senyawa alkana:

- a. Etena :  $C_2H_4$
- b. Propena :  $C_3H_6$
- c. Butena :  $C_4H_8$
- d. Pentena :  $C_5H_{10}$
- e. Heksena :  $C_6H_{12}$

Dan seterusnya sesuai dengan rumus umum alkena

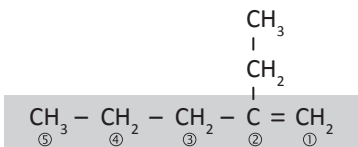
### Tata Nama Alkena

- a. Rantai induk adalah rantai karbon terpanjang yang mengandung ikatan rangkap  $C=C$ . Penamaan rantai induk sesuai dengan tata nama alkana, namun hanya diakhiri dengan -ena.



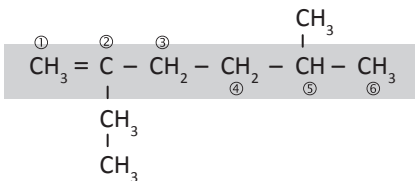
Rantai induknya adalah pentena.

- b. Rantai induk diberi nomor dengan urutan atom C ikatan rangkap di beri nomor yang paling kecil.



Penomorannya: ikatan rangkap dua pada nomor terkecil yaitu di nomor satu

- c. Ketentuan lain sama dengan tata nama alkana



2 - etil - 5 - metil - 1 - heksena

### Sifat-sifat Alkena

Sifat fisis alkena mirip dengan alkana. Alkena tidak larut dalam air, tetapi mengambang di atas air. Alkena dengan massa molekul rendah berwujud gas pada suhu ruang, sedangkan alkena yang lain berbentuk cair atau padatan.

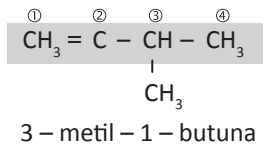
## 3. Alkuna

Senyawa hidrokarbon yang mempunyai rumus  $C_nH_{2n-2}$ . Hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap tiga.

Nama	Rumus molekul	Rumus struktur
Etuna	$C_2H_2$	$\text{CH} \equiv \text{CH}$
Propuna	$C_3H_4$	$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
1-Butuna	$C_4H_6$	$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

### Tata Nama Alkuna

- Rantai induk adalah rantai karbon terpanjang yang mengandung ikatan rangkap tiga  $C \equiv C$ . Nama rantai induk berasal dari nama alkana dengan akhiran -ana diganti -una.
- Rantai induk diberi nomor dengan ketentuan atom C yang memiliki ikatan rangkap tiga diberi nomor yang terkecil.  
 $C - C - C - C \equiv C$   
 Sehingga nama senyawa di atas adalah 1 - pentuna
- Ketentuan lain sama dengan tata nama alkana



### Sifat-sifat Alkuna

Titik didih alkuna mirip dengan alkena dan alkana. Hal itu disebabkan alkuna bersifat non-polar, mempunyai gaya antar-molekul yang lemah dan memiliki massa molekul yang hampir sama dengan alkana dan alkena.

## C. Gugus Fungsi

Gugus fungsi adalah atom atau gugus atom yang menjadi ciri khas suatu deret homolog. Setiap senyawa karbon yang mempunyai gugus fungsi berbeda akan mempunyai sifat yang berbeda pula.

### Rumus Struktur Gugus Fungsi Senyawa Turunan Alkana

No.	Golongan	Rumus Struktur	Gugus Fungsi	Contoh Senyawa	Nama Senyawa
1.	Haloalkana	$R - X$	$-X$	$CH_3 - Cl$	Klorometana (metilklorida)
2.	Alkohol (Alkanol)	$R - OH$	$-OH$	$CH_3 - OH$	Metanol (metil alkohol)
3.	Eter (Alkasialkana)	$R - O - R'$	$-O-$	$CH_3 - O - CH_3$	Metoksi metana (dimetil eter)
4.	Aldehid (Alkanal)	$R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - H$	$-\overset{\text{O}}{\parallel} C - H$	$CH_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} C - H$	Etanal (asetaldehida)
5.	Keton (Alkanon)	$R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - R'$	$-\overset{\text{O}}{\parallel} C - R'$	$CH_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} C - CH_3$	Propanon (dimetil keton)
6.	Asam Karboksilat (Asam Alkanoat)	$R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - OH$	$-\overset{\text{O}}{\parallel} C - OH$	$CH_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} C - OH$	Asam etanoat (asam asetat)
7.	Ester (Alkil Alkanoat)	$R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - OR'$	$-\overset{\text{O}}{\parallel} C - OR'$	$CH_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} C - OCH_3$	Metil etanoat (metil asetat)

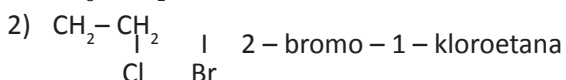
### 1. Tata Nama Haloalkana

Tata nama haloalkana dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

a. IUPAC

- 1) Menentukan rantai induk yang mengandung atom halogen.
- 2) Penomoran diurutkan pada posisi atom halogen yang mempunyai kereaktifan paling besar yaitu ( F, Cl, Br, I).
- 3) Gugus alkil selain rantai induk dan atom halogen sebagai cabang.

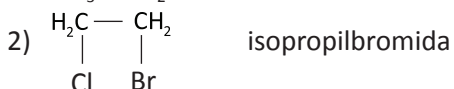
Contoh:



b. Tata Nama Trivial (lazim)

Contoh lazim monohaloalkana adalah alkil halida.

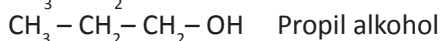
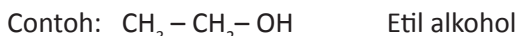
Contoh:



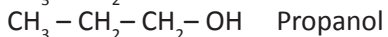
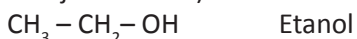
### 2. Tata Nama Alkohol

Ada dua cara penamaan alkohol :

a. Trivial, yaitu dimulai dengan menyebut nama gugus alkil yang terikat gugus -OH kemudian diikuti kata alkohol.



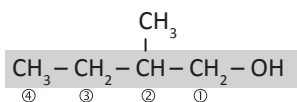
b. IUPAC, yaitu dengan mengganti akhiran *a* pada alkana dengan akhiran *ol* (alkana menjadi alkanol). Contoh:



c. Urutan penamaan senyawa alkohol

- 1) Menentukan rantai induk yaitu rantai terpanjang yang memiliki gugus -OH.
- 2) Memberi nomor pada rantai induk yang dimulai dari salah satu ujung rantai, sehingga posisi gugus -OH mendapat nomor terkecil.

Contoh:



2 - metil - butanol

### 3. Tata Nama Eter

Eter atau alkoksi alkana merupakan turunan alkana yang mempunyai rumus molekul sama dengan alkohol tetapi rumus strukturnya berbeda. Eter mempunyai gugus fungsi  $-O-$  yang terikat pada dua gugus alkil. Rumus umum senyawa eter adalah  $C_nH_{2n+2}O$ .

Ada dua cara pemberian nama eter yaitu:

- Penamaan secara trivial dimulai dengan menyebutkan nama alkil yang terikat pada gugus  $-O-$  kemudian diikuti oleh kata eter.
- Penamaan berdasarkan IUPAC, dengan mengganti akhiran *ana* pada alkana asal dengan akhiran *oksi*.

#### Contoh Tata Nama Senyawa Eter

No	Rumus Struktur	Tata Nama	
		IUPAC	Trivial
1.	$CH_3-O-CH_3$	Metoksi metana	Metil – metil eter atau dimetil eter
2.	$C_2H_5-O-C_2H_5$	Etoksi etana	Etil – etil eter atau dietil eter
3.	$CH_3-O-C_2H_5$	Metoksi etana	Etil – metil eter

### 4. Tata Nama Aldehid

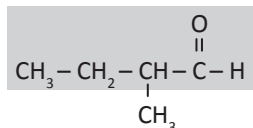
Aldehid atau alkanal adalah senyawa turunan alkana dengan gugus fungsi  $-C(=O)-H$ . Rumus umum senyawa aldehid adalah  $C_nH_{2n}O$ .

- IUPAC

Aldehid sebagai turunan alkana diturunkan dari nama alkana dengan mengganti akhiran *a* dengan *al*.

Tata nama senyawa aldehid dengan rantai cabang sama seperti tata nama alkohol, tetapi posisi gugus fungsi  $-CHO$  tidak perlu dinyatakan karena selalu menjadi atom karbon nomor satu.

Contoh:



2 – metil – butanal

- Trivial

Contoh penamaan aldehid secara trivial seperti tabel di bawah ini

No.	Rumus Struktur	Nama Lazim (Trivial)
1.	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Formaldehida
2.	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Asetaldehida
3.	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Propionaldehida
4.	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Butiraldehida



## 5. Tata Nama Keton

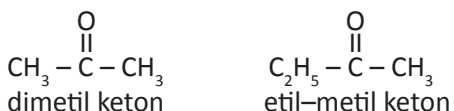
Keton memiliki rumus mirip dengan aldehyd, hanya dengan mengganti satu atom H yang terikat pada gugus karbonil dengan gugus alkil. Rumus senyawa keton adalah  $C_nH_{2n}O$ .

Ada dua macam penamaan alkanon (keton), yaitu:

### a. Trivial

Menyebutkan gugus alkil yang terikat pada atom C gugus karbonil kemudian diikuti kata keton. Penyebutan alkil mengikuti urutan abjad.

Contoh:



### b. IUPAC

1) Menentukan rantai induk, yaitu rantai atom C terpanjang yang mengandung



2) Memberi nomor dari salah satu ujung sehingga atom C pada gugus karbonil mendapat nomor terkecil

3) Urutan penamaan:

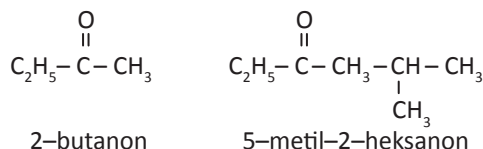
a) Nomor cabang

c) Nomor atom C gugus karbonil

b) Nama cabang

d) Nama rantai induk (alkanon)

Contoh:



## 6. Tata Nama Asam Karboksilat

Asam karboksilat merupakan senyawa asam dengan gugus fungsi karboksil ( $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ ). Rumus umum senyawa asam karboksilat  $C_nH_{2n}O_2$ .

Ada dua cara pemberian nama pada asam karboksilat, yaitu :

### a. Trivial

Nama trivial asam karboksilat biasanya didasarkan pada nama sumbernya bukan berdasarkan strukturnya.

Contoh penamaan asam karboksilat trivial

Rumus Struktur	Nama Lazim (Trivial)	Sumber/Asal Mula
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$	Asam formiat atau asam semut	Ditemukan pada semut <i>Formica Rufa</i>
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{H} \end{array}$	Asam butirat	Butirat terdapat dalam mentega ( <i>butter</i> )
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{H} \end{array}$	Asam valerat	Ditemukan pada akar tanaman <i>valere</i>

b. IUPAC

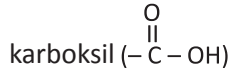
Nama asam alkanoat diturunkan dari nama alkana yang sesuai dengan mengganti akhiran *a* menjadi *oat* dan diawali kata asam. Contoh:

Metana → asam metanoat

Etana → asam etanoat

Cara penamaan asam alkanoat adalah:

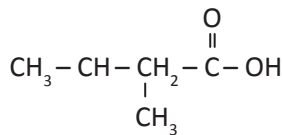
- 1) Menentukan rantai induk, yaitu rantai C terpanjang yang mengandung gugus



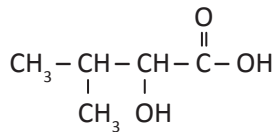
- 2) Penomoran dimulai dari atom C gugus fungsi (atom C gugus  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$  selalu nomor 1

- 3) Urutan penamaan:

Asam (nomor cabang) – (nama cabang) (alkanoat)



Asam 3 – metil butanoat



Asam 2 – hidroksi –3–metil butanoat

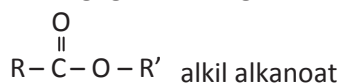
## 7. Tata Nama Ester

Ester atau alkil alkanoat merupakan senyawa karbon turunan asam karboksilat. Ester

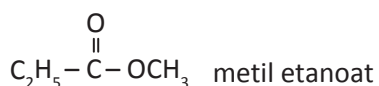
mempunyai rumus struktur :  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \end{array}$ . Rumus umum senyawa ini adalah  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ . Essens terbuat dari senyawa ester yang aromanya bermacam-macam tergantung ester penyusunnya. Beberapa ester dan aroma karakteristiknya.

Ester	Aroma Karakteristik
Etil formiat	Rum
n-pentil asetat	Pisang
Isopentil asetat	Buah Pir
n-oktil asetat	Jeruk manis
Metil butirat	Apel
Etil butirat	Nanas
n-propil butirat	Apricot

Ester mempunyai nama IUPAC alkil alkanoat. Tata nama ester hampir sama dengan tata nama asam karboksilat, tetapi nama asam diganti dengan nama alkil dari R' karena atom H dari gugus –OH diganti dengan gugus alkil.



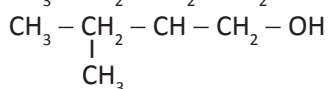
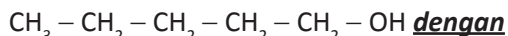
Contoh:



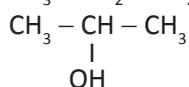
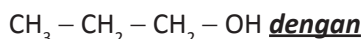
Keisomeran dibedakan menjadi dua yaitu keisomeran struktur dan keisomeran ruang:

1. Keisomeran struktur dibedakan menjadi tiga yaitu:

a. **Isomer kerangka:** senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul dan gugus fungsi yang sama tetapi strukturnya berbeda. Contoh:



b. **Isomer posisi:** senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul, gugus fungsi dan strukturnya sama tetapi berbeda letak (posisi) gugus fungsinya. Contoh:



c. **Isomer fungsi:** senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi berbeda gugus fungsinya.

- 1) Alkohol dengan eter.
- 2) Aldehid dengan keton.
- 3) Asam karboksilat dengan ester.

2. Keisomeran ruang dibedakan menjadi dua yaitu:

a. **Isomer geometri:** senyawa yang molekulnya mempunyai bagian yang kaku, seperti ikatan rangkap. Keisomeran geometri mempunyai dua bentuk yang ditandai dengan **cis** dan **trans**.

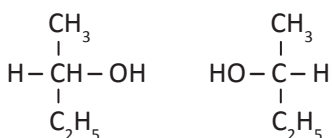
Cis adalah gugus sejenis terletak pada sisi yang sama.

Trans adalah gugus sejenis terletak berseberangan.

Contoh: Keisomeran antara cis – 2 – butena dengan trans – 2- butena

b. **Isomer optis:** senyawa-senyawa yang dapat memutarakan bidang polarisasi. Keisomeran optik terjadi karena adanya atom C asimetrik yaitu atom C yang terikat pada 4 gugus yang berbeda.

Contoh: 2 – butanol mempunyai 1 atom C asimetrik.



## F. Reaksi Senyawa Organik

### 1. Reaksi Senyawa Karbon

- a. **Substitusi:** pada reaksi substitusi ini, atom atau gugus atom yang terdapat dalam suatu molekul digantikan oleh atom atau gugus atom lain.  
Contoh: Halogenasi hidrokarbon:  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
- b. **Adisi:** reaksi adisi terjadi pada senyawa yang mempunyai ikatan rangkap dua atau rangkap tiga. Reaksi adisi adalah pemutusan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal.  
Contoh:  $(\text{CH}_3)_2\text{C} = \text{CHCH}_3 + \text{HCl} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CCl} - \text{CHHCH}_3$
- c. **Eliminasi:** pembentukan ikatan rangkap, kebalikan dari adisi.  
Contoh:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

### 2. Reaksi-Reaksi Alkohol

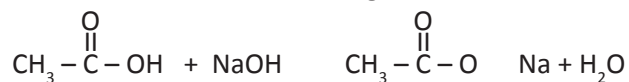
- a. Reaksi dengan logam aktif  
Atom H dari gugus  $-\text{OH}$  dapat disubstitusi oleh logam aktif seperti natrium dan kalium membentuk alkoksida dan gas hidrogen. Reaksi ini menunjukkan bahwa alkohol bersifat asam lemah.  
 $2\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5-\text{ONa} + \text{H}_2$
- b. Substitusi gugus  $-\text{OH}$  oleh halogen  
Gugus OH alkohol dapat disubstitusi oleh atom halogen bila direaksikan dengan HX pekat,  $\text{PX}_3$  atau  $\text{PX}_5$  ( $X = \text{halogen}$ ).  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
- c. Oksidasi alkohol  
Alkohol primer dioksidasi membentuk aldehid. Aldehid teroksidasi membentuk asam karboksilat. Alkohol sekunder dioksidasi membentuk keton, sedangkan alkohol tersier tidak teroksidasi.
- 1)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3 - \text{COH} + \text{H}_2\text{O}$   
Etanol etanal
- 2)  $\text{CH}_3 - \text{COH} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3\text{COOH}$   
Etanal asam karboksilat
- d. Pembentukan ester  
Alkohol bereaksi dengan asam karboksilat membentuk ester dan air  
 $\text{R} - \text{OH} + \text{R} - \text{COOH} \rightarrow \text{R} - \text{COOR}' + \text{H}_2\text{O}$   
Alkohol asam karboksilat ester air
- e. Dehidrasi alkohol  
Pada pemanasan suhu  $130^\circ\text{C}$  akan menghasilkan eter, sedangkan pemanasan pada suhu  $180^\circ\text{C}$  akan menghasilkan alkena.  
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
n- propanol 1 - propena



## 6. Reaksi-Reaksi Asam Karboksilat

- a. Reaksi penetralan

Asam karboksilat bereaksi dengan basa membentuk garam dan air

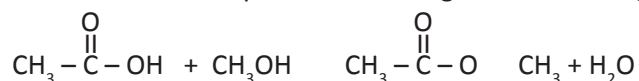


asam asetat

natrium asetat

- b. Reaksi pengesteran

Asam karboksilat dapat bereaksi dengan alkohol menghasilkan ester.

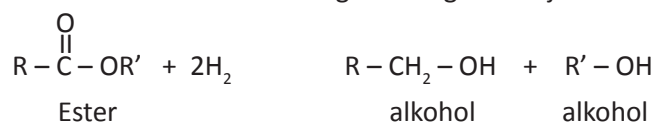


Asam asetat

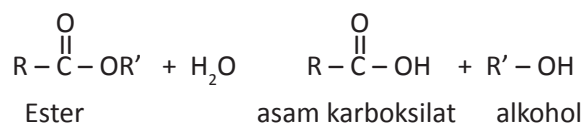
metil asetat

## 7. Reaksi-Reaksi Ester

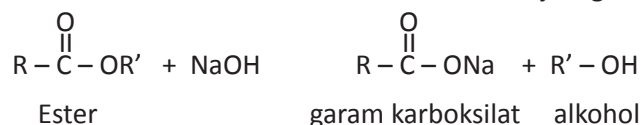
- a. Ester mudah direduksi oleh gas hidrogen menjadi alkohol



- b. Ester mudah terhidrolisis oleh air dalam suasana asam menjadi asam karboksilat dan alkohol

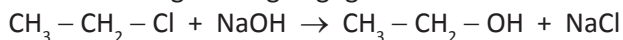


- c. Ester mudah terhidrolisis oleh basa kuat menjadi garam karboksilat dan alkohol



## 8. Reaksi-Reaksi Haloalkana

- a. Substitusi halogen dengan gugus -OH



- b. Eliminasi HX

Haloalkana dapat mengalami eliminasi HX jika dipanaskan bersama suatu alkoksida

## G.

## Minyak Bumi

Minyak bumi dari bahasa latin : *petrus* yaitu karang dan *oleum* yang artinya minyak. Minyak bumi merupakan campuran kompleks dari senyawa-senyawa hidrokarbon.

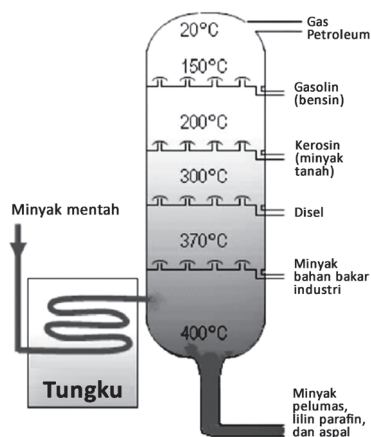
### 1. Pembentukan Minyak Bumi

Proses terbentuknya minyak bumi dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Pada zaman purba, di darat dan di dalam lautan hidup beranekaragam binatang dan tumbuh-tumbuhan. Binatang serta tumbuh-tumbuhan yang mati atau punah akan tertimbun di bawah endapan lumpur. Endapan lumpur ini kemudian dihanyutkan oleh arus sungai menuju lautan bersama bahan organik lainnya dari daratan.
- Selama berjuta-juta tahun, sungai-sungai menghanyutkan pasir dan lumpur ke dasar laut dan membuat lapisan batuan yang bercampur dengan fosil-fosil binatang dan tumbuh-tumbuhan.
- Akibat peristiwa alam, lapisan dan permukaan bumi mengalami perubahan besar berupa pergeseran-pergeseran sehingga fosil hewan dan tumbuhan yang terkubur di perut bumi masuk ke celah-celah lapisan bumi yang bersuhu dan bertekanan tinggi akibat pengaruh waktu, temperatur tinggi dan tekanan beban lapisan batuan di atasnya menyebabkan binatang dan tumbuh-tumbuhan yang mati. Selanjutnya akan mengalami proses penguraian berupa perubahan kimia, berubah menjadi bintik-bintik dan gelembung minyak yang berbentuk cairan kental dan gas.
- Karena ringan, minyak bumi akan terdorong dan terapung, lalu bergerak mencari tempat yang lebih baik (bermigrasi menuju tempat yang bertekanan lebih rendah) untuk berhenti dan terperangkap dalam batuan sedimen yang kedap atau kadang-kadang merembes ke luar permukaan bumi. Batuan sedimen tersusun atas fragmen-fragmen.

### 2. Pengolahan Minyak Bumi

Minyak mentah yang diperoleh dari hasil pengeboran minyak bumi belum dapat digunakan secara langsung. Hal itu disebabkan karena minyak bumi merupakan campuran dari berbagai senyawa hidrokarbon. Pemisahan-pemisahan komponen minyak bumi menjadi fraksi-fraksi dilakukan dengan cara proses distilasi bertingkat.



Penyulingan Minyak Bumi

### 3. Fraksi Hidrokarbon Hasil Penyulingan Minyak Bumi

Fraksi	Ukuran Molekul	Titik Didih (°C)	Kegunaan
Gas	C <sub>1</sub> –C <sub>5</sub>	–160 – 30	Bahan bakar (LPG), sumber hidrogen
Eter petroleum	C <sub>5</sub> –C <sub>7</sub>	30 – 90	Pelarut, <i>dry cleaning</i>
Bensin	C <sub>5</sub> –C <sub>12</sub>	30 – 200	Bahan bakar motor
Kerosin, minyak diesel/solar	C <sub>5</sub> –C <sub>7</sub>	180 – 400	Bahan bakar mesin diesel, bahan bakar industri
Minyak pelumas	C <sub>16</sub> ke atas	350 ke atas	Pelumas
Paraffin	C <sub>20</sub> ke atas	Merupakan zat dengan titik cair rendah	Lilin
Aspal	C <sub>25</sub> ke atas	Residu	Bahan bakar dan untuk pelapis jalan raya

### Soal Bahas Kimia Organik

1. Nama IUPAC dan rumus struktur dari senyawa dengan rumus molekul C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O yang benar adalah ...

**Jawaban: E**

	Nama IUPAC	Rumus Struktur
A.	pentanol	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{CH}_2\text{OH}$
B.	3-metilbutanal	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{CH} \end{array}$
C.	2-metilbutanol	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}}-\text{OH}$   CH <sub>3</sub>
D.	dietil eter	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{O}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{CH}_3$
E.	asam pentanoat	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{O}}-\text{OH}$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

	Nama IUPAC	Rumus Struktur
A	1-pentanol	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{CH}_2\text{OH}$
B	4-metilbutanal	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{CH} \end{array}$
C	1-metil-1-butanol	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}}-\text{OH}$   CH <sub>3</sub>
D	etil propil eter	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{O}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{CH}_3$
E	asam pentanoat	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{H}_2}-\text{C}^{\text{O}}-\text{OH}$



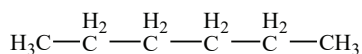
2. Senyawa di bawah ini yang memiliki titik didih paling tinggi adalah ....

A.	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$
B.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
C.	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
D.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
E.	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Titik didih senyawa alkana dipengaruhi oleh massa molekul relatifnya, semakin banyak atom C maka massa molekul relatifnya semakin besar sehingga titik didihnya pun semakin tinggi. Hal itu berlaku untuk hidrokarbon rantai lurus, sedangkan untuk rantai bercabang maka titik didih senyawa alkana rantai lurus lebih tinggi dari pada rantai bercabang. Jadi anggota alkana yang mempunyai titik didih paling tinggi adalah



3. Salah satu kegunaan senyawa etil butirat adalah ....
- propelan
  - antiseptik
  - pemberi aroma
  - penghapus cat kuku
  - pelarut senyawa organik

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Etil butirat digunakan sebagai pemberi aroma nanas. Senyawa yang digunakan sebagai propelan adalah Freon.

Senyawa yang digunakan sebagai antiseptik adalah alkohol. Senyawa yang digunakan sebagai penghapus cat kuku adalah aseton. Senyawa yang digunakan sebagai pelarut senyawa organik adalah eter.

4. Disajikan data titik didih beberapa senyawa.

Senyawa	Titik Didih (°C)
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	69
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	98
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	126
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	151
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	174

Pernyataan berikut yang benar adalah ....

- Alkana selalu memiliki titik didih berbeda
- Semakin panjang rantai karbon, titik didih semakin tinggi
- Semakin panjang rantai karbon, titik didih semakin rendah
- Titik didih alkana dipengaruhi oleh ikatan hidrogen
- Percabangan dalam rantai karbon mengakibatkan titik didih naik

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin panjang rantai karbon (massa molekul semakin besar) titik didihnya semakin tinggi. Adanya cabang dalam rantai karbon akan menurunkan titik didih senyawa.

5. Suatu senyawa mempunyai rumus molekul  $C_4H_{10}O$ . Senyawa tersebut bereaksi dengan logam natrium menghasilkan gas hidrogen. Saat bereaksi dengan HCl menghasilkan 2-klorobutana dan air. Senyawa tersebut adalah ....
- A. 1-butanol
  - B. 2-butanol
  - C. etoksi etana
  - D. metoksi propana
  - E. propoksi metana

***Tipe Soal Penalaran & Logika***

***Jawaban: B***

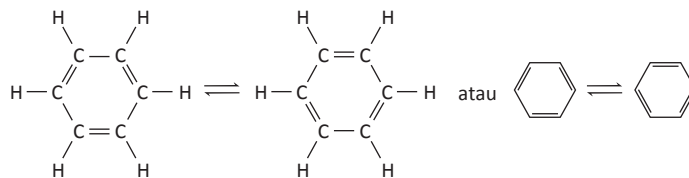
Senyawa yang mempunyai rumus molekul  $C_4H_{10}O$  adalah alkohol dan eter. Reaksi dengan logam natrium merupakan reaksi untuk membedakan alkohol dan eter.

Alkohol dapat bereaksi dengan logam natrium menghasilkan gas hidrogen, sedangkan eter tidak bereaksi dengan hidrogen. Reaksi dengan HCl merupakan reaksi substitusi. Reaksi alkohol dengan HCl menghasilkan alkil halida dan air. Adapun reaksi eter dengan HCl menghasilkan alkohol dan alkil halida. Berdasarkan hasil percobaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa senyawa tersebut adalah alkohol yaitu 2-butanol.

BAB  
15

## BENZENA

Benzena merupakan senyawa karbon yang mempunyai rantai karbon tertutup dan juga mempunyai sifat khas, sehingga disebut senyawa aromatik. Benzena memiliki rumus molekul  $C_6H_6$ . Rumus molekul benzena memperlihatkan sifat ketakjenuhan dengan adanya ikatan rangkap. Ikatan rangkap pada benzena dapat berpindah-indah (resonansi) yang rumus strukturnya dituliskan sebagai berikut:



## A. Tatanama Senyawa Benzena

1. Tata nama turunan benzena yaitu dengan gabungan nama substituent (pengganti atom H dari benzena) sebagai awalan yang kemudian diakhiri/diikuti kata benzena.
2. Jika turunan benzena memiliki dua gugus fungsi maka senyawa tersebut memiliki tiga isomer posisi:
  - a. posisi orto (o) atau posisi 1,2
  - b. posisi meta (m) atau posisi 1,3
  - c. posisi para (p) atau posisi 1,4

## B. Sifat-Sifat Benzena

1. Pada suhu kamar berwujud cair.
2. Mudah menguap dan tidak berwarna.
3. Mudah terbakar.
4. Bersifat racun dan karsinogenik.
5. Larut dalam pelarut organik.
6. Pada pembakaran sempurna menghasilkan gas  $CO_2$  dan  $H_2O$ .
7. Tidak dapat dioksidasi oleh larutan  $KMnO_4$ .

## C. Reaksi-Reaksi Benzena

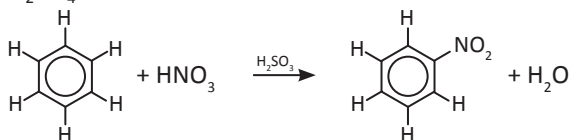
### 1. Halogenasi

Halogenasi merupakan reaksi substitusi atom H pada benzena oleh golongan halogen seperti F, Cl, Br, I. Pada reaksi ini atom H digantikan oleh atom dari golongan halogen dengan bantuan katalis besi (III) halida. Jika halogennya  $\text{Cl}_2$ , maka katalis yang digunakan adalah  $\text{FeCl}_3$ . Contoh:



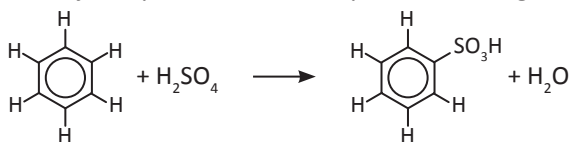
### 2. Nitrasi

Nitrasi merupakan reaksi substitusi atom H pada benzena oleh gugus nitro. Reaksi ini terjadi dengan mereaksikan benzena dengan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat dengan bantuan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebagai katalis. Contoh:



### 3. Sulfonasi

Sulfonasi merupakan reaksi substitusi atom H pada benzena oleh gugus sulfonat. Reaksi ini terjadi apabila benzena dipanaskan dengan asam sulfat pekat sebagai pereaksi.



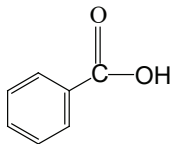
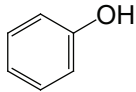
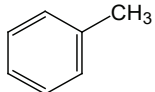
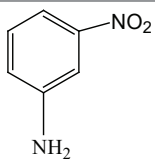
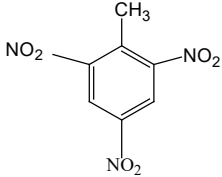
### 4. Alkilasi-Friedel Craft

Alkilbenzena dapat terbentuk jika benzena direaksikan dengan alkil halida dengan katalis aluminium klorida ( $\text{AlCl}_3$ ). Contoh:



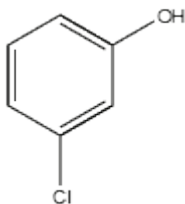
D.

## Hubungan Antara Turunan Benzena dan Kegunaannya

Turunan Benzena	Struktur	Kegunaan
Asam benzoat		Pengawet makanan
Fenol		Antiseptik dan desinfektan
Toluena		Pelarut dan bahan peledak
Meta nitro anilina		Zat warna
TNT (Trinitro toluena)		Bahan peledak

### Soal Bahas Benzena

1. Perhatikan rumus struktur senyawa turunan benzena di samping!



Nama senyawa tersebut adalah ....

- Hidroksi benzena klorida
- Hidroksi kloro benzena
- Meta kloro fenol
- Orto kloro fenol
- 4-kloro fenol

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Rantai utama senyawa tersebut berupa fenol. Terdapat cabang  $-Cl$  pada atom C nomor 3. Dengan demikian, nama

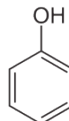
senyawa tersebut adalah 3-kloro fenol atau meta-kloro fenol.

2. Pernyataan yang benar mengenai fenol adalah ....
- Bersifat basa lemah
  - Bersifat desinfektan
  - Mempunyai 3 isomer
  - Mempunyai gugus fungsi  $-CHO$
  - Dapat dioksidasi menjadi asam karboksilat

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

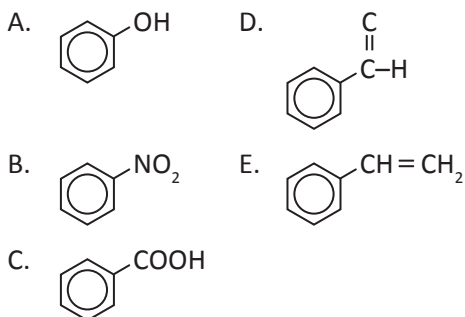
**Jawaban: B**

Rumus struktur fenol sebagai berikut.



Fenol mempunyai gugus fungsi  $-OH$  dan bersifat asam lemah. Fenol tidak mempunyai isomer dan tidak dapat dioksidasi.

3. Senyawa turunan benzena yang mempunyai nama stirena adalah ....



**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Rumus struktur stirena ditunjukkan oleh opsi E. Opsi A merupakan rumus struktur fenol, opsi B merupakan rumus struktur nitrobenzena, opsi C merupakan rumus struktur asam benzoat, dan opsi D merupakan rumus struktur benzaldehida.

4. Seorang siswa mereaksikan benzena dengan metil klorida sehingga menghasilkan senyawa X. Setelah itu, ia mereaksikan senyawa X dengan larutan  $KMnO_4$  0,1 M dalam suasana asam menghasilkan senyawa Y. Salah satu kegunaan senyawa Y adalah ....

- A. Obat penurun panas  
B. Pembunuh kuman  
C. Pemanis buatan  
D. Bahan peledak  
E. Pestisida

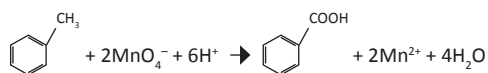
**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Reaksi benzena dengan metil klorida menghasilkan senyawa X yaitu toluena sesuai reaksi berikut.



Reaksi senyawa X dengan larutan  $KMnO_4$  dalam suasana asam sebagai berikut.



Senyawa Y merupakan asam benzoat. Salah satu kegunaan asam benzoat adalah sebagai pembasmi kuman atau desinfektan.

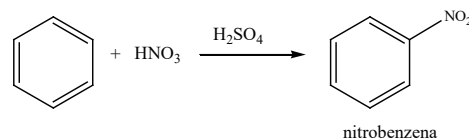
5. Senyawa benzena direaksikan dengan  $\text{HNO}_3$  menggunakan katalis  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pada suhu  $25^\circ\text{C}$ . Reaksi tersebut menghasilkan senyawa X. Setelah itu, senyawa X direaksikan dengan metil klorida menggunakan katalis  $\text{AlCl}_3$  menghasilkan senyawa Y. Senyawa Y yang dimaksud adalah ....

- A. m-kloronitrobenzena  
B. m-nitrotoluena  
C. m-metilnitrobenzena  
D. o-nitrotoluena  
E. o-metilnitrobenzena

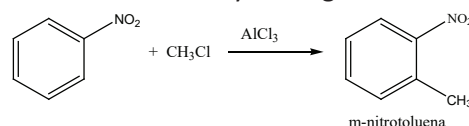
**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

reaksi benzena dengan  $\text{HNO}_3$  menggunakan katalis  $\text{H}_2\text{SO}_4$  merupakan reaksi nitrasi dengan persamaan reaksi sebagai berikut.



Senyawa X yang dimaksud adalah nitrobenzena. Apabila nitrobenzena direaksikan dengan metilklorida akan terbentuk senyawa m-nitrotoluena. Hal ini disebabkan gugus  $-\text{NO}_2$  merupakan pengarah meta. Persamaan reaksinya sebagai berikut.



BAB  
16POLIMER, KARBOHIDRAT, PROTEIN,  
DAN LEMAK

## A. Polimer

Polimer merupakan molekul raksasa yang terbentuk dari penggabungan monomer-monomer.

## 1. Penggolongan Polimer

## a. Berdasarkan Asalnya

- 1) Polimer alam. Contoh: karet alam, selulosa, protein
- 2) Polimer sintetis. Contoh: plastik, rayon, nilon

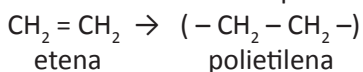
## b. Berdasarkan Sifatnya

- 1) Polimer termoplastik merupakan polimer yang tahan terhadap panas.  
Contoh: PVC, polistirena, polietilena
- 2) Polimer termoset merupakan polimer yang tidak tahan terhadap panas.  
Contoh: melamin, bakelit

## 2. Pembentukan Polimer

## a. Polimerisasi Adisi

Polimerisasi adisi merupakan penggabungan monomer-monomer yang berikatan rangkap menjadi ikatan tunggal (ikatan jenuh) dan tidak ada molekul yang hilang. Contoh: Pembentukan polietilena dari etena.



## b. Polimerisasi Kondensasi

Polimerisasi kondensasi merupakan penggabungan monomer-monomer secara eliminasi dari monomer-monomer yang mempunyai gugus fungsi dan ada molekul yang hilang. Contoh: Pembentukan nilon 66.

## B. Karbohidrat

Karbohidrat adalah senyawa karbon memiliki rumus umum  $C_n(H_2O)_m$  dengan harga  $n$  dan  $m$  bisa sama atau berbeda. Senyawa karbohidrat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu monosakarida, disakarida, dan polisakarida.

### 1. Monosakarida

Monosakarida merupakan karbohidrat paling sederhana. Monosakarida digolongkan menjadi aldosa dan ketosa. Aldosa merupakan monosakarida yang mengandung gugus aldehyd, contohnya glukosa dan galaktosa. Sementara itu, ketosa merupakan monosakarida mengandung gugus keton, contohnya fruktosa. Monosakarida dapat mereduksi larutan Fehling menghasilkan  $Cu_2O$  berwarna merah bata.

### 2. Disakarida

Disakarida merupakan karbohidrat yang berasal dari dua molekul monosakarida yang saling berikatan.

Disakarida	Sumber	Sifat Kimia
Maltosa → glukosa+glukosa	Gula gandum, kecambah, gula jagung	Dapat mereduksi Fehling, Benedict, Tollens
Laktosa → glukosa+galaktosa	Susu	Dapat mereduksi Fehling, Benedict, Tollens
Sukrosa → glukosa+fruktosa	Gula tebu dan bit	Tidak mereduksi Fehling, Benedict, Tollens

### 3. Polisakarida

Polisakarida merupakan polimer dari monosakarida yang mempunyai rumus umum  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Beberapa contoh polisakarida sebagai berikut.

#### a. Amilum

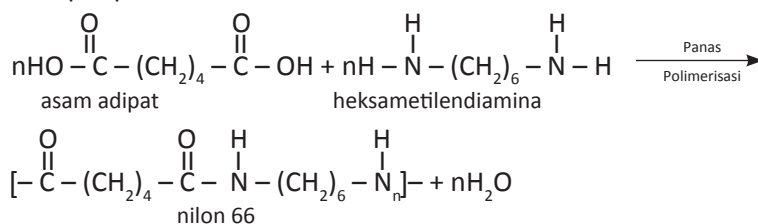
Amilum dihidrolisis menjadi glukosa dan glukosa dengan bantuan enzim maltase. Amilum tidak dapat mereduksi Fehling, Benedict, dan Tollens. Amilum banyak terdapat pada kacang-kacangan, gandum, sagu, jagung.

#### b. Glikogen

Glikogen disebut juga gula pati. Jika glikogen dihidrolisis dengan bantuan hormon adrenalin akan dihasilkan glukosa.

#### c. Selulosa

Hidrolisis selulosa menghasilkan maltosa dengan katalis asam sulfat. Selulosa banyak terdapat pada tanaman.





**C.****Protein**

Asam amino adalah senyawa-senyawa yang mengandung gugus fungsi amina ( $-\text{NH}_2$ ) dan gugus fungsi karboksil ( $-\text{COOH}$ ). Asam amino bersifat amfoter serta dapat membentuk ion *zwitter*, yaitu ion bermuatan positif dan negatif yang menyebabkan molekul asam amino mengandung atom C asimetris.

Ikatan  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ | \quad || \\ -\text{N}-\text{C}- \end{array}$  disebut ikatan peptida.

**1. Penggolongan Asam Amino**

- Asam amino esensial, yaitu asam amino yang tidak disintesis oleh tubuh manusia. Contoh: arginin, leusin, lisin, metionin, valin.
- Asam amino nonesensial, yaitu asam amino yang dapat disintesis di dalam tubuh manusia. Contoh: alanin, glisin, serin, glutamin.

**2. Fungsi Protein**

- Sebagai biokatalisator.
- Sebagai pengikat dan pengangkut.
- Sebagai penyimpan makanan.
- Pengatur aktivitas biologis.
- Pelindung dari serangan. penyakit/antibodi.

**3. Reaksi Identifikasi Protein**

- Uji Biuret**  
Larutan biuret digunakan untuk menguji adanya ikatan peptida pada suatu senyawa. Uji positif menghasilkan warna ungu.
- Uji Xantoproteat**  
Uji ini digunakan untuk mengetahui adanya inti benzena dalam molekul protein. Uji positif akan memberikan warna kuning dan jingga jika dipanaskan.
- Timbal (II) Asetat**  
Uji ini digunakan untuk mengetahui adanya belerang pada protein. Uji positif menghasilkan warna hitam.
- Uji Millon**  
Uji ini digunakan untuk mengidentifikasi adanya tirosin pada protein. Jika protein yang mengandung tirosin dipanaskan dengan merkuri nitrat  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  yang mengandung asam nitrit maka akan terjadi jonjot merah.

**D.****Lemak**

Lemak dan minyak merupakan trimer dari gliserol dan asam lemak (asam karboksilat). Sifat fisis lemak dan minyak: lemak dan minyak tidak dapat larut dalam air, lemak berwujud padat pada suhu kamar, sedangkan minyak berwujud cair. Titik didih minyak lebih tinggi daripada titik didih lemak.

## 1. Klasifikasi Lemak

- Lemak jenuh/lemak hewani, yaitu lemak yang mempunyai gugus alkil dengan rantai hidrokarbon jenuh. Contoh: asam laurat, asam miristat, dan asam palmitat
- Lemak tak jenuh/lemak nabati, merupakan lemak yang mempunyai gugus alkil dengan rantai hidrokarbon tak jenuh. Contoh: asam oleat, asam linoleat, dan asam palmitoleat.

## 2. Reaksi Lemak dan Minyak

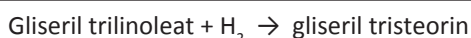
- Hidolisis lemak atau minyak menghasilkan asam lemak dan gliserol.



- Reaksi penyabunan yang merupakan pembentukan sabun dari reaksi lemak dan basa (NaOH/KOH).



- Hidrogenasi lemak/minyak untuk menjenuhkan ikatan rangkap rantai karbon.



## 3. Kegunaan Lemak dan Minyak

- Lemak untuk cadangan makanan/sumber energi.
- Lemak sebagai bahan pembuat sabun.
- Lemak sebagai bahan pembuatan mentega.
- Minyak digunakan untuk minyak goreng.
- Minyak juga digunakan sebagai bahan pembuat sabun.

## Soal Bahas Polimer, Karbohidrat, Protein, & Lemak

- Perhatikan struktur molekul monomer berikut!



Polimer yang dihasilkan beserta kegunaannya adalah ....

	Polimer	Kegunaan
A	Polibutadiena	Ban kendaraan
B	Polistirena	Penggaris plastik
C	Polietene	Kantong plastik
D	Polipropilena	Botol plastik
E	Nilon	Benang pancing

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

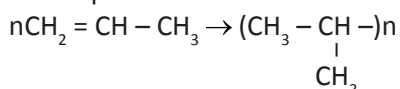
**Jawaban: D**

Monomer:



Propena

Reaksi polimerisasi:



*propena*

*polipropelina*

Propilena digunakan sebagai wadah plastik, komponen otomotif, dan tekstil (tali dan karet).

2. Hasil uji senyawa karbohidrat sebagai berikut.

- (1) Dengan Fehling A dan B menghasilkan endapan merah bata
- (2) Dengan Tollens menghasilkan cermin perak
- (3) Reaksi hidrolisis menghasilkan dua monosakarida yang sama

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa karbohidrat tersebut adalah ....

- A. Glukosa                      D. Fruktosa  
B. Sukrosa                      E. Galaktosa  
C. Maltosa

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Uji Fehling A dan B serta Tollens digunakan untuk menunjukkan adanya gugus pereduksi (sukrosa, maltosa, galaktosa, glukosa, dan laktosa).

Uji positif Fehling A dan B ditandai dengan terbentuknya endapan merah bata, sedangkan uji positif Tollens ditandai dengan terbentuknya cermin perak.

Oleh karena reaksi hidrolisisnya menghasilkan dua monosakarida yang sama maka karbohidrat tersebut berupa maltosa.

3. Beberapa kegunaan makromolekul dalam tubuh di antaranya sebagai berikut.

- (1) Menjaga keseimbangan asam basa.
- (2) Sumber energi bagi tubuh.
- (3) Komponen pembuat jaringan baru atau memperbaiki jaringan yang rusak.
- (4) Mempertahankan suhu badan dari pengaruh suhu rendah.
- (5) Komponen penting dalam kontrol genetika.

Kegunaan protein ditunjukkan nomor ....

- A. (1) dan (3)                  D. (3) dan (4)  
B. (1) dan (4)                  E. (3) dan (5)  
C. (2) dan (4)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Kegunaan protein antara lain sebagai komponen pembuat jaringan baru atau memperbaiki jaringan yang rusak serta sebagai komponen penting dalam control genetika. Menjaga keseimbangan asam basa serta sebagai sumber energi bagi tubuh merupakan kegunaan karbohidrat. Mempertahankan suhu badan dari pengaruh suhu rendah merupakan kegunaan lemak.

4. Berikut ini diberikan data tentang beberapa monomer dan polimer yang dibentuknya:

No.	Monomer	Polimer
1	Vinil klorida	PVC
2	Stirena	Polistirena
3	Etena	Polietilena
4	Asam amino	Protein
5	Glukosa	Amilum

Pasangan yang terbentuk melalui proses adisi adalah ....

- A. 1 dan 4                      D. 3 dan 4  
B. 1 dan 3                      E. 3 dan 5  
C. 2 dan 4

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

No	Monomer	Polimer	Proses Pembuatan
(1)	Vinil klorida	PVC	Adisi
(2)	Stirena	Polisterena	Adisi
(3)	Etena	Polietilena	Adisi
(4)	Asam amino	Protein	Kondensasi
(5)	Glukosa	Amilum	Kondensasi

5. Disajikan data percobaan uji protein beberapa bahan makanan sebagai berikut.

Bahan Makanan	Pereaksi yang Digunakan/Perubahan Warna		
	Biuret	Xantoproteat	Timbal(II) Asetat
P	Biru muda	Kuning	Cokelat kehitaman
Q	Ungu	Jingga	Cokelat kehitaman
R	Ungu	Jingga	Cokelat kehitaman
S	Biru muda	Tidak berubah	Tidak berubah
T	Ungu	Kuning	Tidak berubah

Bahan makanan berprotein yang mengandung ikatan peptida dan unsur belerang adalah ....

- A. P dan Q                      D. R dan S  
 B. P dan S                      E. R dan T  
 C. Q dan S

***Tipe Soal Penalaran & Logika***

***Jawaban: A***

Makanan berprotein yang mengandung ikatan peptida ketika diuji dengan pereaksi Xantoproteat akan berwarna jingga atau kuning seperti bahan makanan P, Q, R, dan T. Makanan berprotein yang mengandung belerang ketika diuji dengan timbal(II) asetat akan terbentuk endapan hitam seperti bahan makanan P, Q, dan R.

BAB  
17

## REAKSI REDOKS

## A. Perkembangan Konsep Reaksi Oksidasi dan Reduksi

1. Reaksi redoks ditinjau dari pelepasan dan pengikatan oksigen
  - a. Oksidasi: reaksi penggabungan atau pengikatan suatu zat dengan oksigen.  
Contoh:  $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
  - b. Reduksi: reaksi pelepasan oksigen oleh suatu zat.  
Contoh:  $2Fe_2O_3(s) \rightarrow 4Fe(s) + 3O_2(g)$
2. Reaksi redoks ditinjau dari serah terima elektron
  - a. Oksidasi: reaksi pelepasan elektron.  
Contoh:  $2Na(s) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2e^-$
  - b. Reduksi: reaksi penangkapan atau penerimaan elektron.  
Contoh:  $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq)$
3. Reaksi redoks ditinjau dari perubahan bilangan oksidasi
  - a. Oksidasi: reaksi yang mengalami peningkatan bilangan oksidasi.
  - b. Reduksi: reaksi yang mengalami penurunan bilangan oksidasi.

## B. Oksidator dan Reduktor

1. **Oksidator** adalah zat yang mengalami reaksi reduksi.
2. **Reduktor** adalah zat yang mengalami reaksi oksidasi.

## C. Penentuan Bilangan Oksidasi

Bilangan oksidasi merupakan muatan suatu atom dalam molekul atau ion jika diandaikan elektron ikatan dimiliki oleh atom yang lebih elektronegatif. Bilangan oksidasi bukanlah muatan atom tersebut.

**Tata aturan bilangan oksidasi**

1. Bilangan oksidasi atom dalam unsur bebas adalah nol (0). Contoh:  $H_2$ ,  $Cl_2$ , Zn, Na dll.
2. Bilangan oksidasi ion monoatomik sama dengan muatannya. Contoh:  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  dll.
3. Jumlah semua bilangan oksidasi dalam suatu senyawa netral adalah nol (0).
4. Jumlah bilangan oksidasi dalam senyawa ion poliatomik adalah muatan ionnya.
5. Bilangan oksidasi oksigen dalam senyawanya adalah  $-2$ , kecuali dalam senyawa biner:

- a. Peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$  dan  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) biloksnya  $-1$ .
  - b. Flourida ( $\text{OF}_2$ ) biloksnya  $+2$ .
  - c. Superoksida ( $\text{KO}_2$  dan  $\text{CsO}_2$ ) biloksnya  $-1/2$ .
6. Bilangan oksidasi hidrogen jika berikatan dengan unsur nonlogam adalah  $+1$  ( $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ , dll.), kecuali pada senyawa hidrida yaitu hidrogen berikatan dengan logam alkali dan alkali tanah maka bilangan oksidasinya adalah  $-1$ .
  7. Bilangan oksidasi logam golongan IA (alkali) dalam senyawanya adalah  $+1$ .
  8. Bilangan oksidasi logam golongan IIA (alkali tanah) dalam senyawanya adalah  $+2$ .
  9. Bilangan oksidasi logam transisi dalam senyawanya bisa lebih dari satu, misalnya logam tembaga ( $\text{Cu}$ ) ada yang  $+1$  dalam senyawa  $\text{Cu}_2\text{O}$  dan ada yang  $+2$  dalam senyawa  $\text{CuO}$ .

## D. Penyetaraan Reaksi Redoks

### 1. Metode Setengah Reaksi

- a. Tuliskan setengah reaksi.
- b. Menyetarakan unsur yang mengalami perubahan biloks.
- c. Menyetarakan atom O dengan:
  - 1) Suasana asam: menambah  $\text{H}_2\text{O}$  pada yang kekurangan atom O.
  - 2) Suasana basa: menambah  $\text{H}_2\text{O}$  pada yang kelebihan atom O.
- d. Menyetarakan atom H dengan:
  - 1) Suasana asam: menambahkan ion  $\text{H}^+$ .
  - 2) Suasana basa: menambahkan ion  $\text{OH}^-$ .
- e. Menyetarakan muatan dengan menambahkan elektron.
- f. Menyamakan jumlah elektron yang diterima dan yang dilepas, lalu dijumlahkan.

### 2. Metode Perubahan Bilangan Oksidasi

- a. Tuliskan senyawa/ion yang mengalami perubahan bilangan oksidasi, dalam satu persamaan reaksi ion.
- b. Setarakan atom yang mengalami perubahan biloks, dengan mengubah koefisien reaksi.
- c. Tentukan perubahan biloks total untuk reaksi reduksi maupun oksidasi.
- d. Setarakan perubahan biloks tersebut dengan mengalikan koefisien reaksi.
- e. Menyetarakan muatan dengan:
  - 1) Jika muatan kiri lebih negatif maka ditambah ion  $\text{H}^+$ .
  - 2) Jika muatan kiri lebih positif maka ditambah ion  $\text{OH}^-$ .
- f. Menyetarakan atom H dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{O}$ .

## Soal Bahas Reaksi Redoks

1. Berikut adalah 3 senyawa yang mengandung unsur oksigen yaitu nitrogen monoksida, karbon dioksida, dan diklorooksida. Bilangan oksidasi unsur nitrogen, karbon, dan klor pada senyawa tersebut secara berturut-turut adalah ....

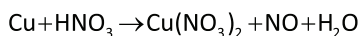
- A. +1, +2, +3      D. +2, +3, +1  
 B. +1, +3, +2      E. +3, +4, +3  
 C. +2, +4, +1

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

- (1) Rumus kimia nitrogen monoksida = NO  
 BO NO = 0  
 $(1 \times \text{BO N}) + (1 \times \text{BO O}) = 0$   
 $\text{BO N} + (1 \times (-2)) = 0$   
 BON = +2
- (2) Rumus kimia karbon dioksida = CO<sub>2</sub>  
 BO CO<sub>2</sub> = 0  
 $(1 \times \text{BO C}) + (2 \times \text{BO O}) = 0$   
 $\text{BO C} + (2 \times (-2)) = 0$   
 BO C = +4
- (3) Rumus kimia diklorooksida = Cl<sub>2</sub>O  
 BO Cl<sub>2</sub>O = 0  
 $(2 \times \text{BO Cl}) + (1 \times \text{BO O}) = 0$   
 $(2 \times \text{BO Cl}) + (1 \times (-2)) = 0$   
 $2 \times \text{BO Cl} = +2$   
 BO Cl = +1

2. Perhatikan reaksi redoks berikut!



Pernyataan yang tepat mengenai reaksi redoks tersebut adalah ....

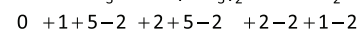
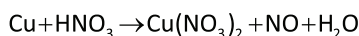
- A. Bilangan oksidasi atom N mengalami penurunan dari +4 menjadi +2  
 B. Bilangan oksidasi atom Cu mengalami kenaikan dari 0 menjadi +2  
 C. Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> bertindak sebagai hasil reduksi

- D. H<sub>2</sub>O bertindak sebagai hasil oksidasi

- E. Cu merupakan oksidator

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**



Reduktor: Cu

Oksidator: HNO<sub>3</sub>

Hasil oksidasi: Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Hasil reduksi: NO

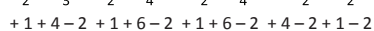
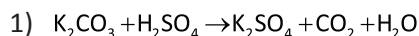
Bilangan oksidasi atom N mengalami penurunan dari +5 menjadi +2, sedangkan bilangan oksidasi atom Cu mengalami kenaikan dari 0 menjadi +2.

3. Salah satu contoh reaksi redoks adalah ....

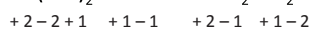
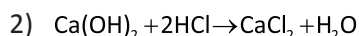
- A. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
 B. Ca(OH)<sub>2</sub> + 2HCl → CaCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
 C. AgNO<sub>3</sub> + KCl → AgCl + KNO<sub>3</sub>  
 D. CuO + 2HCl → CuCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
 E. C + CuO → CO + Cu

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

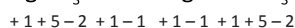
**Jawaban: E**



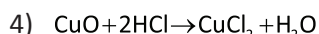
Bukan termasuk reaksi redoks



Bukan termasuk reaksi redoks



Bukan termasuk reaksi redoks

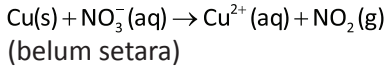


Bukan termasuk reaksi redoks



Merupakan reaksi redoks

4. Pada reaksi:

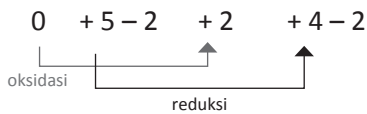
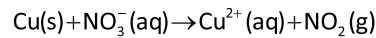


Sebanyak 0,5 mol Cu akan menghasilkan gas  $\text{NO}_2$  (STP) sebanyak ... L.

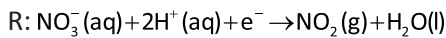
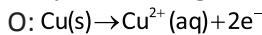
- A. 11,2                      D. 44,8  
 B. 22,4                      E. 56,0  
 C. 33,6

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

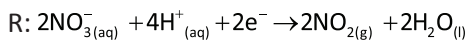
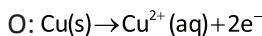
**Jawaban: B**



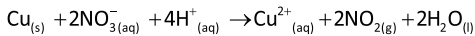
Penyetaraan dengan cara setengah ion.



Disetarakan jumlah elektronnya:



Redoks:



$$\text{mol NO}_2 = 2 \times \text{mol Cu}$$

$$= 2 \times 0,5 \text{ mol}$$

$$= 1 \text{ mol}$$

$$\text{volume NO}_2 = 1 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L/mol}$$

$$= 22,4 \text{ L}$$

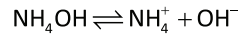
5. Pernyataan yang benar mengenai bilangan oksidasi adalah ....

- A. Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{NH}_4\text{OH}$  adalah +3  
 B. Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{NO}_2$  adalah +2  
 C. Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{HNO}_2$  adalah +5  
 D. Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  adalah -3  
 E. Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{N}_2$  adalah -1

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

1) Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{NH}_4\text{OH}$



$$+1 = \text{BO N} + (4 \times 1)$$

$$+1 = \text{BO N} + 4$$

$$\text{BO N} = 1 - 4 = -3$$

2) Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{NO}_2$

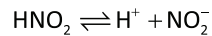


$$0 = \text{BO N} + (2 \times (-2))$$

$$0 = \text{BO N} - 4$$

$$\text{BO N} = +4$$

3) Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{HNO}_2$

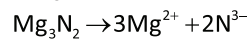


$$-1 = \text{BO N} + (2 \times (-2))$$

$$-1 = \text{BO N} - 4$$

$$\text{BO N} = -1 + 4 = +3$$

4) Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{Mg}_3\text{N}_2$



Bilangan oksidasi atom N dalam

$$\text{Mg}_3\text{N}_2 = -3$$

5) Bilangan oksidasi atom N dalam  $\text{N}_2$  adalah nol.



BAB  
18TATA NAMA SENYAWA ANORGANIK DAN  
PERSAMAAN REAKSI SEDERHANA

## Persamaan Reaksi Sederhana

Salah satu kajian dari ilmu kimia adalah materi dan perubahannya. perubahan kimia disebut juga sebagai reaksi kimia. Pada reaksi kimia, zat-zat yang mengalami perubahan disebut *zat pereaksi* atau *reaktan* sedangkan zat-zat hasil perubahan disebut *zat hasil reaksi* atau *produk*. *Persamaan reaksi* adalah penulisan simbolis dari sebuah reaksi kimia menggunakan rumus kimia zat-zat yang terlibat dalam reaksi. Persamaan reaksi terdiri dari ruas kiri (reaktan/bahan) dan ruas kanan (produk/hasil) yang dipisahkan dengan tanda panah.

Pereaksi (reaktan) → produk

Dalam sebuah persamaan reaksi, pereaksi dan produk dihubungkan melalui simbol yang berbeda-beda. Simbol → digunakan untuk reaksi searah, ⇌ untuk reaksi dua arah, dan ⇌ untuk reaksi kesetimbangan. Selain menggambarkan rumus kimia, persamaan reaksi yang lengkap (sempurna, juga menunjukkan wujud zat yang terlibat dalam reaksi. Wujud zat dalam persamaan reaksi disingkat (disimbolkan) dengan (g) untuk gas, (aq) untuk larutan, (s) untuk padatan dan (l) cairan.

Untuk membuat reaksi menjadi setara diperbolehkan mengubah jumlah satuan rumus kimia (jumlah molekul atau satuan rumus), tetapi tidak diperbolehkan mengubah rumus kimia zat-zat yang terlibat dalam persamaan reaksi. Jumlah satuan rumus kimia disebut dengan **koefisien**. Koefisien reaksi menyatakan perbandingan partikel-partikel zat yang terlibat didalam reaksi, oleh karena itu koefisien reaksi haruslah bilangan bulat paling sederhana.

Langkah-langkah menyetarakan persamaan reaksi kimia:

1. Menuliskan rumus kimia reaktan dan produk serta lengkapi dengan fase masing-masing zat.
2. Tetapkan koefisien pada salah satu zat = 1 ( biasanya molekul yang paling depan atau yang paling kompleks), sedangkan koefisien yang lainnya dengan huruf a, b, c, dan seterusnya.
3. Setarakan semua unsur yang sudah diberi koefisien sehingga membentuk suatu persamaan yang matematis.
4. Selesaikan persamaan matematis yang terbentuk. Jika menghasilkan angka pecahan, buatlah pecahan itu menjadi bilangan bulat.
5. Masukkan angka yang dihasilkan pada persamaan reaksi.
6. Ujilah kesetaraan reaksi dengan cara mengalikan koefisien persamaan reaksi dengan atom penyusun reaktan dan produk. Jika sudah sama/setara berarti perhitungan yang anda buat sudah benar.

## Soal Bahas Tata Nama Senyawa Anorganik & Persamaan Reaksi Sederhana

1. Logam aluminium bereaksi dengan larutan asam sulfat membentuk larutan aluminium sulfat dan gas hidrogen. Persamaan reaksi untuk reaksi tersebut adalah ....

- A.  $2\text{Al}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(aq) + \text{H}_2(g)$   
 B.  $2\text{Al}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(aq) + 3\text{H}_2(g)$   
 C.  $\text{Al}(s) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(aq) + \text{H}_2(g)$   
 D.  $2\text{Al}(s) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(aq) + 3\text{H}_2(g)$   
 E.  $\text{Al}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(aq) + 3\text{H}_2(g)$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Langkah-langkah penyeteraan persamaan reaksi:

- a. Menetapkan koefisien salah satu zat, misal  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 1$ , sedangkan zat lainnya dengan koefisien sementara menggunakan huruf.  $a\text{Al}(s) + b\text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow 1\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(g) + c\text{H}_2(g)$   
 b. Menyamakan jumlah atom Al, S, dan O (atom yang terkait langsung dengan zat yang diberi koefisien 1)

### Atom Al

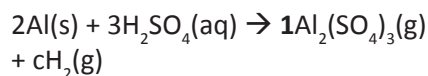
Koefisien  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 1$   
 atom Al reaktan = a  
 atom Al produk = 2  
 berarti  $a = 2$

### Atom S

Koefisien  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 1$   
 atom S reaktan = b  
 atom S produk = 3  
 berarti  $b = 3$

### Atom O

Koefisien  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 1$   
 atom O reaktan =  $4b$   
 atom O produk = 12  
 berarti  $4b = 12 \rightarrow b = 3$

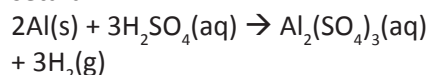


- c. Menyetarakan atom lain (H):

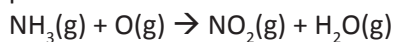
### Atom H

Koefisien  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 1$   
 atom H reaktan = 6,  
 atom H produk =  $2c$   
 berarti  $2c = 6 \rightarrow c = 3$

- d. Persamaan reaksi yang sudah setara:



2. Koefisien untuk oksigen pada persamaan:



setelah disetarakan adalah ....

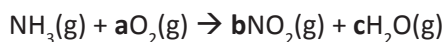
- A. 3                                  D. 10  
 B. 4                                  E. 14  
 C. 7

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

### Langkah 1

Penyetaraan reaksi tersebut dimulai dengan memberikan koefisien 1 pada  $\text{NH}_3$  yang lainnya dimisalkan dengan huruf



### Langkah 2

Berdasarkan langkah 1 dapat dihitung masing-masing atom di reaktan dan produk.

Atom	Jumlah di reaktan	Jumlah di produk
N	1	b
H	3	2c
O	2a	2b + c

### Langkah 3

Membuat persamaan matematis berdasarkan teori Dalton maka jumlah atom di reaktan = jumlah atom di produk.

Berdasar atom	Persamaan matematis
N	1 = b
H	3 = 2c
O	2a = 2b + c

### Langkah 4

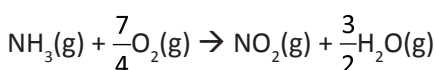
Menyelesaikan persamaan matematis dengan cara substitusi. Sehingga

diperoleh  $b = 1$  dan  $c = \frac{3}{2}$ . Dengan

mensubstitusikan a dan b pada persamaan atom O maka diperoleh  $a = \frac{7}{4}$ .

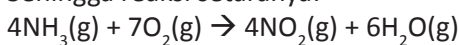
### Langkah 5

Memasukkan koefisien yang telah diperoleh dari hasil perhitungan



### Langkah 6

Menyempurnakan persamaan reaksi dengan mengalikan 4 agar diperoleh koefisien yang bulat dan sederhana. Sehingga reaksi setaranya:



3. Padatan batu kapur direaksikan dengan asam klorida menghasilkan kalsium klorida air dan gas karbondioksida. Persamaan reaksi yang terjadi sebagai berikut:
- $$\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \text{ (belum setara)}$$

Perbandingan koefisien masing-masing zat yang terlibat dalam reaksi tersebut adalah ....

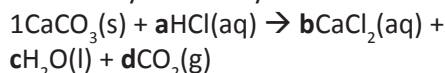
- A. 1 : 1 : 1 : 1 : 2    D. 2 : 1 : 1 : 2 : 1  
 B. 2 : 1 : 2 : 1 : 1    E. 1 : 2 : 1 : 1 : 1  
 C. 1 : 2 : 1 : 2 : 1

*Tipe Soal Aplikasi/Terapan*

**Jawaban: E**

### Langkah 1

Memberikan koefisien 1 untuk senyawa  $\text{CaCO}_3$  dan huruf a, b, c dan d untuk senyawa lainnya.



### Langkah 2

Membuat tabel dan menghitung jumlah atom masing-masing pada reaktan dan produk

Atom	Jumlah di reaktan	Jumlah di produk
Ca	1	b
C	1	d
O	3	c+2d
H	a	2c
Cl	a	2b

### Langkah 3

Membuat persamaan matematika berdasarkan tabel di atas.

**Pers. 1**  $\rightarrow 1 = b$

**Pers. 2**  $\rightarrow 1 = d$

**Pers. 3**  $\rightarrow 3 = c + 2d$

**Pers. 4**  $\rightarrow a = 2c$

**Pers. 5**  $\rightarrow a = 2b$

### Langkah 4

Menggunakan operasi matematika untuk menghitung nilai a, b, c dan d. Berdasarkan persamaan tersebut diketahui **b = d = 1**.

Dengan mensubstitusikan b pada pers.5 diperoleh **a = 2**. Dengan mensubstitusikan a pada pers.4 diperoleh **c = 1**.

Sehingga perbandingan koefisien pada persamaan tersebut adalah 1 : 2 : 1 : 1 : 1.

4. Nilai a,b,c,d, e pada reaksi berikut setelah disetarakan adalah ....  
 $a\text{KMnO}_4(\text{aq}) + b\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnO}_4(\text{aq}) + c\text{KMnO}_4(\text{aq}) + d\text{KCl}(\text{aq}) + e\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

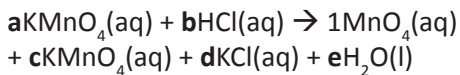
- A. 3-2-4-2-4                      D. 3-2-4-2-4  
 B. 1-4-2-3-2                      E. 3-4-2-4-2  
 C. 3-2-2-4-2

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

**Langkah 1**

Memberi koefisien 1 pada senyawa  $\text{MnO}_4$ .



**Langkah 2**

Membuat tabel menghitung jumlah atom masing-masing reaktan dan produk.

Atom	Jumlah di reaktan	Jumlah di produk
K	2a	c+d
Mn	a	1+c
O	4a	2+4c+e
H	b	2e
Cl	b	d

**Langkah 3**

Membuat persamaan matematis berdasarkan tabel untuk mencari nilai a, b, c, d, dan e

**Pers. 1**  $\rightarrow 2a = c + d$

**Pers. 2**  $\rightarrow a = 1 + c$

**Pers. 3**  $\rightarrow 4a = 2 + 4c + e$

**Pers. 4**  $\rightarrow b = 2e$

**Pers. 5**  $\rightarrow b = d$

**Langkah 4**

Menggunakan operasi matematika pada persamaan tersebut.

Berdasarkan pers. 2 dan 3 diperoleh:

$$4(1 + c) = 2 + 4c + e$$

$$4 + 4c = 2 + 4c + e$$

$$e = 2$$

Berdasarkan persamaan 4 dan 5 diperoleh:

$$b = d = 2e \text{ sehingga diketahui } b = d = 4$$

Dengan mensubstitusikan nilai d pada pers.1 diperoleh  $2a = c + 4$  (pers A)

Dengan mensubstitusikan nilai e pada pers.3 diperoleh  $4a = 2 + 4c$  (pers B)

Menggunakan metode eliminasi pada pers A dan B diperoleh

$$2a = c + 4 \quad | \times 4 | \quad 8a = 4c + 16$$

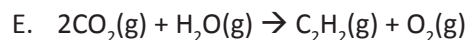
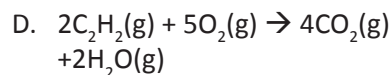
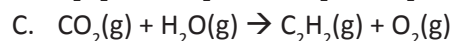
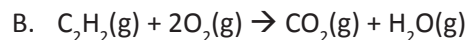
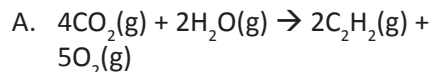
$$4a = 4c + 4 \quad | \times 1 | \quad 4a = 4c + 4 \quad -$$

$$4a = 12 \rightarrow a = 3$$

Dengan mensubstitusikan a pada pers.2 diperoleh  $3 = 1 + c$  sehingga **c = 2**

Jadi, nilai a = 3, b = 4, c = 2, d = 4, dan e = 2.

5. Proses pengelasan dan pemotongan logam membutuhkan energi panas yang sangat besar. Energi panas tersebut dapat diperoleh dari Reaksi pembakaran gas asetilen. Reaksi pembakaran gas asetilen yang benar setelah disetarakan adalah ....



**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Reaksi pembakaran melibatkan oksigen dan menghasilkan gas karbon dioksida serta air. Pilihan A, C, dan E merupakan reaksi pembentukan gas etilen. Sehingga reaksi pembakaran gas etilen yang setara adalah  $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . Reaksi pada pilihan B, belum setara.

BAB  
19

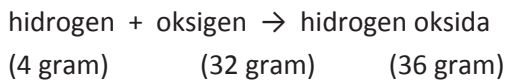
# HUKUM DASAR DAN PERHITUNGAN KIMIA

## A. Hukum Dasar Kimia

### 1. Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)

Yaitu: "Dalam sistem tertutup, massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama."

Contoh:



### 2. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

Yaitu: "Perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap dan tertentu."

Massa H <sub>2</sub> (gram)	Massa O <sub>2</sub> (gram)	Massa H <sub>2</sub> O (gram)	Massa zat sisa
1	8	9	-
2	8	9	1 gram H <sub>2</sub>
1	9	9	1 gram O <sub>2</sub>
2	16	18	-

Dari tabel tersebut terlihat bahwa setiap 1 gram gas hidrogen bereaksi dengan 8 gram oksigen menghasilkan 9 gram air. Hal ini membuktikan bahwa massa hidrogen dan massa oksigen yang terkandung dalam air memiliki perbandingan yang tetap, yaitu 1 : 8, berapa pun banyaknya air yang terbentuk.

### 3. Hukum Perbandingan Berganda (Hukum Dalton)

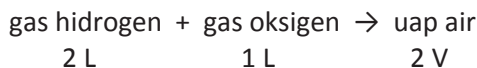
Yaitu: "Jika dua jenis unsur dapat membentuk lebih dari satu macam senyawa, maka perbandingan massa salah satu unsur yang terikat pada unsur lain (yang massanya sama), hasil perbandingannya merupakan bilangan bulat dan sederhana."

Senyawa	Massa Nitrogen (gram)	Massa Oksigen (gram)	Perbandingan
N <sub>2</sub> O	28	16	7 : 4
NO	14	16	7 : 8
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28	48	7 : 12
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	28	64	7 : 16

Dari tabel tersebut, jika massa N dibuat tetap (sama) sebanyak 7 gram, maka perbandingan massa oksigen menjadi N<sub>2</sub>O : NO : N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> = 4 : 8 : 12 : 16 atau 1 : 2 : 3 : 4

#### 4. Hukum Perbandingan Volume (Hukum Guy Lussac)

Yaitu: "Pada suhu dan tekanan yang sama, perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan hasil reaksi merupakan bilangan bulat dan sederhana". Contoh:

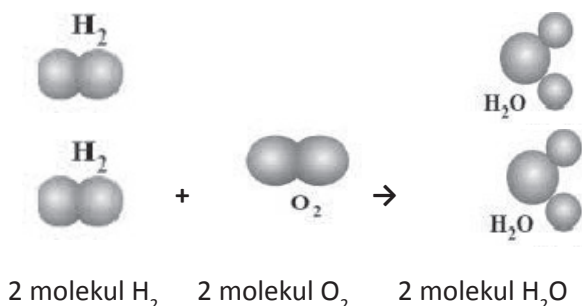
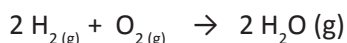


Perbandingan volumenya = 2 : 1 : 2

#### 5. Hukum Avogadro

Yaitu: "Pada suhu dan tekanan yang sama, gas-gas yang volumenya sama mengandung jumlah partikel yang sama pula." Contoh:

Pada pembentukan molekul H<sub>2</sub>O



## B. Stoikiometri

### 1. Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif

Karena massa atom sangat kecil, maka para ahli memberi atom dengan satuan sma.

$$1 \text{ sma} = \frac{1}{12} \text{ massa satu atom } ^{12}\text{C}.$$

#### a. Massa Atom Relatif (A<sub>r</sub>)

$$A_r \text{ Unsur X} = \frac{\text{massa rata-rata atom unsur X}}{1/12 \text{ massa satu atom unsur } ^{12}\text{C}}$$

#### b. Massa Molekul Relatif (M<sub>r</sub>)

$$M_r \text{ Senyawa XZ} = \frac{\text{massa satu molekul XZ}}{1/12 \text{ massa satu atom } ^{12}\text{C}}$$

Untuk menentukan M<sub>r</sub> suatu senyawa dari A<sub>r</sub>, yaitu dengan menjumlahkan A<sub>r</sub> masing-masing unsur dalam senyawa tersebut.

$$M_r = \sum A_r \text{ atom penyusun}$$

## 2. Konsep Mol

Dalam ilmu kimia, untuk menyatakan satuan jumlah atau banyaknya partikel (molekul, atom, atau ion) penyusun zat digunakan satuan mol. 1 mol sama dengan jumlah partikel sebanyak  $6,02 \times 10^{23}$  partikel. Jumlah partikel ini disebut dengan Bilangan Avogadro ( $N_A$ ).

### a. Hubungan mol dengan jumlah partikel

$$\text{Jumlah partikel} = \text{mol} \times N_A$$

### b. Hubungan mol dengan massa

$$\text{Massa} = \text{mol} \times A_r \text{ atau } M_r$$

### c. Hubungan mol dengan molaritas

$$\text{Molaritas (M)} = \text{mol/volume (L)}$$

### d. Hubungan mol dengan molaritas

1) Jika keadaan standar (STP) ( $0^\circ\text{C}$ , 1 atm)

$$\text{Volume} = \text{mol} \times 22,4 \text{ L}$$

2) Jika keadaan gas tidak standar (tidak  $0^\circ\text{C}$ , 1 atm)

$$P V = n R T$$

P = tekanan gas (atm)

V = volume gas (L)

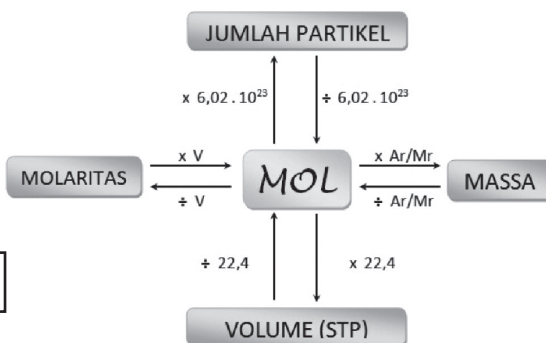
n = mol gas

R = tetapan ( $0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

T = suhu (K)

3) Perbandingan dua gas

$$\frac{\text{mol A}}{\text{mol B}} = \frac{\text{volume gas A}}{\text{volume gas B}}$$



## 3. Persen Massa (%Massa)

Persentase massa unsur X dalam senyawa XY adalah

$$\% \text{ massa X} = \frac{(\text{jumlah atom X}) \times (A_r \text{ X})}{M_r \text{ XY}} \times 100\%$$

Persentase massa zat A dalam campuran AB adalah

$$\% \text{ massa A} = \frac{\text{massa zat A}}{\text{massa campuran AB}} \times 100\%$$

#### 4. Molaritas (M)

Kemolaran = mol x volume

$$\text{Kemolaran} = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{v}$$

Pengenceran:

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$V_1$  = volume sebelum pengenceran

$V_2$  = volume setelah pengenceran

$M_1$  = molaritas sebelum pengenceran

$M_2$  = molaritas setelah pengenceran

#### 5. Rumus Empiris dan Rumus Molekul

Rumus empiris adalah rumus kimia yang menyatakan perbandingan paling sederhana dari jumlah atom-atom yang menyusun suatu senyawa. Rumus molekul adalah rumus kimia yang menyatakan jenis dan jumlah atom yang menyusun suatu senyawa.

$$RM = (RE)_n$$

Harga n bergantung pada  $M_r$  zat. Contoh:

Senyawa	Rumus Molekul	Rumus Empiris
Benzena	$C_6H_6$	CH
Etena	$C_2H_4$	$CH_2$
Glukosa	$C_6H_{12}O_6$	$CH_2O$

#### 6. Air Kristal

Air kristal adalah banyaknya molekul air yang terdapat dalam suatu kristal yang dinyatakan dalam rumus kimianya. Senyawa yang mengandung air kristal disebut senyawa hidrat, sedangkan senyawa yang tidak mengandung air kristal disebut senyawa anhidrat. Contoh senyawa hidrat: garam Inggris ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ), gipsum ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ).

#### 7. Kemurnian (Kadar)

Kemurnian (kadar) digunakan untuk menyatakan jumlah zat dalam campuran.

$$\text{kadar (\%)} = \frac{\text{massa zat dalam eksperimen}}{\text{massa sampel}} \times 100\%$$

#### 8. Pereaksi Pembatas

Pereaksi pembatas adalah pereaksi yang terlebih dahulu habis atau pereaksi yang terdapat dalam jumlah yang relatif terkecil dalam hubungan stoikiometrinya. Dalam persamaan reaksi, ada angka koefisien reaksi yang menyatakan:

- perbandingan atom atau molekul zat pereaksi dan zat hasil reaksi
- perbandingan mol zat pereaksi dan hasil reaksi

Untuk reaksi yang berwujud gas, koefisien reaksi yang menyatakan perbandingan volume zat pereaksi dengan zat hasil reaksi (jika diukur pada temperatur dan tekanan yang sama)



## Soal Bahas Hukum Dasar & Perhitungan Kimia

1. Tahap awal pembuatan asam nitrat di industri melibatkan reaksi antara  $\text{NH}_3$  dan  $\text{O}_2$  yang menghasilkan gas NO dan uap air sesuai persamaan reaksi berikut.  
 $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  (belum setara)

Jika diperlukan 16 gram gas  $\text{O}_2$  ( $A_r \text{ O} = 16$ ) serta reaksi diukur pada  $0^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm (STP) maka volume gas NO yang dihasilkan adalah....

- A. 8,96 liter                      D. 11,90 liter  
 B. 9,60 liter                      E. 17,90 liter  
 C. 11,20 liter

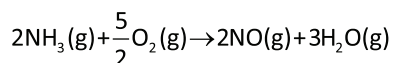
**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Massa  $\text{O}_2 = 16$  gram

$$\text{mol O}_2 = \frac{\text{massa O}_2}{M_r \text{ O}_2} = \frac{16}{32} = 0,5 \text{ mol}$$

Reaksi setara:



$$\begin{aligned} \text{mol NO} &= \frac{2}{2,5} \times \text{mol O}_2 \\ &= \frac{2}{2,5} \times 0,5 \text{ mol} = 0,4 \text{ mol} \end{aligned}$$

Volume gas NO pada STP

$$\begin{aligned} &= \text{mol gas NO} \times 22,4 \\ &= 0,4 \times 22,4 = 8,96 \text{ liter} \end{aligned}$$

2. Proses pengolahan silikon di industri dilakukan dengan cara mereduksi silika dengan karbon dalam tanur listrik sesuai dengan reaksi:  
 $\text{SiO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$  (belum setara)

Jika 1 hari industri tersebut dapat menghasilkan 15 ton silika, maka massa silikon yang dihasilkan adalah .... ( $A_r \text{ Si} = 28$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{C} = 12$ )

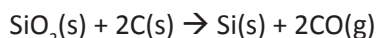
- A. 5 ton                                  D. 8 ton  
 B. 6 ton                                  E. 9 ton  
 C. 7 ton

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

$$\begin{aligned} \text{mol SiO}_2 &= \frac{\text{massa SiO}_2}{M_r \text{ SiO}_2} \\ &= \frac{15 \times 10^6 \text{ gram}}{60 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,25 \times 10^6 \text{ mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan reaksi setara



$$\text{Mol Si} = \text{mol SiO}_2 = 0,25 \times 10^6 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Si} &= n \times M_r \\ &= 0,25 \times 10^6 \text{ mol} \times 28 \\ &= 7 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Bahan pupuk yang kadar nitrogennya ( $A_r \text{ N} = 14$ ) paling tinggi adalah ....

- A.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                       ( $M_r = 128$ )  
 B.  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$                       ( $M_r = 60$ )  
 C.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$                       ( $M_r = 80$ )  
 D.  $\text{NaNO}_3$                       ( $M_r = 85$ )  
 E.  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$                       ( $M_r = 149$ )

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Mencari kadar nitrogen

$$= \frac{n(\text{banyaknya atom N}) \times A_r \text{ N}}{M_r} \times 100 \%$$

- A. Kadar nitrogen =  $\frac{2 \times 14}{128} \times 100\%$   
 = 21,875%  
 B. Kadar nitrogen =  $\frac{2 \times 14}{60} \times 100\%$   
 = 46,667%  
 C. Kadar nitrogen =  $\frac{1 \times 14}{80} \times 100\%$   
 = 17,5%  
 D. Kadar nitrogen =  $\frac{1 \times 14}{85} \times 100\%$   
 = 16,471%  
 E. Kadar nitrogen =  $\frac{3 \times 14}{149} \times 100\%$   
 = 28,188%

4. Perhatikan tabel percobaan dari reaksi pembentukan besi(III) oksida dari besi dan oksigen berikut!

Massa Fe (gram)	Massa O (gram)	Massa Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (gram)
4	1,5	5
7	3	10
10,5	6	15
21	10	30

Berdasarkan tabel tersebut, perbandingan massa Fe dan O dalam senyawa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah ....

- A. 1 : 4                      D. 3 : 7  
 B. 2 : 3                      E. 7 : 3  
 C. 3 : 2

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Berdasarkan hukum Kekekalan massa, massa sebelum dan sesudah bereaksi adalah tetap atau sama. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh bahwa ketika 7 gram Fe bereaksi dengan 3 gram O, terbentuk 10 gram Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Hal ini sesuai dengan hukum Kekekalan energi. Dengan demikian, perbandingan massa Fe dengan O dalam senyawa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah 7 : 3. Sisa unsur yang terlibat dalam reaksi tersebut sebagai berikut.

Massa Fe (gram)	Massa O (gram)	Massa Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (gram)	Massa Sisa
4	1,5	5	1,5 gram Fe
7	3	10	tidak bersisa
10,5	6	15	1,5 gram O
21	10	30	1 gram O

5. Suatu tabung berisi gas O<sub>2</sub> dan tabung lain berisi gas CH<sub>4</sub>. Jika kedua gas ditimbang pada tekanan dan suhu sama, ternyata kedua gas mempunyai berat yang sama. Pernyataan yang benar mengenai gas O<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> adalah ....

- A. Jumlah molekul gas O<sub>2</sub> = dua kali jumlah molekul gas CH<sub>4</sub>  
 B. Jumlah molekul gas O<sub>2</sub> = jumlah molekul gas CH<sub>4</sub>  
 C. Volume gas O<sub>2</sub> = setengah kali volume gas CH<sub>4</sub>  
 D. Volume gas CH<sub>4</sub> = setengah kali volume gas O<sub>2</sub>  
 E. Volume gas O<sub>2</sub> = dua kali volume gas CH<sub>4</sub>

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Pada suhu dan tekanan yang sama, perbandingan mol gas = perbandingan volume gas.

$$\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} = \frac{\text{volume } O_2}{\text{volume } CH_4}$$

Massa O<sub>2</sub> = massa CH<sub>4</sub> = x gram

$$\frac{\frac{\text{massa } O_2}{M_r O_2}}{\frac{\text{massa } CH_4}{M_r CH_4}} = \frac{\text{volume } O_2}{\text{volume } CH_4}$$

$$\frac{\text{volume } O_2}{\text{volume } CH_4} = \frac{x}{16}$$

$$\frac{\text{volume } O_2}{\text{volume } CH_4} = \frac{1}{2}$$

$$\text{volume } O_2 = \frac{1}{2} \text{ volume } CH_4$$

Jumlah molekul O<sub>2</sub> = ½ jumlah molekul CH<sub>4</sub>

# RINGKASAN MATERI

## Biologi

1. Hakikat Biologi
2. Makhluk Hidup Mikroskopis dan Virus
3. Kingdom Plantae
4. Kingdom Animalia
5. Keanekaragaman Hayati
6. Ekosistem dan Lingkungan
7. Sel dan Jaringan
8. Sistem Organ Manusia
9. Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan
10. Metabolisme
11. Bioteknologi
12. Substansi Materi Genetik
13. Pembelahan Sel
14. Pola Hereditas
15. Mutasi
16. Evolusi

BAB  
1

## HAKIKAT BIOLOGI

Ruang lingkup Biologi mencakup berbagai jenis makhluk hidup dan makhluk yang pernah hidup di bumi pada masa lampau. Ilmu Biologi mempelajari seluruh makhluk hidup, baik makhluk hidup uniseluler maupun multiseluler.

**A. Hakikat Biologi Sebagai Sains**

Biologi berasal dari bahasa Yunani yaitu *bios* yang berarti hidup dan *logos* yang berarti ilmu. Jadi, biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup.

**1. Objek Kajian Biologi**

Objek kajian biologi diklasifikasikan menjadi lima kingdom yaitu Monera (Eubacteria dan Archaeobacteria), Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia. Objek kajian Biologi berupa tingkat organisasi makhluk hidup, dari yang paling sederhana hingga paling kompleks. Tingkatan tersebut sebagai berikut.

- a. Tingkat molekul: molekul merupakan partikel penyusun sel makhluk hidup yang paling sederhana.
- b. Tingkat sel: sel merupakan unit kehidupan terkecil dari makhluk hidup.
- c. Tingkat jaringan: jaringan merupakan sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi sama.
- d. Tingkat organ: organ merupakan kumpulan berbagai jaringan yang menjalankan suatu fungsi tertentu dalam tubuh makhluk hidup.
- e. Tingkat sistem organ: sistem organ merupakan kumpulan berbagai organ yang saling bekerja sama menjalankan fungsi tertentu dalam tubuh makhluk hidup.
- f. Tingkat individu: individu merupakan organisme tunggal yang memiliki berbagai sistem organ di dalam tubuhnya.
- g. Tingkat populasi: populasi merupakan kumpulan individu sejenis yang menempati suatu tempat tertentu pada waktu yang sama.
- h. Tingkat komunitas: komunitas merupakan kumpulan berbagai populasi yang saling berinteraksi satu sama lain dalam suatu area yang sama.
- i. Tingkat ekosistem: ekosistem merupakan bentuk organisasi kehidupan hasil interaksi antarmakhluk hidup penyusun komunitas dengan lingkungannya.
- j. Tingkat bioma: bioma merupakan daratan yang luas dan memiliki iklim, tanah, tumbuhan, dan hewan yang sama.
- k. Tingkat biosfer: biosfer merupakan tingkat organisasi kehidupan yang paling kompleks karena terdiri atas berbagai macam ekosistem yang ada di seluruh dunia.

## 2. Cabang-Cabang Ilmu Biologi

Beberapa cabang ilmu biologi dengan objek kajiannya sebagai berikut.

- a. Anatomi: mempelajari struktur dalam tubuh makhluk hidup.
- b. Botani: mempelajari tumbuhan dan kehidupannya.
- c. Ekologi: mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
- d. Embriologi: mempelajari tahapan perkembangan makhluk hidup dari zigot hingga menjadi organisme.
- e. Evolusi: mempelajari sejarah perkembangan kehidupan makhluk hidup masa lampau hingga sekarang.
- f. Fisiologi: mempelajari proses dan kegiatan di dalam tubuh makhluk hidup.
- g. Genetika: mempelajari pewarisan sifat pada makhluk hidup.
- h. Mikrobiologi: mempelajari mikroorganisme dan kehidupannya.
- i. Taksonomi: mempelajari pengelompokan makhluk hidup ke dalam tingkatan-tingkatan tertentu.
- j. Zoologi: mempelajari hewan dan kehidupannya.

## 3. Peran Biologi bagi Kehidupan

Biologi telah dimanfaatkan untuk menghasilkan produk-produk yang bermanfaat bagi manusia, di antaranya di bidang industri makanan, di bidang kesehatan, serta di bidang pertanian dan peternakan. Di bidang industri makanan, biologi dimanfaatkan untuk menghasilkan produk-produk bahan dasar olahan makanan seperti roti, kecap, tapai, keju, dan minuman fermentasi. Di bidang kesehatan, biologi dimanfaatkan untuk menghasilkan berbagai produk obat-obatan dan vaksin. Di bidang pertanian dan peternakan, biologi dimanfaatkan untuk memproduksi bibit tanaman dan hewan peternakan yang berkualitas unggul.

## B. Metode Ilmiah

Metode tertentu untuk menemukan jawaban dari suatu pertanyaan dinamakan metode ilmiah. Adapun hasil jawaban ditulis dalam metode tertentu yang dinamakan laporan ilmiah.

### 1. Metode Ilmiah

Metode ilmiah adalah suatu kegiatan penelitian objektif untuk menemukan, mengembangkan, dan menguji suatu ilmu pengetahuan. Metode ini menerapkan langkah-langkah yang sistematis, teratur, dan terkontrol. Pelaksanaan metode ilmiah meliputi tujuh tahapan berikut.

- a. Pemilihan masalah
- b. Perumusan masalah
- c. Pengumpulan keterangan
- d. Penyusunan hipotesis
- e. Pengujian hipotesis
- f. Pengolahan data
- g. Pengambilan kesimpulan

## 2. Sikap Ilmiah

Dalam melakukan langkah-langkah untuk melaksanakan metode ilmiah, seorang peneliti harus menerapkan sikap ilmiah. Sikap ilmiah tersebut sebagai berikut.

- Mampu membedakan opini dan fakta
- Memiliki rasa ingin tahu
- Peduli lingkungan
- Jujur terhadap fakta
- Terbuka dan fleksibel
- Berani mencoba
- Berpendapat secara ilmiah dan kritis
- Bekerja sama
- Ulet dan gigih
- Bertanggung jawab

## 3. Laporan Ilmiah

Hasil penelitian dikomunikasikan dalam bentuk laporan, makalah, maupun jurnal. Penulisan hasil penelitian harus mempunyai unsur-unsur berikut ini.

- Judul laporan
- Prakata
- Daftar isi
- Pendahuluan
- Tinjauan pustaka
- Metode penelitian
- Hasil dan pembahasan
- Kesimpulan
- Lampiran

### Soal Bahas Hakikat Biologi

1. Alelopati merupakan mekanisme kimiawi tumbuhan dalam menghadapi kompetisi dengan tumbuhan lain. Fenomena tersebut dipelajari pada tingkat organisasi dan objek biologi yang dikaji melalui cabang ilmu ....

- komunitas-fisiologi
- individu-ekologi
- populasi-evolusi
- organ-morfologi
- komunitas-ekologi

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Mekanisme kimiawi tumbuhan dalam menghadapi kompetisi merupakan wujud pertahanan diri untuk menghadapi ancaman di dalam komunitas.

Komunitas adalah kumpulan populasi dari berbagai spesies yang saling berinteraksi dalam suatu habitat. Adapun alelopati merupakan suatu bentuk pertahanan berupa suatu zat kimia yang dimiliki oleh tumbuhan secara alami. Oleh karena itu, fenomena tersebut dapat

dikaji melalui cabang ilmu fisiologi tumbuhan. Fisiologi merupakan cabang ilmu Biologi yang mempelajari proses faal tubuh makhluk hidup.

2. Perkembangan ilmu biologi molekuler di bidang peternakan melalui teknik fertilisasi *in vitro* bermanfaat untuk ....
  - A. pemenuhan pangan berupa protein
  - B. mencegah penularan penyakit
  - C. pembuatan biogas
  - D. menghasilkan antibiotik
  - E. membuat hewan tahan penyakit

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Pada teknik fertilisasi *in vitro*, pembuahan dilakukan pada suatu media sehingga dapat dihasilkan embrio di luar kandungan induk betina dalam jumlah tertentu. Teknologi ini dapat digunakan untuk memproduksi hewan yang bersifat unggul dalam jumlah banyak. Sebagai contoh induk hewan jantan maupun betina yang memiliki sifat unggul yang tahan terhadap suatu penyakit, diambil sperma dan ovumnya kemudian dilakukan fertilisasi *in vitro*. Embrio yang dihasilkan kemudian diimplantasikan ke dalam rahim hewan betina lain yang sejenis. Dengan demikian, dapat dihasilkan hewan yang tahan terhadap penyakit dalam jumlah banyak.

3. Keberadaan walang sangit di sawah dapat menyebabkan petani padi mengalami kerugian karena hasil panennya menurun. Peranan ilmu Biologi yang berwawasan lingkungan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah ....
  - A. membasmi walang sangit dengan insektisida kimia
  - B. menciptakan tanaman padi transgenik yang anti hama
  - C. membakar tanaman padi yang terserang hama walang sangit

- D. merusak habitat walang sangit agar tidak dapat berkembang biak
- E. mengendalikan populasi walang sangit menggunakan predator alaminya

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Cara yang paling efektif untuk mengendalikan populasi walang sangit di sawah yaitu dengan menggunakan predator alaminya, misal tomcat dan laba-laba. Tomcat dan laba-laba akan memangsa walang sangit sehingga populasi walang sangit dapat dikendalikan secara alami. Cara tersebut terbukti efektif serta ramah lingkungan.

4. Dahulu orang beranggapan bahwa penyakit malaria disebabkan oleh udara buruk. Berkat kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang kedokteran/kesehatan, penyakit ini dapat dibasmi dan diupayakan penyembuhannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cara efektif pencegahan malaria yang disebabkan oleh gigitan nyamuk *Anopheles* sp. adalah ....
  - A. melepas predator nyamuk *Anopheles*
  - B. memutus daur hidup nyamuk *Anopheles*
  - C. mengobati penderita malaria sampai tuntas
  - D. memproduksi obat kimia sebanyak mungkin
  - E. mengisolasi penderita malaria di ruang khusus

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Penyakit malaria disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang hidup dalam darah. *Plasmodium* ini dapat ditularkan melalui nyamuk *Anopheles* sp. Nyamuk *Anopheles* sp. bertelur di air. Telur ini biasanya akan menetas menjadi jentik-jentik setelah dua hari.

Oleh karena itu, cara pembasmian nyamuk *Anopheles* sp. yang paling tepat adalah dengan memutus siklus hidupnya. Pemutusan siklus hidup nyamuk dapat dilakukan dengan cara menguras bak mandi minimal seminggu dua kali serta mengubur benda atau barang yang dapat digenangi air. Dengan demikian, jentik-jentik nyamuk tersebut tidak dapat berkembang menjadi nyamuk dewasa. Jadi, pencegahan penyakit malaria yang paling tepat yaitu dengan mencari faktor penyebabnya dan memberantasnya dengan cara yang tepat.

5. Perkembangan ilmu Biologi dalam bidang Mikologi dan Bioteknologi berguna bagi kehidupan manusia. Kedua cabang ilmu Biologi tersebut dapat dimanfaatkan dalam proses pembuatan ....
- A. vaksin
  - B. antibodi monoklonal
  - C. tanaman transgenik
  - D. hormon bovin somatotropin
  - E. produk makanan dengan fermentasi

***Tipe Soal Aplikasi/Terapan***

***Jawaban: E***

Ilmu Mikologi mempelajari kehidupan jamur dan peranannya bagi makhluk hidup. Ilmu Bioteknologi mempelajari teknologi yang memanfaatkan organisme atau bagian-bagiannya untuk mendapatkan barang dan jasa dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan manusia. Kedua cabang ilmu tersebut dimanfaatkan dalam pembuatan produk makanan dengan fermentasi. Sebagai contoh, pembuatan tempe memanfaatkan jamur *Rhizopus oryzae*. Adapun pembuatan vaksin memanfaatkan cabang ilmu Biologi seperti Virologi dan Bioteknologi. Pembuatan antibodi monoklonal, pembuatan tanaman

transgenik, dan pembuatan hormon bovin somatotropin memanfaatkan cabang ilmu Biologi seperti Bakteriologi dan Bioteknologi.



BAB  
2MAKHLUK HIDUP MIKROSKOPIS  
DAN VIRUS

Pada materi ini akan dibahas mengenai virus dan makhluk hidup mikroskopis. Virus memiliki ukuran yang sangat kecil (mikro) menyerupai makhluk hidup mikroskopis.

## A. Virus

Sepintas, virus hampir mirip dengan bakteri. Selain sama-sama berukuran mikroskopis, baik virus maupun bakteri ada yang bersifat menguntungkan dan ada yang bersifat merugikan. Akan tetapi, bakteri merupakan makhluk hidup, sedangkan virus bukan makhluk hidup. Virus dianggap bukan makhluk hidup karena tidak melakukan metabolisme dan sangat tergantung hospesnya untuk tetap hidup dan memperbanyak diri.

Kata virus berasal dari bahasa latin yaitu *virion* yang berarti racun. Hal tersebut berdasarkan sifat virus yang hampir semuanya dapat menyebabkan penyakit pada makhluk hidup.

## 1. Ciri-Ciri Virus

## a. Sifat Virus

Virus hanya dapat memperbanyak diri (replikasi) di dalam sel hidup, memiliki salah satu asam nukleat (DNA atau RNA) dengan selubung protein (kapsid), dan tidak dapat diendapkan dengan sentrifugasi biasa, tetapi dapat dikristalkan.

## b. Ukuran dan Bentuk Virus

Ukuran tubuh virus antara 25–300 nanometer ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Virus dapat diamati menggunakan mikroskop elektron dengan perbesaran mencapai 50.000 kali.

## c. Struktur Virus

Tubuh virus terbagi menjadi tiga bagian sebagai berikut.

- 1) Kepala berbentuk polihedral (segi banyak) yang berisi asam nukleat berupa DNA atau RNA. Pada bagian kepala virus diselubungi protein yang disebut *kapsid*.
- 2) Leher sebagai penghubung antara bagian kepala dan ekor.
- 3) Ekor berfungsi untuk melekatkan diri dan menginfeksi sel inang yang diserang virus. Bagian ini memiliki struktur tambahan berupa selubung ekor, lempengan dasar, dan serabut ekor. Pada setiap ujung serabut ekor terdapat reseptor yang berfungsi menerima rangsang dari luar.

## 2. Peranan Virus Bagi Kehidupan

Virus memiliki berbagai peran dalam kehidupan yang dapat bersifat menguntungkan ataupun merugikan.

### a. Virus yang Merugikan

Beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus sebagai berikut.

- 1) Influenza (flu) pada manusia. Penyakit ini disebabkan oleh *Orthomyxovirus* dan menyerang saluran pernapasan manusia.
- 2) AIDS (*Acquired Immuno Deficiency Syndrome*) pada manusia. Penyakit ini disebabkan oleh virus HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) dan menyerang sel darah putih manusia (sistem kekebalan tubuh).
- 3) Flu burung pada unggas. Penyakit ini disebabkan oleh virus H5N1 (*Avian Influenza*) dan menyerang saluran pernapasan unggas. Virus ini juga diketahui dapat ditularkan kepada manusia.
- 4) Tetelo pada unggas. Penyakit ini disebabkan oleh virus NCD (*New Castle Disease*).
- 5) Mosaik pada tembakau. Penyakit ini disebabkan oleh virus TMV (*Tobacco Mozaic Virus*) dan menyebabkan daun tembakau mengalami bercak-bercak kuning.

### b. Virus yang Menguntungkan

Contoh virus yang bersifat menguntungkan sebagai berikut.

- 1) Virus yang digunakan untuk memproduksi vaksin.
- 2) Virus yang digunakan untuk memproduksi interferon.
- 3) Virus yang digunakan untuk memproduksi profage.

## B. Makhluk Hidup Mikroskopis

Makhluk hidup mikroskopis merupakan makhluk hidup berukuran kecil (mikro). Terdapat beberapa jenis makhluk hidup mikroskopis yaitu bakteri (*Archaeobacteria* dan *Eubacteria*), Protozoa, dan Jamur.

### 1. Bakteri

Dalam sistem klasifikasi lima kingdom, *Archaeobacteria* (*Archae*) dan *Eubacteria* (*Bacteria*) merupakan dua filum yang dimasukkan ke dalam kingdom Monera (bakteri). Pada sistem klasifikasi enam kingdom, *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* diangkat menjadi dua kingdom tersendiri. Bakteri merupakan organisme prokariotik, bersifat uniseluler, mikroskopis, dan nukleusnya hanya berupa satu molekul DNA tanpa membran. Bakteri memiliki struktur tubuh yang tersusun dari lapisan lendir, dinding sel, sitoplasma, membran plasma, ribosom, dan kromosom. Bakteri berkembang biak dengan tiga cara yaitu fragmentasi, pembelahan biner, atau pembentukan tunas.

Oleh karena dibedakan menjadi kingdom yang berbeda, terdapat beberapa ciri yang membedakan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*. Ciri khusus yang membedakan *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* sebagai berikut.

Ciri-Ciri	Archaeobacteria	Eubacteria
Dinding sel	Dinding sel tidak mengandung peptidoglikan.	Dinding sel mengandung peptidoglikan.
Membran sel	Membran sel mengandung lipid dengan ikatan eter.	Membran sel mengandung lipid dengan ikatan ester.
Ribosom	Ribosom mengandung beberapa jenis RNA-polimerase.	Ribosom mengandung satu jenis RNA-polimerase.

Klasifikasi Archaeobacteria dan Eubacteria sebagai berikut.

#### a. Archaeobacteria

Archaeobacteria merupakan bakteri primitif yang bersifat prokariotik. Archaeobacteria digolongkan menjadi tiga kelompok sebagai berikut.

- 1) Bakteri Termoasidofil  
Bakteri ini merupakan bakteri anaerobik yang di lingkungan dengan suhu tinggi dan kadar keasaman tinggi. Contoh *Sulfolobus* sp. dan *Thermoplasma* sp.
- 2) Bakteri Halofil  
Bakteri ini merupakan bakteri aerobik yang mampu hidup pada lingkungan dengan kadar garam tinggi. Contoh *Halobacterium*.
- 3) Bakteri Metanogen  
Bakteri ini merupakan bakteri obligat anaerobik dan kemosintetik yang hidup pada daerah yang kurang oksigen. Bakteri ini mampu menguraikan limbah dalam proses pembusukan sehingga menghasilkan metana. Contoh bakteri metanogen adalah *Methanobacterium*.

#### b. Eubacteria

Eubacteria merupakan bakteri sejati atau bakteri sesungguhnya. Eubacteria digolongkan menjadi lima kelompok sebagai berikut.

- 1) Proteobacteria  
Proteobacteria ada lima kelompok yaitu Proteobacteria Alpha, Proteobacteria Beta, Proteobacteria Gamma, Proteobacteria Delta, dan Proteobacteria Epsilon. Contoh bakteri Proteobacteria Alpha adalah *Rhizobium* sp. Contoh bakteri Proteobacteria Beta adalah *Nitrosomonas* sp. Contoh bakteri Proteobacteria Gamma adalah *Salmonella* sp., *Vibrio cholera*, dan *Escherichia coli*.
- 2) Chlamydiae  
Bakteri ini merupakan bakteri parasit yang hanya dapat hidup sebagai parasit dalam sel-sel makhluk hidup lain. Contohnya adalah *Chlamydia trachomatis*.
- 3) Spirochetes  
Bakteri ini merupakan bakteri gram negatif yang bersifat kemoheterotrof. Contohnya adalah *Treponema pallidum*.
- 4) Bakteri Gram Positif  
Bakteri ini ada yang bersifat kemoheterotrof dan ada yang mampu berfotosintesis. Contohnya adalah *Clostridium botulinum*, *Bacillus anthracis*, *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp., dan *Streptomyces* sp.
- 5) Cyanobacteria  
Kelompok bakteri ini memiliki berbagai pigmen warna sehingga mengakibatkan warna yang beraneka ragam. Contohnya adalah *Anabaena* sp. dan *Oscillatoria rubescens*.

Bakteri memiliki berbagai peran bagi kehidupan baik yang bersifat menguntungkan ataupun merugikan. Peran bakteri bagi kehidupan sebagai berikut.

**a. Bakteri yang Menguntungkan**

Beberapa jenis bakteri yang bersifat menguntungkan sebagai berikut.

- 1) *Rhizobium leguminosarum* berperan dalam pengikatan nitrogen bebas di udara.
- 2) *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, dan *Nitrobacter* membantu proses pembentukan senyawa nitrat dalam tanah.
- 3) *Lactobacillus bulgaricus* berperan dalam pembuatan yoghurt.
- 4) *Acetobacter xylinum* berperan dalam pembuatan *nata de coco*.
- 5) *Escherichia coli* membantu pembusukan makanan di usus besar manusia.
- 6) *Streptomyces griseus* berperan dalam proses pembuatan antibiotik streptomisin.

**b. Bakteri yang Merugikan**

Beberapa jenis bakteri yang bersifat merugikan bagi kehidupan sebagai berikut.

- 1) *Mycobacterium tuberculosis* menyebabkan penyakit TBC pada manusia.
- 2) *Treponema pallidum* menyebabkan penyakit sifilis pada manusia.
- 3) *Salmonella typhi* menyebabkan penyakit tifoid.
- 4) *Rickettsia* menyebabkan penyakit tifus.
- 5) *Bacillus anthracis* menyebabkan penyakit antraks pada sapi.

**2. Protista**

Protista merupakan organisme eukariotik yang tidak dapat dimasukkan ke dalam kelompok jamur, tumbuhan, maupun hewan. Protista dibagi menjadi tiga kelompok sebagai berikut.

**a. Algae (Protista Mirip Tumbuhan)**

Algae mempunyai klorofil sehingga dapat melakukan fotosintesis, bersifat uniseluler, namun ada juga yang bersifat multiseluler. Algae bereproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual pada Algae terjadi dengan cara pembelahan biner, fragmentasi, dan pembentukan spora. Sementara itu, reproduksi seksual pada Algae terjadi dengan penyatuan dua gamet yang berbeda jenis. Penyatuan dua gamet terjadi dengan perantara air. Penyatuan tersebut menghasilkan zigot yang akan tumbuh menjadi individu baru.

Algae dapat dibedakan menjadi beberapa filum berikut.

No.	Filum	Selularitas	Warna Tubuh	Habitat	Contoh
1.	Dinoflagellata	Uniseluler	Cokelat	Air tawar dan air laut	<i>Noctiluca</i> dan <i>Ceratium</i>
2.	Euglenophyta	Uniseluler	Hijau	Air tawar dan air laut	<i>Euglena</i>
3.	Bacillariophyta	Uniseluler	Cokelat pudar	Air tawar dan air laut	<i>Navicula</i>
4.	Chrysophyta	Uniseluler dan multiseluler	Kuning keemasan	Air tawar	<i>Dinobryon</i>
5.	Chlorophyta	Uniseluler dan multiseluler	Hijau	Air tawar dan air laut	<i>Chara</i> dan <i>Ulva</i>

6.	Rhodophyta	Multiseluler	Merah	Air tawar dan air laut	<i>Gelidium</i> dan <i>Eucheuma</i>
7.	Phaeophyta	Multiseluler	Cokelat pudar	Air laut	<i>Turbinaria</i> dan <i>Sargassum</i>

Beberapa contoh Algae dan perannya sebagai berikut.

- 1) *Gelidium robustum* digunakan sebagai bahan pembuat agar-agar.
- 2) *Laminaria* sp. digunakan sebagai bahan pembuat gel dan kosmetik.
- 3) *Chlorella* sp. dimanfaatkan sebagai bahan makanan tambahan (berprotein tinggi).
- 4) *Ulva* sp. dimanfaatkan sebagai bahan makanan.
- 5) *Navicula* sp. digunakan sebagai bahan campuran semen, dinamit, dan bahan penggosok.

#### b. Protozoa

Protozoa berasal dari bahasa Yunani yaitu *protos* (pertama) dan *zoon* (hewan), sehingga Protozoa dapat diartikan sebagai hewan permulaan atau awal. Protista bersifat heterotrof, dapat bergerak aktif, dan tubuhnya belum terdiferensiasi secara jelas. Protozoa melakukan reproduksi aseksual dengan cara pembelahan biner dan melakukan reproduksi seksual dengan cara konjugasi. Dalam kondisi yang tidak menguntungkan, beberapa Protozoa membentuk sel tidak aktif yang disebut *kista*. Setelah lingkungan membaik, dinding kista pecah dan Protozoa dapat hidup secara normal.

Protozoa dapat dibedakan menjadi beberapa filum sebagai berikut.

No.	Filum	Ciri-ciri	Contoh
1.	Rhizopoda	Memiliki pseudopodia sebagai alat gerak dan alat bantu makan.	<i>Amoeba</i>
2.	Actinopoda	Memiliki pseudopodia ramping (axopodia) sebagai alat bantu makan.	<i>Actinophrys</i>
3.	Zooflagellata	Memiliki flagela sebagai alat bantu gerak.	<i>Trypanosoma</i>
4.	Foraminifera	Memiliki cangkang berpori dan bergerak sangat lamban.	<i>Polystomella</i>
5.	Ciliata	Memiliki silia (bulu getar) sebagai alat bantu gerak.	<i>Stentor</i>
6.	Sporozoa	Bersifat parasit, berbentuk spora, dan tidak memiliki alat gerak.	<i>Plasmodium</i>

Beberapa contoh Protozoa dan perannya bagi kehidupan sebagai berikut.

- 1) Protozoa, umumnya berperan sebagai zooplankton yang merupakan konsumen tingkat pertama dalam ekosistem perairan.
- 2) Foraminifera, fosilnya dapat digunakan sebagai petunjuk dalam pencarian minyak bumi di lautan.
- 3) *Plasmodium falcifarum* merupakan penyebab penyakit malaria.
- 4) *Trypanosoma rhodensiense* merupakan penyebab penyakit tidur pada manusia.
- 5) *Toxoplasma gondii* merupakan penyebab penyakit toxoplasmosis pada manusia.

#### c. Protista Mirip Jamur

Jamur lendir dan jamur air termasuk Protista mirip jamur karena mempunyai kenampakan dan tipe hidup yang menyerupai jamur sejati. Struktur tubuh berbentuk filamen/lembaran, bersifat heterotrof, dan hidup di lingkungan yang lembap.

Kelompok Protista ini dibedakan menjadi beberapa filum yaitu Myxomycota, Oomycota, dan Acrasiomycota. Jamur lendir dan jamur air memiliki peran sebagai berikut.

- 1) *Saprolegnia*, hidup parasit pada bangkai ikan dan serangga.
- 2) *Phytophthora infestans* dapat menyebabkan penyakit busuk pada kentang.
- 3) *Phytophthora faberi* dapat menyebabkan kanker pada batang karet.
- 4) *Plasmospora viticola* hidup sebagai parasit pada buah-buahan.

### 3. Jamur

Jamur (Fungi) sepintas memiliki bentuk yang mirip dengan tumbuhan. Namun, jamur tidak dapat melakukan fotosintesis. Jamur bersifat eukariotik, heterotrof, uniseluler, dan beberapa bersifat multiseluler. Jamur berkembang biak secara generatif dan vegetatif (fragmentsi dan spora).

Kingdom Fungi diklasifikasikan menjadi empat divisi sebagai berikut.

#### a. Zygomycotina

Jamur Zygomycotina memiliki ciri berupa hidup di tempat lembap, membentuk spora istirahat (zigospora), memiliki hifa bercabang dan tidak bersekat (soenositik), dinding sel tersusun dari zat kitin, serta memiliki rizoid. Contoh Zygomycotina sebagai berikut.

- 1) *Beauveria bassiana* dimanfaatkan sebagai insektisida alami.
- 2) *Rhizopus oryzae* dimanfaatkan dalam pembuatan tempe.
- 3) *Mucor hiemalis* digunakan dalam fermentasi susu kedelai.

#### b. Ascomycotina

Jamur Ascomycotina memiliki ciri berupa hifa bersekat dan berinti banyak, ada yang uniseluler dan multiseluler, asoenositik, ada yang saprofit dan parasit, serta dapat menghasilkan spora dalam askus (askospora). Contoh anggota Ascomycotina sebagai berikut.

- 1) *Penicillium vermiculatum* penghasil antibiotik penisilin.
- 2) *Saccharomyces cerevisiae* digunakan sebagai ragi roti dan tapai.
- 3) *Neurospora crassa* dimanfaatkan dalam pembuatan oncom merah.
- 4) *Aspergillus wentii* dimanfaatkan dalam pembuatan kecap.

#### c. Basidiomycotina

Jamur Basidiomycotina memiliki ciri berupa struktur tubuhnya multiseluler, hifa bersekat, ada yang saprofit dan parasit, serta memiliki badan buah (basidiokarp). Contoh anggota Basidiomycotina sebagai berikut.

- 1) *Volvariella volvaceae* (jamur merang) dimanfaatkan sebagai bahan makanan.
- 2) *Auricularia polytricha* (jamur kuping) dimanfaatkan sebagai bahan makanan.
- 3) *Pleurotus* (jamur tiram) dimanfaatkan sebagai bahan makanan.

#### d. Deuteromycotina

Jamur Deuteromycotina memiliki ciri berupa hifa bersekat, dinding sel tersusun dari zat kitin, berukuran mikroskopis, ada yang saprofit dan parasit, serta belum diketahui cara reproduksinya. Contoh anggota Deuteromycotina sebagai berikut.

- 1) *Tinea versicolor* mengakibatkan penyakit panu pada manusia.
- 2) *Epidermophyton floccosum* mengakibatkan penyakit kaki atlet pada manusia.
- 3) *Helminthospora oryzae* sebagai parasit yang merusak kecambah.

## Soal Bahas Makhluk Hidup Mikroskopis dan Virus

- Salah satu peran virus adalah menyerang dan menyebabkan berbagai penyakit pada tumbuhan. Pasangan yang tepat antara jenis virus dengan penyakit pada tumbuhan yang ditimbulkan adalah ....
  - Wheat Mosaic Virus* menyerang tanaman padi
  - Bean Mosaic Virus* menyerang tanaman kacang hijau
  - Tobacco Mosaic Virus* menyebabkan tanaman tembakau menjadi layu
  - Turnip Yellow Mosaic Virus* menyebabkan daun tanaman kapas menggulung
  - Cucumber Mosaic Virus* menyebabkan bercak-bercak pada daun tanaman mentimun
- Suatu Protista memiliki ciri-ciri sebagai berikut!
  - (1) Memiliki klorofil.
  - (2) Memiliki bintik buta.
  - (3) Bergerak menggunakan flagela.
  - (4) Memiliki fotoreseptor.Protista yang memiliki ciri-ciri tersebut termasuk kelompok ....
  - Pyrrophyta
  - Crysophyta
  - Phaeophyta
  - Euglenophyta
  - Bacillariophyta

### Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman

Jawaban: D

Euglenophyta merupakan kelompok Protista mirip tumbuhan yang memiliki klorofil sehingga dapat melakukan fotosintesis. Euglenophyta dapat mendeteksi adanya cahaya untuk fotosintesis karena memiliki bintik buta yang mengandung fotoreseptor. Untuk menuju cahaya, Euglenophyta bergerak menggunakan alat gerak berupa flagela.

### Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman

Jawaban: D

Virus dapat memberikan berbagai pengaruh terhadap kehidupan baik peran positif maupun dampak negatif. Dampak negatif yang ditimbulkan virus misalnya menyebabkan berbagai penyakit saat menyerang tumbuhan. Sebagai contoh *Turnip Yellow Mosaic Virus* yang menyerang tanaman kapas akan mengakibatkan penggulungan daun tanaman kapas. Sementara itu, *Wheat Mosaic Virus* merupakan virus yang menyerang tanaman gandum. *Bean Mosaic Virus* merupakan virus yang menyerang tanaman buncis. *Tobacco Mosaic Virus* merupakan virus yang menyerang tanaman tembakau dan akan menyebabkan gejala bercak-bercak kuning pada daun. *Cucumber Mosaic Virus* merupakan virus yang menyerang tanaman mentimun yang mengakibatkan buah yang dihasilkan berbentuk abnormal.

- Bakteri *Nitrosococcus*, *Nitrosomonas*, dan *Nitrobacter* adalah bakteri nitrifikasi yang menguntungkan tanaman karena berperan dalam ....
  - menyerap zat asam dalam tanah
  - mengikat nitrogen bebas dari udara
  - mengubah senyawa bebas dari udara
  - menyerap zat-zat organik dalam tanah
  - mengubah senyawa amonia menjadi nitrat

### Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman

Jawaban: E

Bakteri nitrifikasi merupakan kelompok bakteri yang mampu menyusun senyawa nitrit dan nitrat dari senyawa amonia yang pada umumnya berlangsung secara aerob

di dalam tanah. Bakteri nitrit misalnya *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*, sedangkan bakteri nitrat misalnya *Nitrobacter*.

4. Perhatikan ciri-ciri Protozoa berikut!
- (1) Tidak memiliki alat gerak.
  - (2) Memiliki alat gerak berupa aksopodia.
  - (3) Berkembang biak dengan membentuk spora.
  - (4) Memiliki cangkang berpori.
  - (5) Bersifat uniseluler.
- Ciri-ciri Protozoa kelompok Sporozoa ditunjukkan oleh nomor ....
- A. (1), (3), dan (4)
  - B. (1), (3), dan (5)
  - C. (1), (4), dan (5)
  - D. (2), (3), dan (4)
  - E. (2), (4), dan (5)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Protozoa dibedakan menjadi beberapa filum, salah satunya adalah Sporozoa. Filum Sporozoa merupakan kelompok Protista uniseluler yang mampu bereproduksi dengan membentuk spora.

Selain itu, Sporozoa tidak memiliki alat gerak. Sementara itu, Protozoa yang memiliki alat gerak berupa aksopodia termasuk filum Actinopoda. Protozoa yang memiliki cangkang berpori termasuk filum Foraminifera.

5. Dilihat dari strukturnya, virus belum dapat digolongkan sebagai sel atau organisme karena ....
- A. ukuran tubuhnya sangat kecil
  - B. virus hanya memiliki sitoplasma
  - C. mempunyai bentuk yang bervariasi
  - D. materi genetik hanya terdiri DNA dan RNA
  - E. tidak mempunyai organel sehingga tidak dapat melakukan metabolisme

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Suatu benda dapat dikatakan hidup jika terdiri atas sel, sedangkan virus tidak terdiri atas sel. Selain itu, virus tidak melakukan metabolisme dan sangat tergantung pada hospesnya untuk tetap hidup.



BAB  
3

## KONGDOM PLANTAE

Kingdom Plantae merupakan kelompok makhluk hidup yang memiliki ciri di antaranya tersusun dari sel eukariotik, termasuk organisme multiseluler, tubuhnya melekat pada substrat menggunakan akar atau rizoid, bersifat autotrof, dan dapat melakukan fotosintesis karena mengandung klorofil. Kingdom Plantae dibagi menjadi tiga divisi yaitu Bryophyta (kelompok tumbuhan lumut), Pteridophyta (kelompok tumbuhan paku), dan Spermatophyta (kelompok tumbuhan berbiji).

## A. Tumbuhan Lumut (Bryophyta)

Tumbuhan lumut merupakan satu-satunya kelompok tumbuhan yang tubuhnya masih berupa talus (lembaran).

## 1. Ciri-Ciri Tumbuhan Lumut

Tumbuhan lumut belum memiliki akar, batang, dan daun sejati. Akan tetapi, memiliki akar semu disebut rizoid yang menggantikan peran akar. Tumbuhan lumut memiliki pembuluh angkut tunggal pada organ tubuhnya. Habitatnya di tempat lembap atau basah. Daur hidupnya mengalami pergiliran keturunan antara fase generatif (gametofit) dan fase vegetatif (sporofit). Fase gametofit lebih dominan daripada fase sporofit.

## 2. Klasifikasi Tumbuhan Lumut

Berdasarkan bentuk gametofit dan sporofitnya, tumbuhan lumut dibedakan menjadi tiga kelas sebagai berikut.

## a. Hepaticopsida (Lumut Hati)

Generasi gametofit lumut hati berupa talus yang berbentuk lembaran seperti hati. Talus berwarna hijau dengan percabangan menggarpu. Sementara itu, sporofit tumbuh dan berkembang di dalam gametofit betina. Contoh tumbuhan lumut hati adalah *Marchantia polymorpha* dan *Riccia fluitans*.

## b. Anthocerotopsida (Lumut Tanduk)

Generasi gametofit lumut tanduk berupa talus dengan tepi rata atau bertoreh. Sporofitnya berada di luar talus yang berbentuk seperti tanduk dengan bagian pangkal yang dilindungi oleh involukrum. Contoh lumut tanduk adalah *Notothylas valvata* dan *Anthoceros fusiformis*.

## c. Bryopsida (Lumut Daun)

Generasi gametofit lumut daun berupa talus yang berbentuk seperti tumbuhan kecil dengan batang semu dan lembaran daun yang tersusun spiral. Pada bagian dasar terdapat rizoid, sedangkan pada bagian pucuk terdapat anteridium dan arkegonium. Contoh lumut daun adalah *Sphagnum* sp. dan *Polytrichum* sp.

### 3. Peran Tumbuhan Lumut

Tumbuhan lumut memiliki berbagai peran bagi kehidupan. Lumut merupakan tumbuhan perintis yang mampu melakukan pelapukan bebatuan serta menambat zat organik sehingga akan menyuburkan tanah. Selain itu, tumbuhan lumut juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat, misalnya *Marchantia polymorpha* yang dapat digunakan sebagai obat gangguan fungsi hati. Tumbuhan lumut juga ada yang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil bahan bakar, misalnya *Sphagnum* sp.

## B. Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan tingkat rendah yang termasuk tumbuhan kormus dan telah memiliki pembuluh walaupun masih sederhana.

### 1. Ciri-Ciri Tumbuhan Paku

Fase sporofit tumbuhan paku lebih dominan daripada fase gametofitnya. Daun muda tumbuhan paku menggulung. Pada daun yang telah tua, bagian permukaan bawah terdapat sporangium berbentuk bulat yang disebut *sorus*. Tumbuhan paku termasuk tumbuhan Cormophyta karena telah dapat dibedakan antara akar, batang, dan daunnya. Batang tumbuhan paku berupa rhizom (rimpang) yang megandung pembuluh xilem dan floem.

### 2. Klasifikasi Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku dapat diklasifikasikan berdasarkan morfologi tubuhnya dan berdasarkan jenis spora yang dihasilkan.

Berdasarkan morfologi tubuhnya, tumbuhan paku dibedakan menjadi empat kelas sebagai berikut.

#### a. Psilophytinae

Psilophytinae merupakan tumbuhan paku paling sederhana dan telah banyak spesiesnya yang punah. Tumbuhan paku kelompok ini memiliki batang beruas-ruas yang nyata dan pada ruas tersebut terdapat daun seperti sisik. Sementara itu, sporangiumnya terletak pada ketiak daun (sinangium). Contoh tumbuhan paku kelompok Psilophytinae adalah *Psilotum triquetrum*.

#### b. Lycopodiinae

Tumbuhan paku ini memiliki akar dan batang menggarpu, daun berukuran kecil bertulang satu dan tidak bertangkai, terdapat sporangium yang membentuk strobilus di ujung batang. Contoh tumbuhan paku kelompok Lycopodiinae adalah *Lycopodium cernuum* dan *Selaginella caudata*.

#### c. Equisetinae

Tumbuhan paku kelompok Equisetinae memiliki batang berongga, memiliki cabang berkarang pada buku-buku batang, daun kecil menyerupai sisik, sporofil berbentuk perisai yang tersusun dalam strobilus pada ujung batang, serta protaliumnya berwarna hijau. Contoh tumbuhan paku kelompok Equisetinae adalah *Equisetum* sp.

#### d. Filicinae

Tumbuhan paku kelompok Filicinae merupakan tumbuhan paku sebenarnya atau tumbuhan paku sejati. Tumbuhan paku ini memiliki daun sempurna, daun muda menggulung, serta menghasilkan spora dalam sporangium yang tersusun dalam sorus. Contoh tumbuhan paku kelompok Filicinae adalah *Adiantum cuneatum* dan *Platyserium bifurcatum*.

Sementara itu, berdasarkan jenis spora yang dihasilkan tumbuhan paku dibedakan menjadi tiga sebagai berikut.

- 1) Paku Homospora  
Tumbuhan paku homospora merupakan kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan satu jenis spora dengan bentuk dan ukuran yang seragam.
- 2) Paku Heterospora  
Tumbuhan paku heterospora merupakan kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan spora yang berbeda. Makrospora pada individu betina dan mikrospora pada individu jantan. Mikrospora memiliki ukuran yang lebih kecil daripada makrospora.
- 3) Paku Peralihan  
Tumbuhan paku peralihan merupakan kelompok tumbuhan paku yang dalam satu individu dapat menghasilkan dua macam spora yaitu spora jantan dan spora betina. Akan tetapi, spora jantan dan betina tersebut memiliki ukuran dan bentuk seragam.

### 3. Peran Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku memiliki berbagai peran yang berbeda-beda dalam kehidupan. Beberapa contoh tumbuhan paku dan perannya sebagai berikut.

- a. *Lycopodium cernuum* dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias dan bahan obat-obatan.
- b. *Equisetum debile* dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan serta bahan pembersih.
- c. *Asplenium nidus* dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias.

## C. Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta)

Tumbuhan berbiji merupakan kelompok tumbuhan dengan tingkat perkembangan filogenik paling tinggi. Ciri khasnya adalah adanya organ berupa biji.

### 1. Ciri-Ciri Tumbuhan Berbiji

Tumbuhan berbiji memiliki akar, batang, dan daun sejati. Perkembangbiakan alami secara generatif menghasilkan biji. Di dalam biji terdapat embrio yang akan tumbuh dan berkembang menjadi individu baru. Alat perkembangbiakan terlihat jelas (bunga atau strobilus). Cara hidupnya fotoautotrof. Memiliki berkas pembuluh. Habitatnya di darat, namun beberapa ada yang hidup mengapung di air.

## 2. Klasifikasi Tumbuhan Berbiji

Berdasarkan letak bijinya, tumbuhan berbiji dibedakan menjadi dua yaitu tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) dan tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae).

### a. Angiospermae

Angiospermae memiliki ciri-ciri di antaranya bakal bijinya terlindungi daun buah (berbiji tertutup), memiliki sistem perakaran serabut dan tunggang, memiliki batang lunak dan keras berkayu, serta memiliki bunga sebagai alat perkembangbiakan utama. Berdasarkan jumlah keping lembaga, tumbuhan berbiji tertutup dibagi menjadi dua yaitu Monocotyledoneae (berkeping satu) dan Dicotyledoneae (berkeping dua).

#### 1) Monocotyledoneae

Tumbuhan Monocotyledoneae memiliki ciri-ciri yaitu biji mengandung satu daun lembaga, sistem perakaran serabut, batang tidak berkambium, bentuk tulang daun melengkung atau sejajar, dan jumlah mahkota bunga kelipatan tiga. Tumbuhan Monocotyledoneae memiliki beberapa suku sebagai berikut.

- a) Suku Poaceae, contohnya padi (*Oryza sativa*), jagung (*Zea mays*), dan gandum (*Triticum sativum*).
- b) Suku Cyperaceae, contohnya rumput teki (*Cyperus rotundus*).
- c) Suku Orchidaceae, contohnya anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*) dan anggrek merpati (*Dendrobium crumenatum*).
- d) Suku Palmae, contohnya kelapa (*Cocos nucifera*) dan pinang (*Areca cathecu*).
- e) Suku Liliaceae, contohnya lidah buaya (*Aloe vera*) dan bawang putih (*Allium cepa*).
- f) Suku Zingiberaceae, contohnya jahe (*Zingiber officinale*) dan bunga tasbih (*Canna hibrida*).
- g) Suku Musaceae, contohnya pisang (*Musa paradisiaca*).

#### 2) Dicotyledoneae

Tumbuhan Dicotyledoneae memiliki ciri-ciri yaitu biji mengandung dua daun lembaga, sistem perakaran tunggang, batang berkambium, pertulangan daun menyirip atau menjari, dan bagian mahkota bunga berjumlah kelipatan 2, 4, atau 5. Tumbuhan Dicotyledoneae memiliki beberapa suku berikut.

- a) Suku Cucurbitaceae, contohnya mentimun (*Cucumis sativus*).
- b) Suku Euphorbiaceae, contohnya daun merah (*Euphorbia pulcherrima*).
- c) Suku Papilionaceae, contohnya kacang tanah (*Arachis hypogaea*) dan kacang hijau (*Phaseolus radiatus*).
- d) Suku Solanaceae, contohnya kentang (*Solanum tuberosum*) dan cabai (*Capsicum frustecens*).
- e) Suku Mimosaceae, contohnya putri malu (*Mimosa pudica*).
- f) Suku Myrtaceae, contohnya kapas (*Gossypium hirsutum*).
- g) Suku Piperaceae, contohnya lada (*Piper nigrum*).

### b. Gymnospermae

Gymnospermae memiliki ciri-ciri di antaranya bakal biji terlindung oleh kulit biji dan tidak terlindung oleh daun buah (biji terbuka), memiliki alat reproduksi berupa strobilus dan tidak berbunga, pada umumnya penyerbukannya dibantu oleh angin, batangnya berkambium sehingga dapat tumbuh besar, serta umumnya daun berukuran kecil, kaku, dan tajam.

Tumbuhan Gymnospermae dikelompokkan ke dalam empat kelas sebagai berikut.

- 1) Cycadinae  
Tumbuhan kelompok Cycadinae dikenal dengan tumbuhan kelompok pakis. Tumbuhan ini merupakan tumbuhan berumah satu yang memiliki batang tidak bercabang, daun tersusun dalam roset batang, majemuk, menyirip, serta daun muda menggulung. Sporofil tersusun dalam strobilus jantan dan betina. Contoh tumbuhan kelompok Cycadinae adalah *Cycas rumphii*.
- 2) Ginkgoinae  
Tumbuhan kelompok Ginkgoinae merupakan tumbuhan berbentuk pohon besar meranggas, berumah dua, daun lebar berbentuk kipas, dan sporofil terdapat pada tunas dalam ketiak daun. Contoh kelompok tumbuhan ini adalah *Ginkgo biloba*.
- 3) Gnetinae  
Tumbuhan kelompok Gnetinae merupakan tumbuhan berumah dua, pertulangan daun menyirip, serta bunga tersusun berkarang dalam strobilus. Contoh kelompok Gnetinae adalah *Gnetum gnemon*.
- 4) Coniferinae  
Tumbuhan kelompok Coniferinae memiliki ciri berupa batang besar berkayu, daun berbentuk jarum, serta strobilus betina lebih besar daripada strobilus jantan. Contoh tumbuhan Coniferinae adalah *Pinus merkusii* dan *Podocarpus imbricatus*.

### 3. Peran Tumbuhan Berbiji

Tumbuhan biji terdiri atas banyak spesies tumbuhan. Berbagai tumbuhan tersebut memiliki peranan yang beraneka ragam bagi kehidupan. Beberapa peran tumbuhan berbiji sebagai berikut.

#### a. Peran Tumbuhan Angiospermae

Beberapa peran tumbuhan Angiospermae sebagai berikut.

- 1) Sebagai bahan makanan, misalnya padi (*Oryza sativa*) dan jagung (*Zea mays*).
- 2) Sebagai bahan bangunan, misalnya jati (*Tectona grandis*) dan mahoni (*Swietenia mahagoni*).
- 3) Sebagai tanaman hias, misalnya mawar (*Rosa sp.*) dan kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*).
- 4) Sebagai bahan obat-obatan, misalnya lidah buaya (*Aloe vera*) dan sambiloto (*Andrographis paniculata*).
- 5) Sebagai bahan rempah-rempah, misalnya lada (*Piper nigrum*) dan cengkeh (*Syzygium aromaticum*).
- 6) Sebagai bahan industri, misalnya kapas (*Gossypium sp.*) dan tembakau (*Nicotiana tabacum*).

#### b. Peran Tumbuhan Gymnospermae

Beberapa peran tumbuhan Gymnospermae sebagai berikut.

- 1) Sebagai bahan obat-obatan, misalnya *Ginkgo biloba*.
- 2) Sebagai bahan makanan, misalnya melinjo (*Gnetum gnemon*).
- 3) Sebagai bahan industri, misalnya pinus (*Pinus merkusii*).
- 4) Sebagai tanaman hias, misalnya *Zamia sp.*

## Soal Bahas Kingdom Plantae

1. Pernyataan berikut merupakan ciri-ciri suatu tumbuhan.

- (1) Berklorofil.
- (2) Berakar serabut.
- (3) Memiliki pembuluh angkut.
- (4) Berbunga tidak sesungguhnya.
- (5) Reproduksi generatif dengan hifa.
- (6) Spora berkecambah menjadi protalium.

Ciri-ciri yang dimiliki tumbuhan paku adalah ....

- A. (1), (2), dan (4)
- B. (1), (3), dan (5)
- C. (2), (3), dan (6)
- D. (2), (4), dan (5)
- E. (3), (4), dan (6)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Ciri-ciri tumbuhan paku sebagai berikut.

- (1) Mempunyai akar (serabut), batang, dan daun sejati.
- (2) Memiliki klorofil.
- (3) Memiliki pembuluh angkut.
- (4) Mempunyai kumpulan kotak spora (sorus).
- (5) Spora berkecambah menjadi protalium.
- (6) Habitatnya di pohon (epifit) atau di tanah yang lembap.

2. Fase-fase pada daur hidup lumut sebagai berikut.

- (1) Tumbuhan lumut
- (2) Spora
- (3) Protonema
- (4) Sporogonium

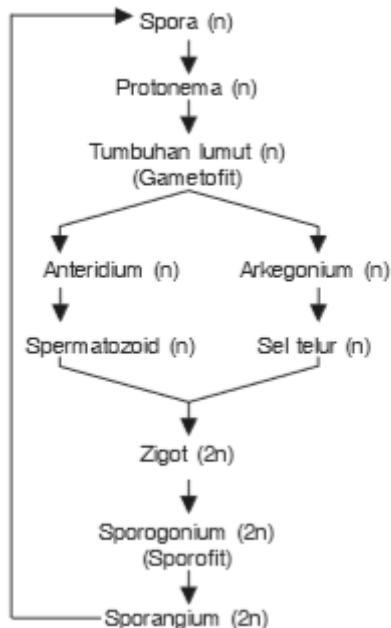
Urutan daur hidup tumbuhan lumut yang benar adalah ....

- A. (1)–(3)–(2)–(4)
- B. (2)–(1)–(3)–(4)
- C. (2)–(3)–(1)–(4)
- D. (2)–(3)–(4)–(1)
- E. (2)–(4)–(3)–(1)

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Daur hidup tumbuhan lumut sebagai berikut.



Jadi, urutan yang tepat adalah (2)–(3)–(1)–(4).

3. Berikut ini adalah ciri-ciri tumbuhan:
- (1) Tergolong tumbuhan berkormus.
  - (2) Belum memiliki jaringan pengangkut.
  - (3) Mengalami pergiliran keturunan.
  - (4) Memiliki klorofil pada daunnya.
  - (5) Memiliki akar tunggang.

Ciri dari Bryophyta terdapat pada nomor ....

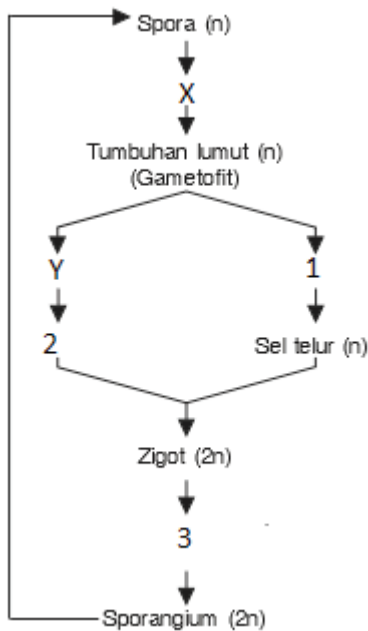
- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (3)
- C. (1) dan (4)
- D. (2) dan (3)
- E. (2) dan (5)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

Ciri-ciri tumbuhan Bryophyta (lumut) sebagai berikut.

- (1) Belum memiliki akar, batang, dan daun sejati.
  - (2) Peran akar digantikan oleh rhizoid.
  - (3) Memiliki klorofil.
  - (4) Belum memiliki pembuluh angkut.
  - (5) Habitat di tempat lembap.
  - (6) Daur hidup mengalami pergiliran keturunan.
  - (7) Fase gametofit (generatif) lebih dominan dari fase sporofit (vegetatif).
4. Perhatikan metagenesis tumbuhan lumut berikut!



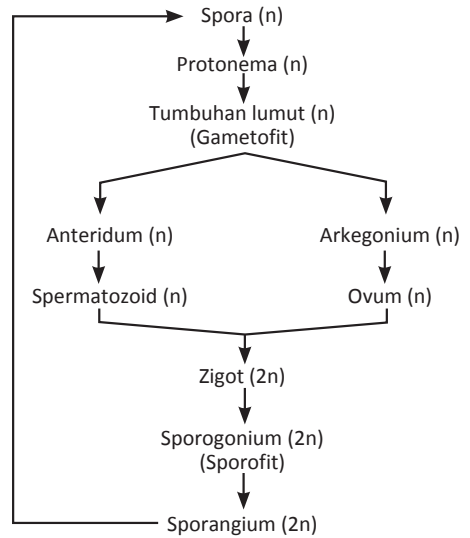
Bagian yang bertanda huruf X dan Y adalah ....

- A. sporofit dan anteridium
- B. protalium dan anteridium
- C. protalium dan arkegonium
- D. protonema dan anteridium
- E. protonema dan arkegonium

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

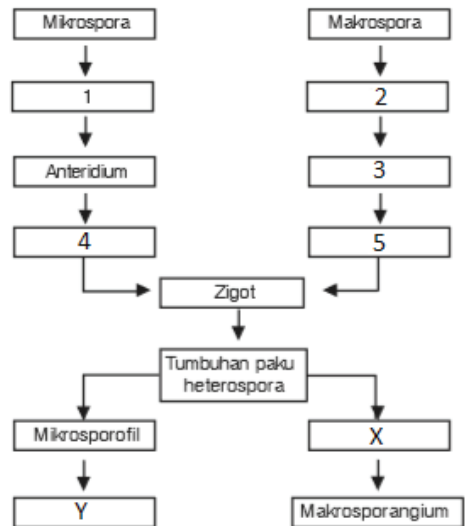
**Jawaban: D**

Diagram metagenesis tumbuhan lumut sebagai berikut.



Jadi, bagian yang ditunjuk huruf X dan Y adalah protonema dan anteridium.

5. Perhatikan daur hidup tumbuhan paku heterospora berikut!



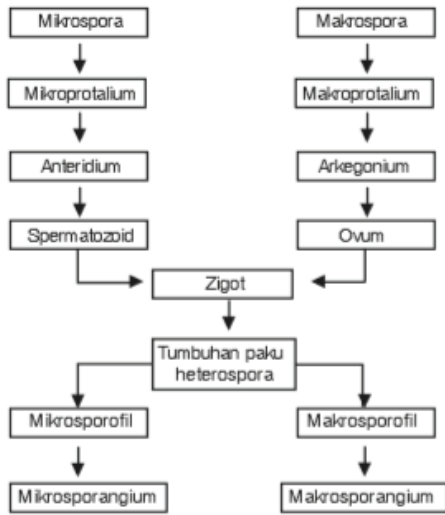
Mikroprotalium, arkegonium, dan ovum ditunjukkan oleh bagian nomor ....

- A. 1, 2, dan 5
- B. 1, 3, dan 4
- C. 1, 3, dan 5
- D. 2, 3, dan 4
- E. 2, 3, dan 5

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Daur hidup tumbuhan paku heterospora sebagai berikut.



Berdasarkan daur hidup tersebut mikroprotalium, arkegonium, dan ovum secara berurutan ditunjukkan oleh nomor 1, 3, dan 5.



BAB  
4

## KINGDOM ANIMALIA

Kingdom Animalia merupakan kelompok makhluk hidup yang memiliki ciri di antaranya tersusun dari sel eukariotik, termasuk organisme multiseluler, tidak memiliki klorofil sehingga tidak mampu membuat makanan sendiri (bersifat heterotrof), sel-sel penyusun tubuh hewan tidak memiliki dinding sel, umumnya mampu bergerak aktif, serta bereproduksi secara seksual. Berdasarkan keberadaan tulang belakang, kingdom Animalia dikelompokkan menjadi dua yaitu Avertebrata (hewan tidak bertulang belakang) dan Vertebrata (hewan bertulang belakang).

## A. Avertebrata (Hewan Tidak Bertulang Belakang)

Avertebrata atau Invertebrata meliputi delapan filum yaitu Porifera, Coelenterata (Cnidaria), Platyhelminthes, Nematelminthes, Annelida, Mollusca, Echinodermata, dan Arthropoda.

## 1. Filum Porifera

Porifera berasal dari kata *porus* yang berarti lubang kecil dan *ferre* yang berarti membawa. Jadi, Porifera berarti hewan yang mempunyai tubuh berpori. Porifera disebut juga sebagai *hewan spons*. Porifera hidup menetap (*sessil*) pada dasar perairan. Sebagian besar hewan porifera hidup di laut, sebagian kecil hidup di air tawar. Bentuk tubuhnya beraneka ragam, ada yang seperti tabung, mangkuk, atau menyerupai tumbuhan.

Porifera memiliki saluran air yang unik. Air masuk melalui dinding tubuh yang berpori. Air tersebut kemudian disaring oleh sel-sel koanosit. Pada bagian dalam sel-sel ini terdapat flagela yang berperan menangkap makanan yang terangkut dalam air. Setelah itu, makanan dicerna di dalam koanosit. Setelah dicerna, zat makanan diedarkan oleh sel-sel amoebosit ke sel-sel lain. Zat sisanya dikeluarkan bersama sirkulasi air oleh spongosol melalui oskulum. Ada tiga tipe sistem saluran air pada Porifera yaitu asconoid, syconoid, dan leuconoid/rhagon.

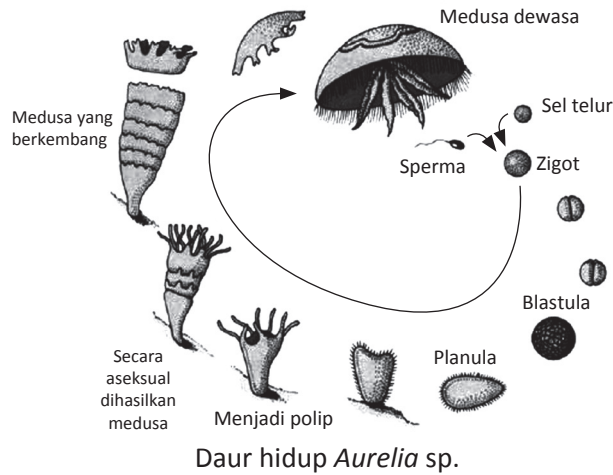
Berdasarkan bentuk dan kandungan spikulanya, Porifera dibagi menjadi tiga kelas yaitu Calcarea contohnya *Clathrina* sp., Hexactinellida contohnya *Hyalonema* sp., dan Demospongia contohnya *Spongia* sp.

## 2. Filum Coelenterata (Cnidaria)

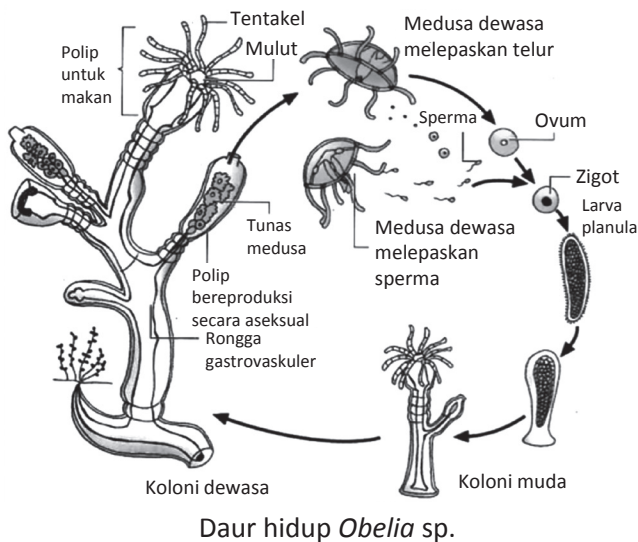
Coelenterata memiliki rangka tubuh yang mengandung zat kapur atau zat kitin. Coelenterata berasal dari kata *coelos* yang berarti rongga dan *enteron* yang berarti usus. Jadi, Coelenterata merupakan hewan yang memiliki rongga usus atau rongga gastrovaskular yang terdapat di lapisan gastroderma. Rongga gastrovaskular berperan untuk mencerna makanan. Coelenterata disebut juga Cnidaria karena mempunyai knidosit

atau sel penyengat yang terdapat pada lapisan ektoderma. Sel penyengat ini terdapat pada tentakel dan berfungsi untuk melumpuhkan mangsanya. Apabila bertemu dengan mangsanya, sel penyengat akan mengeluarkan zat racun yang disebut hipnotoksin. Filum Coelenterata dikelompokkan menjadi tiga kelas yaitu Hydrozoa contohnya *Hydra* dan *Obelia*, Scyphozoa contohnya *Aurelia* (ubur-ubur), dan Anthozoa contohnya *Acrodora*.

Perkembangbiakan hewan Coelenterata dapat terjadi secara metagenesis, yaitu pergiliran keturunan dari fase generatif ke fase vegetatif. Perhatikan daur hidup *Aurelia* sp. dan *Obelia* sp. pada gambar berikut!



Daur hidup *Aurelia* sp.



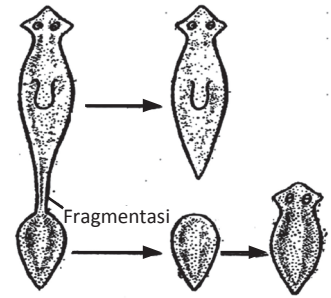
Daur hidup *Obelia* sp.

### 3. Filum Platyhelminthes

Platyhelminthes atau yang lebih dikenal sebagai cacing pipih merupakan hewan yang mempunyai bentuk simetri bilateral dan tidak mempunyai rongga tubuh (selom). Tubuhnya tersusun dari tiga lapisan (triploblastik) yaitu ektoderma, mesoderma, dan endoderma. Hewan ini sudah mempunyai saluran pencernaan, tetapi belum mempunyai anus. Kelompok hewan ini hidup secara parasit, tetapi ada juga yang hidup secara bebas di perairan. Platyhelminthes dibagi menjadi tiga kelas yaitu Turbellaria (cacing berambut getar), Trematoda (cacing isap), dan Cestoda (cacing pita).

**a. Kelas Turbellaria**

Kelompok ini memiliki bentuk tubuh seperti tongkat. Tubuhnya bersilia, memiliki dua mata, dan tanpa alat isap. Kelompok cacing ini hidup di perairan, genangan air, kolam, atau sungai. Biasanya cacing ini menempel pada bebatuan atau daun yang tergenang air. Contoh anggotanya yaitu *Planaria* dan *Bipalium*. *Planaria* berkembang biak secara vegetatif dengan fragmentasi. Perhatikan proses fragmentasi *Planaria* di samping!

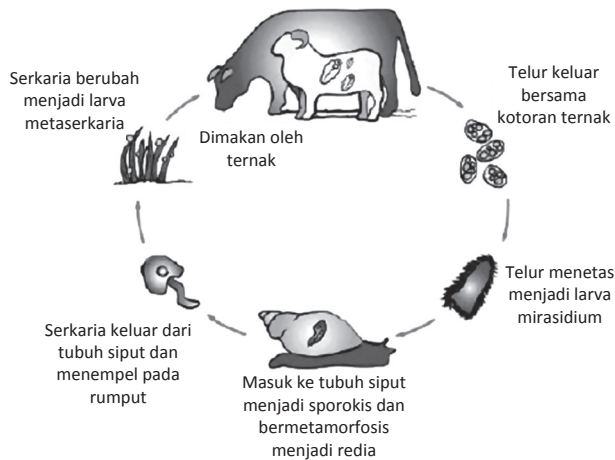


**b. Kelas Trematoda**

Kelompok ini hidup sebagai parasit pada manusia dan hewan. Oleh karena itu, kelompok ini mampu mengisap makanan dari inangnya. Cacing ini umumnya hidup di dalam hati, paru-paru, dan usus. Permukaan tubuh Trematoda tidak bersilia. Tubuhnya ditutupi oleh kutikula. Di sekitar mulutnya terdapat satu atau lebih alat isap (sucker). Sucker ini dilengkapi dengan gigi kitin. Contoh Trematoda yaitu *Fasciola hepatica* (cacing hati). Hewan ini hidup parasit pada hati domba dan menyerap makanan dari inangnya. Cacing hati bersifat hermaprodit. Siklus hidup *Fasciola hepatica* sebagai berikut.

telur → mirasidium → masuk ke tubuh siput air tawar → sporokista → redia → serkaria → keluar dari tubuh siput → metaserkaria → kista → masuk ke tubuh domba → cacing dewasa

Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar berikut!



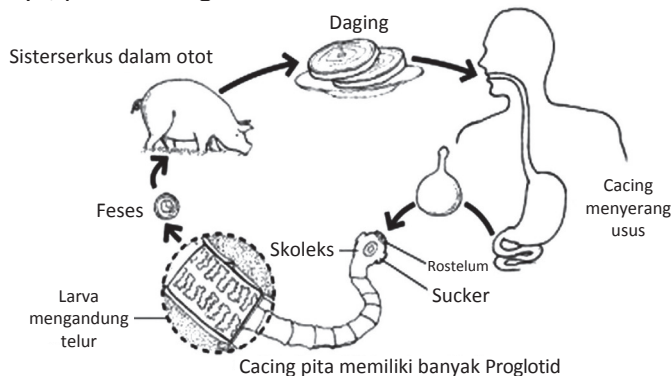
Siklus hidup *Fasciola hepatica*

**c. Kelas Cestoda**

Cacing ini lebih dikenal dengan nama cacing pita. Kelompok cacing ini memiliki tubuh berbentuk pipih panjang yang menyerupai pita. Cacing ini merupakan endoparasit dalam saluran pencernaan hewan Vertebrata dan bersifat hermaprodit. Tubuh cacing ini terdiri atas segmen-segmen dan dilapisi kutikula. Setiap segmennya disebut proglotid. Cacing ini mempunyai kepala yang disebut *skoleks*. Pada *skoleks* terdapat kait-kait (*rostelum*). Alat kait ini tersusun dari bahan kitin. Pada *skoleks* juga terdapat empat buah pengisap untuk melekat pada dinding usus inangnya. Contoh Cestoda yaitu *Taenia solium* dan *Taenia saginata*. Siklus hidupnya dapat diamati melalui skema berikut.

proglotit tua berisi telur cacing → zigot (keluar bersama feses manusia) → termakan dan masuk ke tubuh sapi atau babi → larva onkosfer (menembus usus masuk ke pembuluh darah) → menuju otot lurik → sisteserkus → masuk ke tubuh manusia jika manusia tersebut memakan daging sapi atau babi yang kurang masak → cacing dewasa

Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar berikut!



Cacing pita memiliki banyak Proglotid  
Siklus hidup *Taenia* sp.

#### 4. Filum Nematelminthes

Nematelminthes atau yang lebih dikenal sebagai cacing gilig mempunyai bentuk tubuh silindris. Permukaan tubuhnya tidak bersegm, tetapi ditutupi oleh kutikula sehingga cacing ini tampak mengilap. Nematelminthes hidup bebas di air dan tanah, ada pula yang hidup parasit pada tanaman dan saluran pencernaan manusia. Contoh Nematelminthes yaitu *Ascaris lumbricoides* (cacing gelang), *Wuchereria bancrofti* (cacing filaria), *Oxyuris vermicularis* (cacing kremi), dan *Ancylostoma* sp. (cacing tambang).

#### 5. Filum Annelida

Cacing anggota Annelida ini hidup di berbagai tempat yaitu di air laut, air tawar, dan juga di daratan. Tubuhnya dilapisi oleh kutikula dan melakukan reproduksi secara aseksual dan seksual. Walaupun Annelida bersifat hermaphrodit, saat melangsungkan fertilisasi tetap diperlukan dua individu cacing. Berdasarkan jumlah parapodia, setae, dan rambutnya, Annelida dibagi menjadi tiga kelas sebagai berikut.

- Polychaeta, contohnya *Alitta virens* (cacing laut).
- Oligochaeta, contohnya *Pheretima* sp. (cacing tanah).
- Hirudinea, contohnya *Hirudo medicinalis* (lintah).

#### 6. Filum Mollusca

Hewan anggota Mollusca mempunyai tubuh lunak dengan bentuk tubuh simetri bilateral dan terdiri atas tiga bagian utama yaitu kaki, massa viseral, dan mantel. Hewan ini hidup di laut, air tawar, dan darat. Tubuh hewan Mollusca tidak bersegm tetapi bercangkang. Cangkang hewan ini terbuat dari kalsium karbonat dan berfungsi melindungi tubuhnya. Namun, ada pula Mollusca yang tidak memiliki cangkang, contoh cumi-cumi, sotong, dan gurita. Hal ini karena rangka eksternalnya mengalami reduksi menjadi rangka internal. Antara tubuh dan cangkangnya terdapat mantel.

Mantel ini dapat menghasilkan bahan cangkang yang berupa kalsium karbonat. Kaki hewan Mollusca berupa struktur berotot yang bentuk dan fungsinya berbeda untuk setiap anggotanya. Berdasarkan simetri tubuh, bentuk kaki, cangkang, dan mantelnya, Mollusca dibedakan menjadi lima kelas sebagai berikut.

- a. Amphineura, contohnya *Chiton* sp.
- b. Gastropoda, contohnya bekicot (*Achatina fulica*).
- c. Scaphopoda, contohnya *Dentalium* sp.
- d. Cephalopoda, contohnya cumi-cumi (*Loligo pealii*), gurita (*Octopus* sp.), sotong (*Sepia officinalis*), dan *Nautilus pompilius*.
- e. Pelecypoda, contohnya tiram mutiara (*Pinctada mertensi*).

## 7. Filum Echinodermata

Kelompok hewan ini merupakan kelompok hewan berkulit duri. Rangka tubuh hewan ini terdiri atas lempeng-lempeng kapur. Hewan ini bergerak menggunakan kaki pembuluh yang disebut dengan kaki ambulakral. Gerakan kaki pembuluh dapat terjadi akibat perubahan tekanan air. Berdasarkan bentuk tubuhnya, Echinodermata dibagi menjadi lima kelas sebagai berikut.

- a. Asteroidea, contohnya *Astropecten duplicatus*.
- b. Echinoidea, contohnya *Echinus esculentus* (bulu babi berduri pendek).
- c. Ophiuroidea, contohnya *Ophiothrix fragilis*.
- d. Crinoidea, contoh *Antedon* sp. (lili laut bertangkai).
- e. Holothuroidea, contohnya *Holothuria atra* (teripang hitam).

## 8. Filum Arthropoda

Arthropoda berasal dari kata *arthros* yang berarti sendi atau ruas dan *podos* yang berarti kaki. Arthropoda berarti hewan yang mempunyai kaki beruas-ruas. Arthropoda merupakan kelompok hewan yang mempunyai jumlah paling banyak di muka bumi ini. Kelompok hewan ini dapat ditemukan hampir di semua habitat, yaitu di air, di darat, maupun di tanah. Selain kakinya beruas-ruas, tubuh hewan kelompok ini juga beruas-ruas. Tubuhnya terbagi menjadi tiga bagian yaitu caput (kepala), toraks (dada), dan abdomen (perut). Tubuh Arthropoda mempunyai rangka luar (eksoskeleton) yang tersusun dari kitin. Rangka luar ini berfungsi menutupi dan melindungi organ dalam serta memberi bentuk tubuh. Dalam klasifikasinya, Arthropoda dibagi menjadi empat kelompok sebagai berikut.

- a. Crustacea (golongan udang dan kepiting).
- b. Arachnida (golongan kalajengking, akarina, dan laba-laba).
- c. Myriapoda (golongan luing dan lipan).
- d. Insecta (golongan serangga).

## B. Vertabrata (Hewan Bertulang Belakang)

Vertebrata meliputi lima kelompok besar yaitu Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mammalia.

## 1. Pisces (Ikan)

Pisces memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Semua anggotanya hidup di air.
- Bersifat poikiloterm (suhu tubuh tergantung suhu lingkungan).
- Berkembang biak dengan bertelur (ovipar).
- Fertilisasinya secara eksternal atau internal.
- Jantung terbagi menjadi dua ruangan (atrium dan ventrikel).
- Memiliki alat gerak berupa sirip.
- Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit bersisik yang licin (berlendir).

Dalam klasifikasi lama, semua jenis ikan dimasukkan dalam kelas Pisces. Namun, dalam klasifikasi terbaru Pisces terbagi menjadi dua kelas sebagai berikut.

- Kelas Chondrichthyes (ikan bertulang rawan), contohnya ikan hiu (*Carcharhinus* sp.) dan ikan pari (*Dasyatis* sp.).
- Kelas Osteichthyes (ikan bertulang sejati), contohnya ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*), dan ikan lele (*Clarias batracus*).

## 2. Amphibia

Amphibia memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Merupakan hewan yang dapat hidup di air dan di darat.
- Bersifat poikiloterm (suhu tubuh tergantung suhu lingkungan).
- Berkembang biak dengan bertelur (ovipar).
- Siklus hidupnya mengalami metamorfosis.
- Fertilisasinya secara eksternal dan embrio berkembang di luar tubuh induknya.
- Jantung terbagi menjadi tiga ruang (dua buah serambi dan sebuah bilik).
- Memiliki alat gerak berupa dua pasang tungkai.
- Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit berlendir dan beberapa anggotanya memiliki kelenjar racun di kulit.

Contoh anggota Amphibia yaitu katak sawah (*Hylarana chalconota*) dan kodok bangkong (*Duttaphrynus melanostictus*).

## 3. Reptilia

Reptilia memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Merupakan hewan yang anggotanya ada yang hidup di air dan ada yang di darat.
- Bersifat poikiloterm (suhu tubuh tergantung suhu lingkungan).
- Ada yang berkembang biak dengan cara bertelur (ovipar), ada juga yang berkembang biak dengan cara bertelur-melahirkan (ovovivipar).
- Fertilisasinya secara internal dan embrio berkembang di luar tubuh induknya.
- Jantung terbagi menjadi empat ruang (atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri).
- Memiliki alat gerak berupa kaki (kadal dan buaya), ada juga yang bergerak menggunakan perutnya (ular).
- Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit kering bersisik (kadal dan ular), ada juga yang memiliki karapak dan plastron (kura-kura dan penyu).

Reptilia terbagi ke dalam empat ordo berikut.

- a. Rhynchocephalia, merupakan ordo dalam kelas Reptilia yang paling primitif. Contoh tuatara (*Sphenodon punctatus*).
- b. Squamata, terdiri atas dua subordo berikut.
  - 1) Lacertilia (bangsa kadal), contohnya kadal kebun (*Eutropis multifasciata*), cecak (*Gehyra mutilata*) dan bunglon (*Bronchocelela jubata*).
  - 2) Ophidia (bangsa ular), contohnya ular piton (*Phyton reticulatus*) dan ular kayu (*Ptyas korros*).
- c. Testudinata (bangsa kura-kura dan penyu), contohnya penyu hijau (*Chelonia mydas*) dan kura-kura air tawar (*Chelydra serpentina*).
- d. Crocodilia (bangsa buaya), contohnya buaya muara (*Crocodilus porosus*).

#### 4. Aves

Aves memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Merupakan hewan yang dapat terbang karena memiliki sayap, meskipun beberapa anggotanya tidak dapat terbang.
- b. Bersifat homoiterm (suhu tubuh tidak tergantung suhu lingkungan).
- c. Berkembang biak dengan cara bertelur (ovipar).
- d. Fertilisasinya secara internal dan embrio berkembang di luar tubuh induknya.
- e. Jantung terbagi menjadi empat ruang (atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri).
- f. Alat gerak berupa sayap dan sepasang kaki.
- g. Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit yang ditumbuhi oleh bulu.

Aves terbagi ke dalam dua subkelas berikut.

##### a. Archaeornithes

Merupakan burung yang mempunyai gigi di kedua rahangnya dan memiliki ekor berukuran panjang. Seluruh anggota subkelas ini telah punah. Contoh Archaeornithes adalah *Archaeopteryx* dan *Archaeornis*.

##### b. Neornithes

Merupakan burung yang hidup saat ini. Burung ini telah memiliki tulang dada (sternum) yang sempurna dan berukuran pendek. Neornithes dikelompokkan menjadi dua kelompok berikut.

- 1) Palaeognathae (kelompok burung yang tidak dapat terbang/burung pejalan)
  - a) Ordo Sphenisciformes, contohnya penguin (*Aptenodytes* sp.).
  - b) Ordo Casuariiformes, contohnya burung kasuari (*Casuarius casuarius*).
  - c) Ordo Apterygiformes, contohnya burung kiwi (*Apteryx australis*).
- 2) Neognathae (kelompok burung yang dapat terbang)
  - a) Ordo Galliformes, contohnya ayam (*Gallus gallus*).
  - b) Ordo Passeriformes, contohnya burung kutilang (*Pycnonotus aurigaster*) dan burung gereja (*Passer montanus*).
  - c) Coraciiformes, contohnya burung rangkong (*Buceros rhinoceros*).

## 5. Mammalia

Mammalia memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Hampir semua anggotanya hidup di darat, meskipun beberapa di antaranya hidup di air.
- b. Bersifat homoioterm (suhu tubuh tidak tergantung suhu lingkungan).
- c. Berkembang biak dengan cara melahirkan (vivipar), kecuali pada Platypus dengan bertelur (ovipar).
- d. Fertilisasinya secara internal dan embrio berkembang di dalam tubuh induknya.
- e. Jantung terbagi menjadi empat ruang (atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri).
- f. Alat gerak berupa dua pasang tungkai.
- g. Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit yang ditumbuhi rambut.

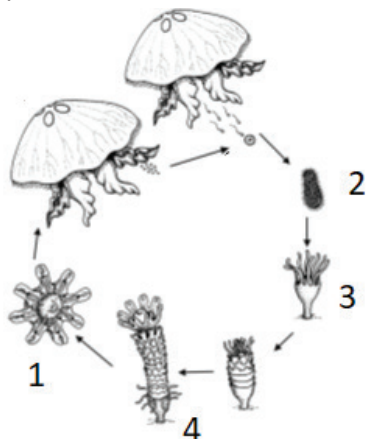
Beberapa ordo dalam kelompok Mammalia sebagai berikut.

- a. Monotremata (mamalia yang bertelur), contohnya platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) dan echidna (*Tachyglossus* sp.).
- b. Marsupialia (mamalia berkantong), contohnya kanguru (*Dendrolagus ursinus*) dan kuskus (*Phalanger orientalis*).
- c. Insectivora (mamalia pemakan serangga), contohnya celurut rumah (*Suncus murinus*).
- d. Scandentia (bangsa tupai), contohnya tupai kalimantan (*Tupaia gracilis-gracilis*) dan tupai mindanau (*Urogale evereti*).
- e. Rodentia (mamalia pengerat), contohnya tikus sawah (*Rattus argentiventer*), bajing (*Sciurus* sp.), dan landak (*Hystrix brachyura*).
- f. Lagomorpha (bangsa kelinci), contohnya kelinci (*Nesolagus netscheri*).
- g. Chiroptera (mamalia yang dapat terbang), contohnya kalong (*Pteropus vampyrus*).
- h. Pholidota (mamalia tidak bergigi), contohnya trenggiling (*Manis javanica*).
- i. Carnivora (mamalia pemakan daging), contohnya harimau (*Panthera tigris*) dan anjing (*Canis* sp.).
- j. Proboscidea (mamalia berbelalai), contohnya gajah asia (*Elephas maximus*) dan gajah afrika (*Loxodonta africana*).
- k. Artiodactyla (mamalia berkuku genap), contohnya kambing (*Capra* sp.) dan sapi (*Bos* sp.).
- l. Perrisodactyla (mamalia berkuku ganjil), contohnya kuda (*Equus caballus*) dan badak (*Rhinoceros* sp.).
- m. Primata (mamalia paling maju, memiliki mata stereoskopis), contohnya manusia (*Homo sapiens*) dan orangutan (*Pongo Pygmaeus*).



## Soal Bahas Kingdom Animalia

1. Perhatikan gambar daur hidup *Aurelia* sp. berikut!



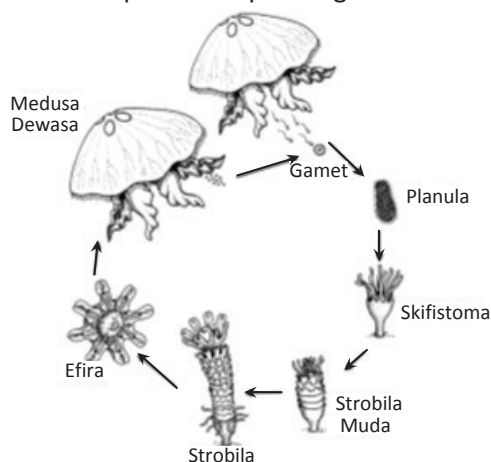
Nama bagian yang diberi nomor dalam tabel berikut yang benar adalah ....

	1	2	3	4
A.	Efira	planula	skifistoma	strobila
B.	Planula	skifistoma	strobili	medusa
C.	Telur	strobila	medusa	skifistoma
D.	planula	Telur	efira	medusa
E.	Efira	skifistoma	planula	strobila

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Daur hidup *Aurelia* sp. sebagai berikut.



Jadi, bagian 1 adalah efira, 2 adalah planula, 3 adalah skifistoma, dan 4 adalah strobila.

2. Cacing pita merupakan cacing yang bersifat endoparasit dalam saluran pencernaan Vertebrata seperti babi. Urutan fase-fase daur hidup cacing tersebut setelah dari telur adalah ....
- onkosfer–sisteserkus–cacing pita dewasa
  - sisteserkus–onkosfer–cacing pita dewasa
  - cacing pita muda–onkosfer–sisteserkus–cacing pita dewasa
  - sisteserkus–onkosfer–cacing pita muda–cacing pita dewasa
  - onkosfer–cacing pita muda–sisteserkus–cacing pita dewasa

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Daur hidup cacing pita sebagai berikut. Proglotit tua berisi telur cacing → zigot (keluar bersama feses manusia) → termakan dan masuk ke tubuh sapi atau babi → larva onkosfer (menembus usus masuk ke pembuluh darah) → menuju otot lurik → sisteserkus → masuk ke tubuh manusia jika manusia tersebut memakan daging sapi atau babi yang kurang masak → cacing dewasa.

3. Banu dan Dewa melakukan pengamatan terhadap suatu hewan di lapangan dan diperoleh data sebagai berikut.
- Bersifat poikiloterm.
  - Berkembang biak secara ovipar.
  - Tubuh ditutupi oleh sisik yang licin.
  - Fertilisasi secara internal atau eksternal.
  - Jantung terdiri atas satu serambi dan satu bilik.
- Berdasarkan ciri-ciri tersebut, hewan yang diamati mereka berdua termasuk kelompok ....

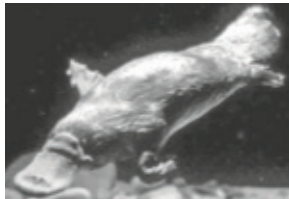
- A. Aves
- B. Pisces
- C. Reptilia
- D. Amphibia
- E. Mammalia

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Pisces memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Semua anggotanya hidup di air.
  - b. Bersifat poikilotherm (suhu tubuh tergantung suhu lingkungan).
  - c. Berkembang biak dengan bertelur (ovipar).
  - d. Fertilisasinya secara eksternal atau internal.
  - e. Jantung terbagi menjadi dua ruangan (atrium dan ventrikel).
  - f. Memiliki alat gerak berupa sirip.
  - g. Permukaan tubuhnya ditutupi oleh kulit bersisik yang licin (berlendir).
4. Amati ciri-ciri dan gambar hewan Vertebrata berikut dengan cermat!
- (1) Jantung terdiri atas 4 ruang.
  - (2) Bernapas menggunakan paru-paru.
  - (3) Fertilisasi internal.
  - (4) Bersifat poikilotherm.



X



Y

Persamaan ciri yang dimiliki oleh hewan X dan Y terdapat pada nomor ....

- A. (1), dan (2)
- B. (1), dan (4)
- C. (2), dan (3)
- D. (2), dan (4)
- E. (3), dan (4)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Hewan pada gambar X adalah Platypus yang termasuk Mammalia kelompok Monotremata. Sementara itu, hewan pada gambar Y adalah komodo yang termasuk Reptilia kelompok Squamata. Monotremata dan Squamata memiliki persamaan ciri berupa jantung terdiri atas 4 ruang, bernapas menggunakan paru-paru, serta bersifat ovovivipar.

5. Cacing hati dalam daur hidupnya memiliki dua hospes yaitu hewan herbivora dan siput golongan *Lymnea*. Telur yang keluar bersama feces dari hewan herbivora akan menjadi ....
- A. kista yang bersifat inaktif
  - B. redia yang bersifat inaktif
  - C. serkaria yang bersifat inaktif
  - D. metaserkaria yang memiliki ekor
  - E. mirasidium yang memiliki silia

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Daur hidup *Fasciola hepatica* sebagai berikut.

telur → mirasidium → masuk ke tubuh siput → sporokista → redia → serkaria → keluar dari tubuh siput → metaserkaria → kista → masuk ke tubuh hospes → cacing dewasa

BAB  
5

## KEANEKARAGAMAN HAYATI

Konsep keanekaragaman hayati didasari pada prinsip bahwa di dunia ini tidak ada makhluk hidup yang sama persis. Setiap makhluk hidup memiliki wujud, sifat, dan perilaku yang berbeda. Keberagaman wujud, sifat, dan perilaku makhluk hidup inilah yang membentuk sebuah keanekaragaman hayati di dunia. Dengan demikian, keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman makhluk hidup yang menunjukkan seluruh variasi gen, jenis, dan ekosistem di suatu tempat.

## A. Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati berdasarkan tingkat keragamannya dibagi menjadi tiga tingkat yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis/spesies, dan keanekaragaman ekosistem.

## 1. Keanekaragaman Gen

Keanekaragaman gen merupakan keanekaragaman individu dalam satu jenis makhluk hidup. Keanekaragaman gen dapat mengakibatkan variasi antarindividu sejenis, misal keanekaragaman gen pada manusia. Keanekaragaman gen pada manusia dapat terlihat pada perbedaan sifat antara lain warna mata (biru, hitam, dan cokelat), warna kulit (hitam, putih, sawo matang, dan kuning), dan bentuk rambut (lurus, ikal, dan keriting). Keanekaragaman sifat pada makhluk hidup tersebut diakibatkan oleh pengaruh perangkat pembawa sifat yang disebut *gen*.

## 2. Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman jenis menunjukkan adanya variasi yang terdapat pada makhluk hidup antarjenis dalam satu marga (*genus*). Keanekaragaman jenis akan lebih mudah diamati daripada keanekaragaman gen.

Hal ini dikarenakan perbedaan antarjenis makhluk hidup dalam satu marga lebih terlihat mencolok daripada perbedaan antarindividu dalam satu jenis. Sebagai contoh, keanekaragaman pada tumbuhan kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Solanum lycopersicum*), dan terong (*Solanum melongena*). Ketiganya termasuk dalam marga (*genus*) yang sama yaitu *Solanum*. Namun, ketiganya mempunyai ciri-ciri fisik yang berbeda.

## 3. Keanekaragaman Ekosistem

Ekosistem merupakan suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh adanya hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Hubungan timbal balik ini akhirnya menimbulkan keserasian hidup di dalam ekosistem. Keanekaragaman tingkat

ekosistem terjadi salah satunya akibat adanya perbedaan letak geografis. Perbedaan letak geografis ini mengakibatkan terjadinya perbedaan iklim. Pada iklim yang berbeda akan memiliki perbedaan temperatur, curah hujan, intensitas cahaya matahari, dan lama penyinaran. Keadaan ini akan berpengaruh terhadap jenis-jenis tumbuhan (flora) dan hewan (fauna) yang hidup di suatu wilayah tertentu.

## B. Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati sangat tinggi sehingga disebut negara megabiodiversitas.

### 1. Keanekaragaman Flora di Indonesia

Flora di Indonesia termasuk dalam kawasan flora Malesiana yaitu suatu daerah luas yang meliputi Indonesia, Malaysia, Filipina, Papua Nugini, dan juga Kepulauan Solomon. Hutan hujan tropis di Kalimantan merupakan daerah yang mempunyai keanekaragaman tumbuhan paling tinggi. Sumatra dan Papua juga sangat kaya jenis tumbuhan. Adapun hutan di Jawa, Sulawesi, Maluku, dan Kepulauan Sunda mempunyai keanekaragaman tumbuhan yang lebih rendah. Beberapa jenis flora khas Indonesia antara lain durian (*Durio zibethinus*), sukun (*Artocarpus communis*), bunga Rafflesia (*Rafflesia arnoldii*), dan Meranti (*Shorea sp.*).

### 2. Keanekaragaman Fauna di Indonesia

Indonesia memiliki keanekaragaman fauna yang sangat tinggi. Indonesia memiliki 12% jenis hewan mamalia dunia, 16% jenis reptil dan amfibi dunia, serta 12% jenis burung dunia. Meskipun demikian, persebaran fauna di Indonesia tidaklah merata. Pada awalnya Indonesia terbagi menjadi dua zoogeografi yang dibatasi oleh garis Wallace. Berdasarkan pengamatannya, pada tahun 1859 Wallace menetapkan dua wilayah utama persebaran fauna dengan menggambar garis batas di sebelah timur Kalimantan dan Bali, memisahkan fauna Indonesia bagian barat dan timur. Jadi, garis Wallace memisahkan daerah Oriental (Sumatra, Jawa, Bali, dan Kalimantan) dengan daerah Australian yang meliputi Papua dan pulau-pulau di sekitarnya. Contoh fauna Oriental yaitu gajah (*Elephas maximus*), banteng (*Bos sondaicus*), dan harimau (*Panthera tigris*). Adapun contoh fauna Australian yaitu kanguru pohon (*Dendrolagus ursinus*), kuskus (*Spilocuscus maculatus*), dan burung cenderawasih (*Paradisaea minor*).

Setelah Wallace membagi garis persebaran flora dan fauna di Indonesia, seorang ahli zoologi bernama Weber juga melakukan penelitian tentang penyebaran hewan-hewan di Indonesia. Menurut Weber, hewan-hewan di Sulawesi tidak dapat sepenuhnya dikelompokkan sebagai fauna Australian. Hewan-hewan tersebut ada yang memiliki sifat seperti fauna Oriental. Weber membuat sebuah garis khayal di sebelah timur Sulawesi memanjang ke utara sampai Kepulauan Aru, Nusa Tenggara. Beberapa contoh hewan yang termasuk dalam kelompok fauna peralihan yaitu anoa (*Bubalus depressicornis*), burung maleo (*Macrocephalon maleo*), dan singapuar (*Tarsius spectrum*).

### 3. Pengaruh Kegiatan Manusia Terhadap Keanekaragaman Hayati

Kegiatan manusia sangat berpengaruh terhadap keanekaragaman hayati. Beberapa kegiatan manusia yang dapat mengakibatkan penurunan keanekaragaman hayati sebagai berikut.

- a. Perusakan habitat, misal penebangan/penggundulan hutan dan perusakan terumbu karang.
- b. Penggunaan bahan kimia secara berlebihan, misal pupuk kimiawi dan pestisida kimiawi.
- c. Pencemaran lingkungan dari limbah pabrik dan rumah tangga yang tidak ramah lingkungan.

Beberapa kegiatan manusia yang dapat meningkatkan keanekaragaman hayati sebagai berikut.

- a. Penghijauan atau penanaman kembali (reboisasi).
- b. Pemuliaan bibit unggul, misal dengan melakukan kawin silang atau pembastaran sehingga dihasilkan varietas baru.

### 4. Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Usaha pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia dapat dilakukan dengan cara berikut.

- a. Pengembangbiakan secara *in situ* (pengembangbiakan dalam habitat aslinya), misal Taman Nasional Ujungkulon (untuk pengembangbiakkan badak bercula satu) dan Taman Nasional Bali Barat (untuk pengembangbiakkan jalak Bali).
- b. Pengembangbiakan secara *ex situ* (pengembangbiakan di luar habitat aslinya, tetapi lingkungan dibuat mirip dengan aslinya), misal penangkaran harimau dan beruang madu di kebun binatang.

Usaha pemerintah Indonesia dalam pelestarian keanekaragaman hayati antara lain dengan mendirikan kawasan konservasi. Beberapa contoh kawasan konservasi di Indonesia yaitu Taman Nasional Gunung Leuser yang terletak di Provinsi Sumatra Utara dan Provinsi Aceh, Cagar Alam Gunung Muntis di Provinsi Nusa Tenggara Timur, dan Suaka Margasatwa Cikepuh di Sukabumi, Provinsi Jawa Barat.

## C. Klasifikasi Keanekaragaman Hayati

Para ilmuwan mempelajari keanekaragaman makhluk hidup yang melimpah dengan cara melakukan pengelompokan (klasifikasi) makhluk hidup ke dalam kelompok-kelompok tertentu. Klasifikasi yang dilakukan oleh para ilmuwan tersebut bertujuan untuk mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan setiap jenis agar mudah dikenali, mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan ciri-cirinya ke dalam kelompok tertentu, mengetahui hubungan kekerabatan antarmakhluk hidup di dunia, dan mengetahui evolusi suatu makhluk hidup atas dasar kekerabatannya. Sistem klasifikasi makhluk hidup sifatnya dinamis, artinya terus berkembang sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Sampai saat ini dikenal tiga sistem klasifikasi makhluk hidup yaitu sistem artifisial (buatan), sistem alami, dan sistem filogenetik.

### 1. Sistem Klasifikasi Buatan (Artifisial)

Sistem ini disusun menggunakan ciri-ciri atau sifat-sifat yang sesuai dengan kehendak manusia atau sifat lainnya. Misal klasifikasi tumbuhan berdasarkan tempat hidup (habitat) atau habitusnya (berupa pohon, perdu, semak, tera, dan liana).

### 2. Sistem Klasifikasi Alami

Sistem ini menghendaki terbentuknya kelompok-kelompok takson yang alami. Artinya, anggota-anggota yang membentuk unit takson tertentu terjadi secara alamiah atau sewajarnya seperti yang dikehendaki oleh alam. Klasifikasi sistem alami menggunakan dasar persamaan dan perbedaan morfologi (bentuk luar tubuh) secara alami. Contoh klasifikasi sistem alami sebagai berikut.

- a. Berdasarkan cara geraknya: hewan berkaki, hewan bersayap, dan hewan bersirip.
- b. Berdasarkan penutup tubuhnya: hewan bersisik, hewan berbulu, hewan berambut, dan hewan bercangkang.

Sementara itu, pada tumbuhan ada kelompok tumbuhan biji berkeping satu (monokotil) dan biji berkeping dua (dikotil).

### 3. Sistem Klasifikasi Filogenetik

Sistem ini muncul setelah teori evolusi dikemukakan oleh para ahli Biologi. Klasifikasi sistem filogenetik disusun berdasarkan jauh dekatnya hubungan kekerabatan antara takson yang satu dengan yang lainnya. Selain mencerminkan persamaan dan perbedaan sifat morfologi, anatomi, serta fisiologinya, sistem ini juga menjelaskan bahwa semua makhluk hidup memiliki kesamaan molekuler dan biokimia, tetapi berbeda-beda dalam bentuk, susunan, dan fungsinya pada setiap makhluk hidup. Jadi pada dasarnya, klasifikasi sistem filogenetik disusun berdasarkan persamaan fenotipe yang mengacu pada sifat-sifat bentuk luar, faal, tingkah laku yang dapat diamati, dan pewarisan keturunan. Pewarisan keturunan ini mengacu pada hubungan evolusioner sejak nenek moyang hingga keturunannya.

## Soal Bahas Keanekaragaman Hayati

1. Burung, buaya, ikan, katak, dan kambing digolongkan dalam subfilum yang sama berdasarkan sifat ....
- memiliki tulang belakang
  - cara reproduksi ovovivipar
  - osmoregulasi homoioterm
  - anggota gerak beruas-ruas
  - permukaan tubuh berkulit

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Burung, buaya, ikan, katak, dan kambing digolongkan dalam subfilum yang sama yaitu Vertebrata berdasarkan adanya tulang belakang. Permukaan tubuh berkulit bukan merupakan ciri Vertebrata. Anggota gerak beruas-ruas merupakan ciri Arthropoda. Osmoregulasi homoioterm merupakan ciri hewan mamalia dan burung. Adapun cara reproduksi ovovivipar dimiliki oleh hewan reptil.

2. Perhatikan data hewan berikut!
- Scoloropendra marsitans*
  - Lithobrius farficatus*
  - Scutigera coleoprata*
  - Glomeris* sp.
  - Polyxenus* sp.
  - Siphonophorida* sp.

Apabila sekelompok siswa melakukan kegiatan pengelompokan hewan-hewan tersebut sesuai ordonya, maka hasil yang diperoleh adalah ....

	Chilopoda	Diplopoda
A.	(1), (2), dan (3)	(4), (5), dan 6
B.	(1), (3), dan (4)	2, (5), dan 6
C.	(1), (5), dan (6)	2, (3), dan (4)
D.	(2), (3), dan (5)	(1), (4), dan (6)
E.	(4), (5), dan (6)	(1), (2), dan (3)

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Kelas Myriapoda dibedakan menjadi dua ordo yaitu Chilopoda dan Diplopoda. Contoh kelompok Chilopoda adalah *Scoloropendra marsitans*, *Lithobrius farficatus*, dan *Scutigera coleoprata*. Sementara itu, contoh kelompok Diplopoda adalah *Glomeris* sp., *Polyxenus* sp., dan *Siphonophorida* sp.

3. Perhatikan tumbuhan berikut!
- Nangka
  - Cempedak
  - Sukun

Ketiga tumbuhan di atas menunjukkan adanya keanekaragaman tingkat ....

- jenis karena termasuk spesies dari familia berbeda
- gen karena termasuk spesies sama yang berbeda varian
- jenis karena merupakan spesies berbeda dengan genus sama
- ekosistem karena merupakan komponen yang menyusun ekosistem berbeda
- jenis karena termasuk spesies dari genus berbeda tetapi masih dalam familia sama

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Nangka memiliki nama ilmiah *Artocarpus heterophyllus*. Cempedak memiliki nama ilmiah *Artocarpus champeden*. Sukun memiliki nama ilmiah *Artocarpus communis*. Berdasarkan nama ilmiahnya, ketiga tumbuhan tersebut merupakan spesies berbeda yang memiliki genus sama. Dengan demikian, ketiga tumbuhan tersebut menunjukkan adanya keanekaragaman hayati tingkat jenis.

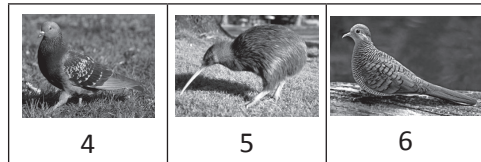
4. Perhatikan tumbuhan berikut!
- |            |             |
|------------|-------------|
| (1) Kelapa | (4) Tomat   |
| (2) Bayam  | (5) Pisang  |
| (3) Pepaya | (6) Anggrek |
- Sekelompok siswa melakukan pengelompokan tumbuhan di atas berdasarkan sistem perakarannya. Hasil kegiatan yang diperoleh adalah ....
- tumbuhan (1), (2), dan (4) memiliki akar serabut, sedangkan tumbuhan (3), (5), dan (6) memiliki akar tunggang
  - tumbuhan (1), (4), dan (5) memiliki akar serabut, sedangkan tumbuhan (2), (3), dan (6) memiliki akar tunggang
  - tumbuhan (1), (5), dan (6) memiliki akar serabut, sedangkan tumbuhan (2), (3), dan (4) memiliki akar tunggang
  - tumbuhan (2), (3), dan (5) memiliki akar serabut, sedangkan tumbuhan (1), (4), dan (6) memiliki akar tunggang
  - tumbuhan (4), (5), dan (6) memiliki akar serabut, sedangkan tumbuhan (1), (2), dan (3) memiliki akar tunggang

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Berdasarkan sistem perakarannya, tumbuhan dibedakan menjadi tumbuhan berakar serabut dan tumbuhan berakar tunggang. Tumbuhan berakar serabut termasuk kelompok Monocotyledoneae, misalnya kelapa, pisang, dan anggrek. Tumbuhan berakar tunggang termasuk kelompok Dicotyledoneae, misalnya bayam, pepaya, dan tomat.

5. Sekelompok siswa melakukan pendataan hewan-hewan berikut di kebun binatang.



Selanjutnya, mereka melakukan pengelompokan burung-burung tersebut berdasarkan kemampuan terbangnya. Kegiatan pengelompokan tersebut diperoleh hasil berupa ....

- burung 1, 2, dan 3 termasuk Palaeognathae, sedangkan burung 4, 5, dan 6 termasuk Neognathae
- burung 1, 2, dan 3 termasuk Neognathae, sedangkan burung 4, 5, dan 6 termasuk Palaeognathae
- burung 1, 2, dan 5 termasuk Palaeognathae, sedangkan burung 3, 4, dan 6 termasuk Neognathae
- burung 1, 2, dan 5 termasuk Neognathae, sedangkan burung 3, 4, dan 6 termasuk Palaeognathae
- burung 1, 3, dan 4 termasuk Palaeognathae, sedangkan burung 2, 5, dan 6 termasuk Neognathae

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Burung pada gambar 1 adalah penguin, gambar 2 adalah kasuari, gambar 3 adalah kutilang, gambar 4 adalah merpati, gambar 5 adalah burung kiwi, dan gambar 6 adalah perkutut. Berdasarkan kemampuan terbangnya, burung dibedakan menjadi kelompok Palaeognathae dan Neognathae. Palaeognathae merupakan kelompok burung yang tidak memiliki kemampuan terbang. Misalnya penguin, kasuari, dan burung kiwi. Sementara itu, Neognathae merupakan kelompok burung yang memiliki kemampuan terbang. Misalnya burung kutilang, merpati, dan perkutut.



BAB  
6

## EKOSISTEM DAN LINGKUNGAN

Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem bisa juga dikatakan suatu tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi satu sama lain.

**A. Penyusun Ekosistem**

Suatu ekosistem tersusun dari komponen-komponen ekosistem dan satuan-satuan makhluk hidup. Komponen ekosistem terdiri atas komponen abiotik dan komponen biotik.

**1. Komponen Abiotik**

Komponen abiotik merupakan sekelompok benda tak hidup baik secara kimia ataupun fisik yang menjadi medium atau substrat atau tempat hidup makhluk hidup dalam suatu ekosistem. Komponen abiotik dapat berupa senyawa organik, senyawa anorganik, dan faktor-faktor yang memengaruhi distribusi organisme.

**2. Komponen Biotik**

Komponen biotik terdiri atas semua jenis makhluk hidup. Setiap organisme memiliki peranan masing-masing yang erat kaitannya dalam pemenuhan kebutuhan makanan. Menurut peran dan fungsinya, komponen biotik dibedakan menjadi produsen, konsumen, dan pengurai.

Antara komponen biotik tersebut terjadi proses makan dan dimakan yang disebut rantai makanan. Beberapa rantai makanan akan membentuk jaring-jaring makanan. Dalam hubungan makan dan dimakan terjadi aliran energi dari lingkungan abiotik (matahari) → produsen → konsumen → kembali ke alam.

**B. Pola-Pola Interaksi Dalam Ekosistem**

Di dalam ekosistem setiap komponen biotik memiliki peran masing-masing dan saling berinteraksi satu sama lain. Jenis-jenis interaksi yang terjadi antarkomponen biotik sebagai berikut.

**1. Hubungan Simbiosis**

Simbiosis yang terjadi antarorganisme dibagi menjadi tiga yaitu simbiosis mutualisme, simbiosis komensalisme, dan simbiosis parasitisme.

**a. Simbiosis Mutualisme**

Simbiosis mutualisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme yang saling menguntungkan. Misalnya interaksi antara jamur dengan akar tumbuhan yang membentuk mikoriza.

**b. Simbiosis Komensalisme**

Simbiosis komensalisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme yang menguntungkan salah satu pihak, tetapi pihak yang lain tidak diuntungkan dan tidak dirugikan. Misalnya interaksi antara ikan hiu dengan ikan remora.

**c. Simbiosis Parasitisme**

Simbiosis parasitisme yaitu hubungan antara dua jenis organisme yang merugikan salah satu pihak, sedangkan pihak yang lain diuntungkan. Misalnya interaksi antara benalu dengan tanaman inangnya.

## 2. Hubungan Kompetisi

Kompetisi merupakan jenis interaksi antarorganisme yang saling bersaing karena memiliki kebutuhan yang sama. Misal kompetisi beberapa jenis burung di hutan yang memakan jenis serangga yang sama. Hubungan kompetisi terjadi jika dalam suatu ekosistem terjadi ketidakseimbangan, misalnya kekurangan air, makanan, dan ruang/tempat tinggal. Hubungan kompetisi dapat terjadi baik antara individu-individu dalam satu spesies (intraspesifik) maupun individu-individu yang berbeda spesies (interspesifik).

## 3. Hubungan Predasi

Hubungan predasi yaitu hubungan antara organisme yang memangsa dengan organisme yang dimangsa. Misal hubungan antara singa dengan rusa.

## 4. Antibiosis

Antibiosis adalah interaksi antara makhluk hidup, salah satu makhluk hidup mengeluarkan zat antibiotik yang dapat membahayakan makhluk hidup lain. Contoh interaksi antara jamur *Penicillium* dengan mikroorganisme lain. Jamur ini mengeluarkan racun yang dapat menghambat atau mematikan makhluk hidup yang lain.

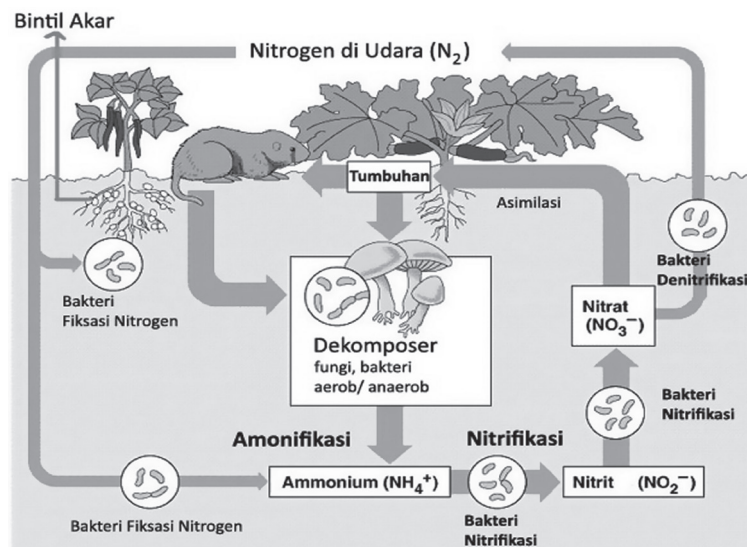
Antibiosis pada tumbuhan disebut alelopati, contoh tumbuhan kamboja dan gamal. Tumbuhan ini dapat mengeluarkan racun yang bisa mematikan tumbuhan di sekitarnya sehingga tumbuhan ini dapat memenangkan kompetisi dalam memperoleh makanan dan cahaya matahari.

## C. Daur Biogeokimia

Dalam suatu ekosistem terjadi aliran energi yang dikenal dengan daur biogeokimia. Daur biogeokimia adalah daur unsur atau senyawa kimia tertentu yang mengalir dari komponen abiotik ke komponen biotik lalu kembali lagi ke komponen abiotik. Daur biogeokimia meliputi daur nitrogen, daur karbon dan oksigen, daur air, daur fosfor, serta daur sulfur.

## 1. Daur Nitrogen

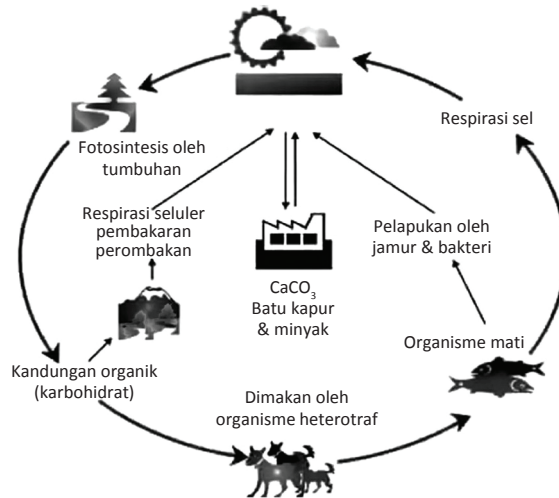
- Di atmosfer terdapat  $\pm 80\%$  nitrogen dalam bentuk nitrogen bebas ( $N_2$ ).
- Beberapa bakteri dapat menyerap nitrogen dalam bentuk  $N_2$ , contohnya *Rhizobium* yang hidup pada bintil akar tanaman Leguminosae.
- Nitrogen yang diikat oleh bakteri tersebut diubah menjadi amonia ( $NH_3$ ). Proses pembentukan amonia ini disebut *amonifikasi*.
- Amonia kemudian dirombak oleh bakteri nitrit (*Nitrosococcus* dan *Nitrosomonas*) menjadi ion nitrit ( $NO_2^-$ ), kemudian ion nitrit dirombak oleh bakteri nitrat (*Nitrobacter*) menjadi ion nitrat ( $NO_3^-$ ). Proses penyusunan senyawa nitrat dari amonia ini disebut *nitrifikasi*.
- Tumbuhan baru dapat menyerap nitrogen dalam bentuk ion nitrat. Selain itu, bakteri tanah juga memanfaatkan ion nitrat untuk memperoleh oksigen dalam proses denitrifikasi. Proses tersebut menghasilkan nitrogen. Nitrogen yang dihasilkan tersebut akan kembali ke atmosfer. Daur nitrogen dapat dilihat pada gambar berikut.



Daur Nitrogen

## 2. Daur Karbon dan Oksigen

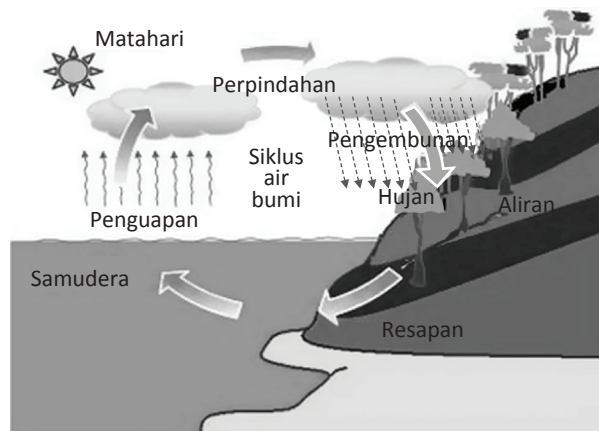
- Karbon di udara terdapat dalam bentuk  $CO_2$  yang dapat larut dalam air.
- Karbon dioksida diserap oleh tumbuhan saat proses fotosintesis. Hasil fotosintesis berupa karbohidrat dan oksigen.
- Kedua zat tersebut dimanfaatkan oleh tumbuhan (produsen) dan makhluk hidup lainnya (konsumen).
- Oksigen dimanfaatkan makhluk hidup untuk bernapas. Pada saat bernapas, makhluk hidup mengeluarkan zat sisa berupa karbon dioksida.
- Karbon dioksida tersebut akan digunakan lagi oleh tumbuhan saat proses fotosintesis. Selain itu, karbon dioksida juga dihasilkan dari penguraian bahan-bahan organik dan pemakaian bahan bakar fosil oleh manusia. Daur karbon dan oksigen dapat dilihat pada gambar berikut.



Daur Karbon dan Oksigen

### 3. Daur Air

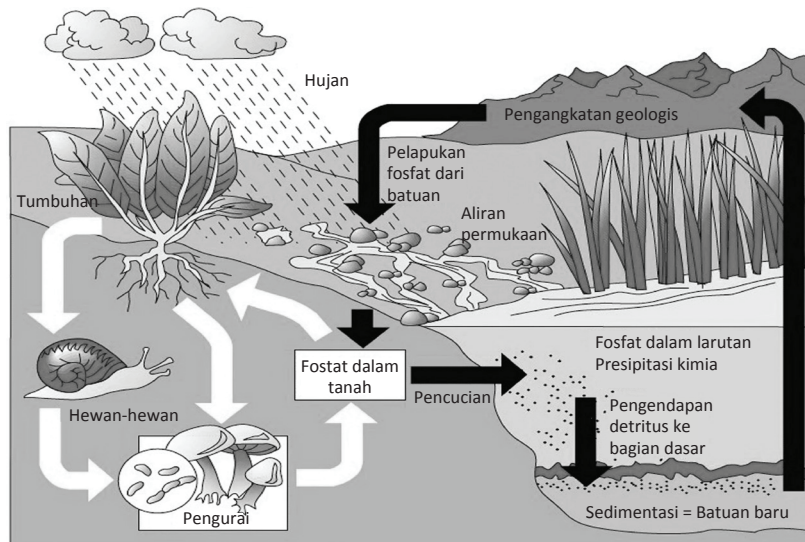
- Di bumi, air dapat berupa air permukaan (sungai dan laut), air tanah, serta air dalam tubuh makhluk hidup.
- Pada saat suhu tinggi, air di bumi dan air dalam tubuh makhluk hidup akan menguap dan membentuk awan.
- Setelah itu, terjadilah kondensasi uap air menjadi titik-titik air hujan akibat pengaruh suhu yang rendah (perbedaan suhu).
- Air hujan yang turun masuk dan meresap ke dalam tanah, selanjutnya dimanfaatkan oleh makhluk hidup, dan sebagian lagi mengalir menuju lautan. Pada saat suhu tinggi akan terjadi penguapan air lagi, dan begitu seterusnya. Daur air dapat dilihat pada gambar berikut.



Daur Air

#### 4. Daur Fosfor

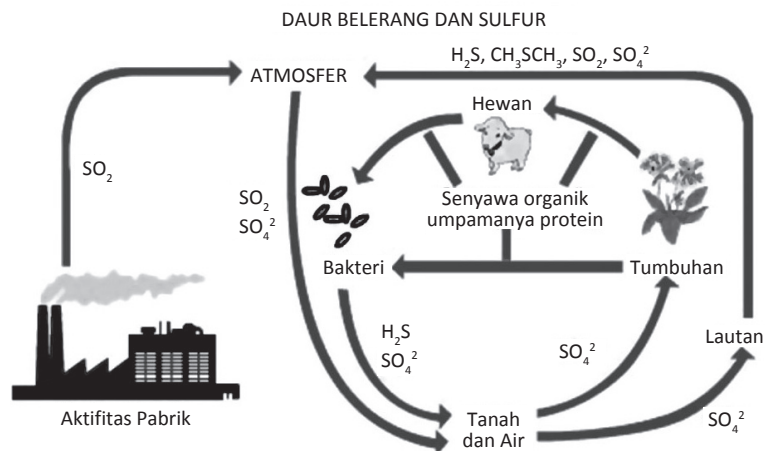
- Fosfor merupakan salah satu komponen penyusun materi genetik.
- Senyawa fosfor yang ada di bumi kebanyakan tersimpan dalam bebatuan.
- Bebatuan tersebut akan mengalami erosi dan membebaskan senyawa fosfat ( $PO_4$ ) yang diperlukan makhluk hidup.
- Senyawa fosfor akan dikembalikan ke tanah dan air oleh dekomposer (mikroorganisme pengurai). Daur fosfor dapat dilihat pada gambar berikut.



Daur Fosfor

#### 5. Daur Sulfur

- Di bumi, sulfur terdapat dalam bentuk hidrogen sulfida ( $H_2S$ ).
- Sementara itu, tumbuhan dapat menyerap sulfur dalam bentuk sulfat ( $SO_4$ ).
- Perpindahan sulfat pada makhluk hidup terjadi melalui proses rantai makanan. Setelah makhluk hidup mati, jasadnya akan diuraikan oleh dekomposer. Daur sulfur dapat dilihat pada gambar berikut.



Daur sulfur

## D. Perubahan Lingkungan

Keseimbangan lingkungan secara alami dapat berlangsung karena beberapa hal yaitu komponen-komponen yang ada terlibat dalam aksi-reaksi dan berperan sesuai kondisi keseimbangan, pemindahan energi (arus energi), dan siklus biogeokimia dapat berlangsung. Keseimbangan lingkungan dapat terganggu apabila terjadi perubahan yang melebihi daya lentingnya, baik berupa pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat mengakibatkan putusnya mata rantai dalam ekosistem. Perubahan lingkungan dapat terjadi karena faktor alam dan akibat campur tangan (kegiatan) manusia.

### 1. Perubahan Lingkungan Akibat Faktor Alam

Beberapa contoh faktor alam yang dapat mengakibatkan perubahan lingkungan yaitu banjir bandang, gunung meletus, tanah longsor, gempa bumi, tsunami, kekeringan, kebakaran hutan, angin puting beliung, dan perubahan musim.

### 2. Perubahan Lingkungan Akibat Kegiatan Manusia

Beberapa contoh aktivitas manusia yang dapat mengakibatkan perubahan lingkungan sebagai berikut.

- Pembukaan lahan untuk pemenuhan kebutuhan pangan, sandang, papan, lahan, dan sarana transportasi.
- Aktivitas pertanian yang diikuti dengan peningkatan penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan.
- Eksplorasi sumber daya laut yang tidak ramah lingkungan.

## E. Pencemaran Lingkungan dan Dampaknya bagi Lingkungan

Berbagai aktivitas manusia dapat mengubah lingkungan dan menimbulkan berbagai pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan meliputi pencemaran air, udara, dan tanah.

### 1. Pencemaran Air

Sumber-sumber pencemaran air dapat berupa limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian. Limbah industri misalnya logam berat (merkuri, timbal, seng, timah, krom, arsenat, dan lain-lain). Limbah rumah tangga misalnya sampah rumah tangga (plastik, minyak, sisa-sisa makanan) dan detergen. Limbah pertanian misalnya zat kimia yang terkandung dalam pupuk pertanian. Limbah-limbah tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit dan kematian organisme yang ada di air serta eutrofikasi.

### 2. Pencemaran Udara

Sumber-sumber pencemaran udara dapat berasal dari bahan bakar fosil (bensin dan solar), pembakaran sampah/sisa hasil pertanian, pembakaran gas alam dan minyak bumi, transportasi, pembakaran arang, asap pabrik, serta pembakaran sampah sehingga

menghasilkan gas CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, serta CFC (*Chloro Fluoro Carbon*)/Freon. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara tersebut sebagai berikut.

- a. Konsentrasi CO berlebih menyebabkan proses peredaran darah di dalam tubuh terganggu sehingga dapat mengakibatkan kematian.
- b. Konsentrasi CO<sub>2</sub> berlebih di atmosfer bumi dapat mengakibatkan pemanasan global (efek rumah kaca).
- c. Konsentrasi nitrogen oksida berlebih di udara dapat bersifat racun yang dapat menyebabkan sesak napas.
- d. Sulfur oksida dan nitrogen oksida yang dihasilkan oleh asap pabrik dapat menyebabkan hujan asam.
- e. Konsentrasi gas CFC berlebih di udara menyebabkan rusaknya lapisan ozon. Lapisan ozon melindungi bumi dari masuknya sinar ultraviolet.

### 3. > Pencemaran Tanah

Sumber-sumber pencemaran air dapat berupa limbah rumah tangga dan limbah pertanian. Limbah rumah tangga misalnya sampah organik dan anorganik yang berlebih sehingga menyebabkan tanah menjadi labil. Selain itu, kehidupan mikroorganisme tanah juga akan terganggu. Limbah pertanian misalnya zat kimia yang terkandung dalam pestisida dan insektisida yang menyebabkan kematian hewan-hewan non sasaran yang hidup di tanah serta zat kimia yang terkandung dalam pupuk pertanian yang menyebabkan kematian mikroorganisme dalam tanah. Mikroorganisme tersebut dapat membantu menyuburkan tanah.

## F. > Pengelolaan Lingkungan

Aktivitas pengolahan lingkungan harus diimbangi dengan upaya pelestarian lingkungan agar keseimbangan lingkungan tetap terjaga. Beberapa upaya berikut dilakukan manusia dalam rangka menjaga kelestarian lingkungan sebagai berikut.

### 1. > Pelestarian Air

Pelestarian air dapat dilakukan dengan mengolah limbah cair (rumah tangga dan industri) sebelum dibuang ke badan air, tidak memanfaatkan sungai sebagai tempat sampah, dan membangun sumur resapan di sekitar rumah.

### 2. > Pelestarian Udara

Pelestarian udara dapat dilakukan dengan menggalakkan penanaman pohon atau pun tanaman hias di sekitar kita, mengupayakan pengurangan emisi atau pembuangan gas sisa pembakaran, baik pembakaran hutan maupun pembakaran mesin, dan mengurangi atau bahkan menghindari pemakaian gas kimia yang dapat merusak lapisan ozon di atmosfer.

### 3. > Pelestarian Tanah

Pelestarian tanah dapat dilakukan dengan menggalakkan kegiatan menanam pohon atau penghijauan kembali (reboisasi) terhadap tanah yang gundul dan membuat terasering atau sengkedan untuk daerah perbukitan atau pegunungan yang posisi tanahnya miring.

## Soal Bahas Ekosistem & Lingkungan

1. Suatu ekosistem memiliki curah hujan dan tingkat kelembapan yang sangat rendah. Tanah pada ekosistem tersebut sangat tandus dan gersang sehingga hanya tumbuhan xerofit saja yang dapat hidup. Berdasarkan uraian tersebut, ekosistem yang dimaksud adalah ....
- gurun
  - tundra
  - hutan gugur
  - padang rumput
  - hutan hujan tropis

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Gurun merupakan ekosistem yang terdapat di daerah tropis. Curah hujan dan kelembapan udara di daerah gurun sangat rendah. Tanahnya tandus dan gersang sehingga hanya tumbuhan tertentu saja yang mampu hidup, misalnya tumbuhan xerofit.

2. CO<sub>2</sub> dapat menyebabkan efek rumah kaca jika kadarnya di atmosfer meningkat dan menyebabkan peningkatan suhu bumi yang disebut pemanasan global. Efek rumah kaca ini dapat ditanggulangi dengan cara ....
- membuka lahan pertanian baru
  - pembakaran hutan
  - penebangan hutan
  - penghijauan
  - penggunaan freon

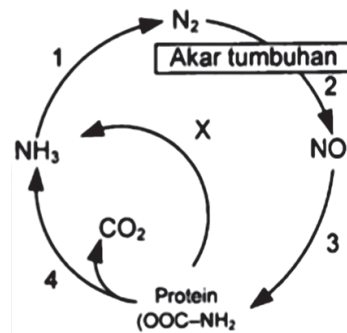
**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Pemakaian bahan bakar fosil menghasilkan polutan berupa karbon monoksida dan karbon dioksida. Kedua zat tersebut dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna bahan bakar fosil. Karbon monoksida berlebih dalam tubuh manusia dapat

mengakibatkan kematian. Karbon monoksida lebih mudah berikatan dengan hemoglobin dibandingkan dengan oksigen. Akibatnya, tubuh dapat kekurangan oksigen sehingga dapat mengakibatkan kematian. Karbon dioksida berlebih di atmosfer dapat memerangkap panas dan memantulkannya kembali ke permukaan bumi. Peristiwa ini dikenal dengan efek rumah kaca. Akibatnya, suhu bumi semakin meningkat (pemanasan global). Efek rumah kaca ini dapat ditanggulangi dengan cara penghijauan karena tumbuhan dapat menyerap gas CO<sub>2</sub>.

3. Perhatikan daur nitrogen berikut!



Proses yang terjadi pada bagian X adalah ....

- fiksasi, pengikatan nitrogen bebas dari udara oleh bakteri *Clostridium* sp. secara anaerob
- nitrifikasi, pembentukan ion nitrit oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*
- amonifikasi, penguraian nitrogen organik menjadi amonium kembali
- denitrifikasi, penguraian kembali nitrogen organik menjadi gas nitrogen
- nitrifikasi, pengikatan ion-ion nitrat oleh bakteri *Nitrobacter*

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**



**Jawaban: D**

Urutan daur nitrogen sebagai berikut.

- a. Di atmosfer terdapat  $\pm 80\%$  nitrogen dalam bentuk nitrogen bebas ( $N_2$ ).
- b. Beberapa bakteri dapat menyerap nitrogen dalam bentuk  $N_2$ , contohnya *Rhizobium* yang hidup pada bintil akar Leguminosae.
- c. Nitrogen yang diikat oleh bakteri tersebut diubah menjadi amonia ( $NH_3$ ). Proses pembentukan amonia ini disebut *amonifikasi*.
- d. Amonia kemudian dirombak oleh bakteri nitrit (*Nitrosococcus* dan *Nitrosomonas*) menjadi ion nitrit ( $NO_2^-$ ). Selanjutnya, ion nitrit dirombak oleh bakteri nitrat (*Nitrobacter*) menjadi ion nitrat ( $NO_3^-$ ). Proses penyusunan senyawa nitrat dari amonia ini disebut *nitrifikasi*.
- e. Tumbuhan baru dapat menyerap nitrogen dalam bentuk ion nitrat. Selain itu, bakteri tanah juga memanfaatkan ion nitrat untuk memperoleh oksigen dalam proses denitrifikasi. Proses tersebut menghasilkan nitrogen. Nitrogen yang dihasilkan tersebut akan kembali ke atmosfer.

Jadi, proses X dalam siklus nitrogen tersebut adalah proses denitrifikasi, penguraian kembali nitrogen organik menjadi gas nitrogen yang akan kembali ke atmosfer.

4. Pencemaran limbah plastik dapat menyebabkan perubahan lingkungan. Upaya yang dapat dilakukan masyarakat untuk mengatasi pencemaran plastik adalah ....
  - A. membakar sampah plastik
  - B. melakukan daur ulang plastik
  - C. melakukan penelitian penguraian plastik

- D. mengubur sampah plastik di dalam tanah
- E. melarang masyarakat menggunakan plastik

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Plastik merupakan limbah yang tidak dapat diuraikan sehingga tidak akan hancur. Oleh karena itu, diperlukan penanganan khusus untuk menangani masalah limbah plastik. Cara penanggulangan limbah plastik yang tepat adalah dengan melakukan daur ulang. Daur ulang merupakan proses mengubah bantuk plastik sehingga dapat dimanfaatkan untuk membuat produk lain.

5. Tindakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan lingkungan berupa erosi tanah karena kerusakan hutan adalah ....
  - A. memperbanyak jumlah polisi hutan
  - B. membuat standarisasi kualitas kayu
  - C. membuat sengkedan di lereng bukit
  - D. menindak pelaku dengan hukum mati
  - E. menghijaukan kembali hutan yang gundul

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Permasalahan lingkungan yang timbul dari perambahan dan pembalakan liar yaitu erosi tanah di hutan, longsor, dan banjir. Tindakan yang perlu diambil berkaitan dengan konservasi tanah. Salah satu cara yang cukup baik adalah melakukan reboisasi atau menghijaukan kembali hutan yang gundul. Cara ini efektif untuk menurunkan erosi dan aliran permukaan.

BAB  
7

# SEL DAN JARINGAN

Makhluk hidup tersusun atas sel. Pada makhluk hidup tingkat tinggi, sel-sel tersebut akan menyusun jaringan. Pada bab ini akan dibahas mengenai sel dan jaringan.

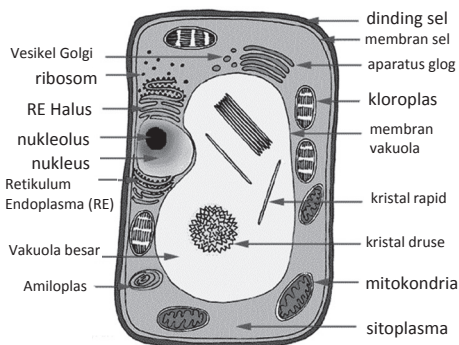
## A. Sel

Sel merupakan unit fungsional dan struktural dalam kehidupan. Sebagai unit fungsional, di dalam sel berlangsung berbagai reaksi kimia kehidupan. Sementara itu, sel disebut sebagai unit struktural karena sel merupakan bagian dari komponen penyusun jaringan makhluk hidup.

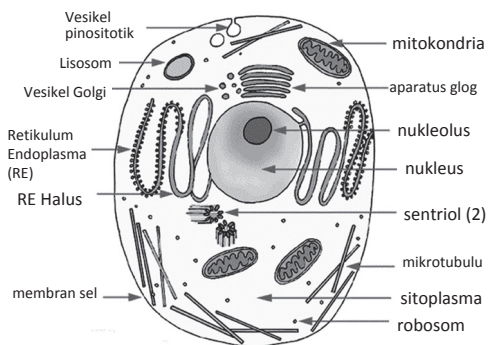
### 1. Struktur dan Fungsi Bagian-Bagian Sel

Sel dibedakan menjadi dua jenis yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik. Sel prokariotik merupakan sel yang tidak memiliki membran inti. Sementara itu, sel eukariotik merupakan sel yang memiliki membran inti dan sistem endomembran. Perbedaan antara sel prokariotik dan sel eukariotik disajikan dalam tabel berikut.

Pembeda	Prokariotik	Eukariotik
Dinding sel	Ada	Ada (tumbuhan), tidak ada (hewan)
Sentriol	Tidak ada	Ada (hewan), tidak ada (tumbuhan)
Kloroplas	Ada	Ada
Retikulum endoplasma	Tidak ada	Ada
Badan Golgi	Tidak ada	Ada
Lisosom	Tidak ada	Ada
Mitokondria	Tidak ada	Ada
Membran plasma	Ada	Ada
Inti sel	Ada	Ada
Ribosom	Ada	Ada



Struktur Sel Tumbuhan



Struktur Sel Hewan

Sel terdiri atas berbagai macam bagian. Bagian penyusun sel sebagai berikut.

**a. Dinding Sel**

Dinding sel merupakan organel yang tersusun dari lipid, peptidoglikan, dan protein. Fungsi dinding sel adalah sebagai pelindung dan memberi bentuk tubuh sel.

**b. Membran Plasma**

Membran plasma merupakan bagian terluar sel yang tersusun dari lapisan lipid dan lapisan protein. Membran sel memiliki beberapa fungsi sebagai berikut.

- 1) Pengatur pertukaran zat dari dalam sitoplasma dan lingkungan luar.
- 2) Sebagai penerima rangsang dari luar sel.
- 3) Sebagai pelindung isi sel.

**c. Sitoplasma**

Sitoplasma adalah cairan protoplasma yang terdapat di luar membran inti. Cairan ini berfungsi sebagai tempat terjadinya reaksi kimia serta penyuplai bahan kimia untuk reaksi tersebut. Pada sitoplasma terdapat organel-organel yang menyusun sel, di antaranya sebagai berikut.

**1) Nukleus**

Nukleus merupakan organel inti yang berfungsi sebagai pengatur seluruh kegiatan sel. Selain itu, di dalam nukleus mengandung informasi genetik yang berfungsi dalam pewarisan sifat.

**2) Mitokondria**

Mitokondria merupakan organel yang berperan sebagai penghasil energi. Mitokondria dapat menghasilkan energi melalui proses respirasi sel yang berlangsung di dalamnya.

**3) Plastida**

Plastida merupakan perkembangan dari proplastida yang merupakan bagian dari daerah meristematik. Plastida dibedakan menjadi tiga macam sesuai dengan pigmen yang dikandungnya. Ketiga tipe plastida tersebut sebagai berikut.

**a) Kloroplas**

Kloroplas mengandung pigmen warna hijau (klorofil). Oleh karena itu, kloroplas berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis.

**b) Kromoplas**

Kromoplas mengandung pigmen nonfotosintetik. Kromoplas biasanya mengandung pigmen yang membawa berbagai warna seperti xantofil (kuning) dan karoten (oranye). Oleh karena itu, kromoplas berperan sebagai pemberi warna pada tumbuhan (bunga dan buah).

**c) Leukoplas**

Leukoplas merupakan plastida yang tidak mengandung pigmen. Leukoplas biasa ditemukan pada umbi dan berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan.

**4) Ribosom**

Ribosom merupakan organel yang berfungsi sebagai tempat sintesis protein.

**5) Retikulum Endoplasma**

Retikulum endoplasma merupakan struktur yang berbentuk lipatan-lipatan. Ada dua jenis retikulum endoplasma, yaitu retikulum endoplasma kasar dan retikulum endoplasma halus. Pada permukaan retikulum endoplasma kasar terdapat ribosom-ribosom yang menempel sehingga menyebabkan permukaannya menjadi kasar. Retikulum endoplasma berperan dalam transportasi intrasel.

#### 6) **Badan Golgi**

Badan golgi merupakan struktur yang bertumpuk-tumpuk membentuk kompleks. Badan golgi terletak di tepi dan dekat membran. Badan Golgi berperan dalam sekresi dan ekskresi sel.

#### 7) **Lisosom**

Lisosom merupakan organel berbentuk kantong yang mengandung enzim hidrolitik. Lisosom berperan dalam pencernaan intrasel.

#### 8) **Vakuola**

Vakuola merupakan organel berbentuk kantong yang berfungsi sebagai tempat menyimpan makanan cadangan. Vakuola dapat ditemukan pada sel tumbuhan.

#### 9) **Sentriol**

Sentriol merupakan organel yang dapat ditemukan dalam sel hewan. Sentriol berperan dalam proses pembelahan sel.

#### 10) **Badan Mikro**

Badan mikro dibedakan menjadi dua yaitu peroksisom dan glioksisom. Pada peroksisom mengandung enzim oksidatif dan katalase. Oleh karena itu, peroksisom berperan dalam oksidasi senyawa hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Sementara itu, glioksisom mengandung enzim yang mampu mengubah lemak menjadi gula.

### 1. Transpor Melalui Membran

Pertukaran zat masuk dan keluar sel dapat dilakukan melalui membran. Transpor melalui membran dibedakan menjadi dua, yaitu transpor aktif dan transpor pasif.

#### a. **Transpor Aktif**

Transpor aktif merupakan transpor melalui membran dari gradien konsentrasi rendah ke tinggi sehingga memerlukan energi. Transpor aktif dibedakan menjadi pompa natrium-kalium, endositosis, dan eksositosis. Pompa natrium-kalium memompa ion  $Na^+$  keluar dari dalam sel dan memompa ion  $K^+$  masuk ke dalam sel. Endositosis merupakan pemasukan zat melalui membran dengan mekanisme fagositosis dan pinositosis. Eksositosis merupakan proses pengeluaran zat ke luar sel.

#### b. **Transpor Pasif**

Transpor pasif merupakan perpindahan molekul yang tidak memerlukan energi karena berlangsung dari konsentrasi tinggi ke rendah. Transpor pasif dibedakan menjadi difusi dan osmosis. Difusi merupakan proses perpindahan zat terlarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah baik melalui membran atau tidak. Sementara itu, osmosis merupakan perpindahan pelarut dari konsentrasi rendah ke tinggi.

## B. Jaringan

Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk, asal, struktur, dan fungsi sama. Jaringan dapat mengalami diferensiasi atau perkembangan.

### 1. Jaringan Tumbuhan

Jaringan tumbuhan dibedakan menjadi beberapa macam yaitu jaringan meristem, jaringan epidermis, jaringan korteks, dan jaringan pengangkut.

### a. Jaringan Meristem

Jaringan meristem merupakan jaringan yang terdiri atas sekelompok sel yang masih aktif membelah. Jaringan meristem dibedakan menjadi beberapa jenis. Berdasarkan letaknya, jaringan meristem dibedakan menjadi tiga jenis yaitu meristem apikal, meristem lateral, dan meristem interkalar.

#### 1) Meristem Apikal

Meristem apikal terdapat di ujung batang dan ujung akar tumbuhan. Pertumbuhan meristem apikal disebut dengan pertumbuhan primer dan menghasilkan jaringan primer. Pembelahan meristem apikal dapat mengakibatkan pertambahan tinggi batang dan panjang akar.

#### 2) Meristem Lateral

Meristem lateral merupakan meristem yang terdapat sejajar dengan organ tempat jaringan ini ditemukan. Pertumbuhan meristem lateral disebut dengan pertumbuhan sekunder dan menghasilkan jaringan sekunder. Pembelahan meristem lateral mengakibatkan bertambah besar diameter batang.

#### 3) Meristem Interkalar

Meristem interkalar yaitu meristem yang terdapat di antara jaringan dewasa. Sementara berdasarkan asalnya, jaringan meristem dibedakan menjadi meristem primer dan meristem sekunder.

- a) Meristem primer yaitu meristem yang berasal dari perkembangan sel embrionik dan berperan dalam pertumbuhan primer.
- b) Meristem sekunder yaitu meristem yang merupakan perkembangan dari jaringan yang telah mengalami diferensiasi.

### b. Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis adalah jaringan terluar yang tersusun dari sel-sel epidermis yang tersusun rapat dan tidak memiliki ruang antarsel yang menutupi semua permukaan tubuh tumbuhan. Oleh karena itu, jaringan epidermis berfungsi sebagai pelindung sel di bawahnya.

### c. Jaringan korteks

Jaringan korteks merupakan jaringan yang berasal dari perkembangan meristem dasar. Terdapat beberapa jenis jaringan korteks di antaranya sebagai berikut.

#### 1) Jaringan Parenkim

Jaringan parenkim merupakan jaringan dasar yang tersusun dari sel-sel parenkim yang bersegi banyak dan berdinding tipis. Jaringan parenkim terletak di sebelah dalam epidermis hingga empulur. Jaringan parenkim dibedakan menjadi dua yaitu aerenkim dan klorenkim. Aerenkim merupakan parenkim yang memiliki rongga udara. Sementara itu, klorenkim merupakan parenkim yang mengandung kloroplas.

#### 2) Jaringan Kolenkim

Kolenkim merupakan jaringan dengan sel-sel tebal dan mengalami penebalan selulosa dan pektin pada ujungnya. Jaringan kolenkim berasal dari diferensiasi jaringan parenkim dan berfungsi sebagai penyokong organ tumbuhan.

#### 3) Jaringan Sklerenkim

Sklerenkim merupakan jaringan yang terdiri atas jaringan sekunder yang tebal dan tersusun dari lignin sehingga bersifat kuat.

#### d. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut air dan mineral serta hasil fotosintesis. Jaringan pengangkut terdiri atas xilem dan floem. Xilem berfungsi mengangkut air dan mineral dari tanah ke daun. Xilem terdiri atas trakeid dan elemen pembuluh. Sementara itu, floem berfungsi mengedarkan hasil fotosintesis ke seluruh tubuh tumbuhan. Floem terdiri atas beberapa komponen pembuluh tapis.

## 2. Jaringan Hewan

Jaringan hewan tersusun dari sel-sel dan matriks ekstraseluler. Jaringan pada hewan dibedakan menjadi beberapa macam yaitu jaringan epitel, saraf, otot, dan pengikat.

#### a. Jaringan Epitel

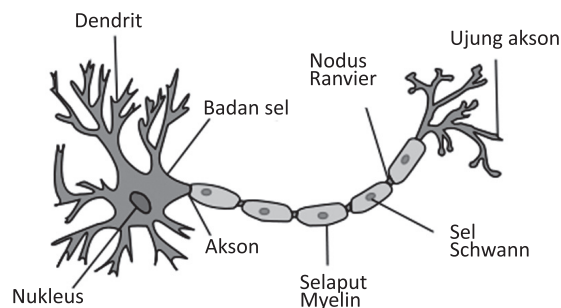
Jaringan epitel merupakan jaringan yang menyusun permukaan tubuh serta rongga tubuh. Jaringan epitel memiliki banyak bentuk sesuai dengan letak dan fungsinya. Beberapa jaringan epitel sebagai berikut.

- 1) Jaringan epitel pipih selapis
- 2) Jaringan kubus selapis
- 3) Jaringan epitel silindris selapis
- 4) Jaringan epitel pipih berlapis
- 5) Jaringan epitel kubus berlapis
- 6) Jaringan epitel pipih berlapis
- 7) Jaringan epitel silindris berlapis semu
- 8) Jaringan epitel transisi

#### b. Jaringan Saraf

Jaringan saraf merupakan jaringan yang tersusun dari sel-sel saraf (neuron). Jaringan saraf berperan dalam menghantarkan impuls. Terdapat beberapa jenis neuron sebagai berikut.




- 1) Neuron motorik, berperan dalam menghantarkan impuls dari saraf pusat ke efektor.
- 2) Neuron sensorik, berperan dalam menyampaikan impuls dari lingkungan ke saraf.
- 3) Neuron penghubung, berperan menghantarkan impuls dari neuron yang satu ke neuron yang lain.



Jaringan Saraf

#### c. Jaringan Otot

Jaringan otot merupakan jaringan yang berperan dalam pergerakan. Jaringan otot tersusun dari sel-sel yang mampu berkontraksi. Jaringan otot mampu berkontraksi karena di dalamnya terdapat protein kontraktile dan serabut otot (miofibril). Jaringan otot dibedakan menjadi beberapa jenis sebagai berikut.

Jenis Jaringan Otot	Ciri-ciri	Jenis Jaringan Otot	Ciri-ciri
Otot polos 	1) Sel berbentuk gelendong. 2) Berinti satu di tengah. 3) Bekerja secara tak sadar. 4) Reaksi lambat.	Otot jantung 	1) Sel berbentuk silindris dan bercabang. 2) Berinti banyak di tengah. 3) Bekerja secara tidak sadar. 4) Reaksi lambat.
Otot lurik 	1) Sel berbentuk silindris dan tidak bercabang. 2) Berinti banyak inti di tepi. 3) Bekerja secara sadar. 4) Reaksi cepat.		

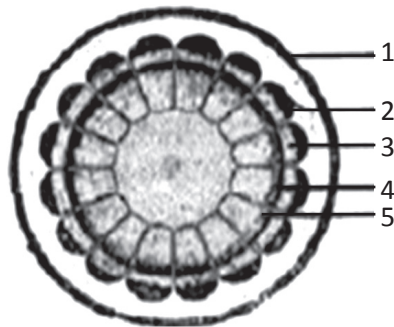
#### d. Jaringan Pengikat

Jaringan pengikat merupakan jaringan yang berfungsi mengikat dan menyokong tubuh. Jenis-jenis jaringan pengikat sebagai berikut.

- 1) Jaringan pengikat longgar
- 2) Jaringan pengikat padat
- 3) Jaringan tulang
- 4) Jaringan adiposa
- 5) Jaringan hematopoietik

### Soal Bahas Sel & Jaringan

1. Berikut ini adalah gambar penampang batang dikotil.



Bagian yang berfungsi sebagai pembuluh yang dilalui oleh air maupun unsur hara dari dalam tanah adalah nomor ....

- |      |      |
|------|------|
| A. 1 | D. 4 |
| B. 2 | E. 5 |
| C. 3 |      |

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Gambar tersebut menunjukkan struktur batang Dicotyledoneae. Jaringan tumbuhan pada batang yang berfungsi sebagai pembuluh yang dilalui oleh air maupun unsur hara dari dalam tanah adalah jaringan xilem. Jaringan xilem ditunjukkan oleh nomor 5. Nomor 1 menunjukkan jaringan epidermis yang berfungsi sebagai pelindung. Nomor 2 menunjukkan jaringan korteks yang berfungsi menyimpan makanan cadangan. Nomor 3 menunjukkan jaringan floem yang berfungsi mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Adapun nomor 4 menunjukkan jaringan kambium yang berfungsi dalam pembesaran batang tumbuhan.

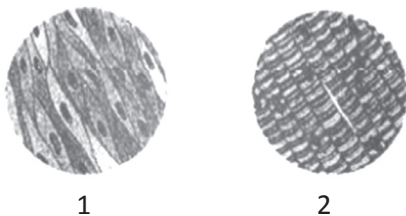
2. Sel-sel bawang merah yang direndam dalam larutan akuades akan mengalami ....
- plasmolisis karena cairan sel bersifat hipotonik sehingga air di dalam sel akan keluar
  - lisis karena cairan sel bersifat hipertonik sehingga molekul-molekul air keluar dari sel
  - krenasi karena cairan sel bersifat isotonik sehingga molekul-molekul air keluar dari sel
  - krenasi karena cairan sel bersifat hipotonik sehingga molekul-molekul gula masuk ke dalam sel
  - turgid karena cairan sel bersifat hipertonik sehingga air akuades dari luar akan masuk ke dalam sel

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Sebelum direndam dalam akuades, membran sel bawang merah masih melekat pada dinding sel dan ukuran sel masih normal. Akan tetapi, setelah dimasukkan ke dalam akuades yang bersifat hipotonik (berarti cairan sel hipertonik) akan menyebabkan air dari luar akan masuk ke dalam sel bawang merah sehingga sel akan membesar. Kondisi ini disebut dengan turgid.

3. Perhatikan gambar jaringan hewan berikut!



Berdasarkan fungsi jaringan, manakah pertanyaan yang tepat di bawah ini?

	1	2
A.	Gerak peristaltik oleh organ pencernaan.	Kontraksi jantung untuk memompa darah.

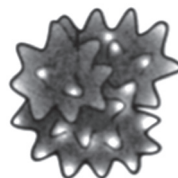
B.	Gerak peristaltik usus halus dan esofagus.	Kontraksi sadar pada gerakan anggota tubuh.
C.	Kontraksi jantung untuk memompa darah.	Gerakan tidak sadar saat refleks.
D.	Gerak refleks pada anggota tubuh.	Gerak peristaltik pada pupil mata.
E.	Mengontrol diameter pembuluh darah dan pupil mata.	Mengontrol gerak refleks anggota tubuh.

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Gambar 1 merupakan otot polos, sedangkan gambar 2 merupakan otot lurik (rangka). Otot polos berbentuk gelendong dan bekerja secara tidak sadar dan menyusun otot pada organ-organ dalam tubuh dan mengatur gerak peristaltik usus halus dan esofagus. Sementara itu, otot lurik (rangka) berbentuk silindris dan tidak bercabang. Otot lurik bekerja secara sadar dan mengatur kontraksi sadar pada gerakan anggota tubuh.

4. Suatu percobaan dilakukan dengan meneteskan larutan X pada sel darah merah. Sel darah merah tersebut selanjutnya diamati menggunakan mikroskop dan menunjukkan hasil seperti berikut.



Berdasarkan hasil yang terlihat dapat disimpulkan bahwa ....



- A. larutan X bersifat isotonik terhadap sel darah merah
- B. larutan X bersifat hipotonik terhadap sel darah merah
- C. larutan X bersifat hipertonic terhadap sel darah merah
- D. larutan X menyebabkan peristiwa turgid pada sel darah merah
- E. larutan X menyebabkan peristiwa plasmolisis pada sel darah merah

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Sel darah pada hasil percobaan menunjukkan sel darah merah yang mengalami krenasi (mengerut). Kondisi sel darah merah tersebut terjadi apabila dimasukkan ke dalam larutan hipertonic. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa larutan X merupakan larutan yang bersifat hipertonic terhadap sel darah merah sehingga menyebabkan cairan dalam sel darah merah akan keluar.

- 5. Sel akar yang diberi larutan urea berkonsentrasi tinggi saat diamati menggunakan mikroskop menunjukkan kondisi seperti gambar berikut.



Berdasarkan hasil tersebut, sel akar mengalami ....

- A. endosmosis yang mengakibatkan sel mengalami lisis
- B. eksosmosis yang mengakibatkan sel mengalami lisis
- C. difusi yang mengakibatkan sel mengalami plasmolisis
- D. endosmosis yang mengakibatkan sel mengalami krenasi
- E. eksosmosis yang mengakibatkan sel mengalami plasmolisis

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Larutan urea bersifat hipertonic terhadap cairan di dalam sel akar yang bersifat hipotonik. Apabila konsentrasi larutan di luar sel lebih tinggi akan mengakibatkan cairan di dalam sel keluar secara eksosmosis. Hal tersebut mengakibatkan membran sel terkelupas dari dinding sel yang disebut dengan plasmolisis.

BAB  
8

## SISTEM ORGAN MANUSIA

Tubuh manusia tersusun atas berbagai sistem organ yang saling bekerja sama melaksanakan fungsi tubuh. Sistem organ yang menyusun tubuh manusia adalah sistem gerak, sistem peredaran darah, sistem pencernaan, sistem pernapasan, sistem ekskresi, sistem regulasi (sistem saraf, sistem hormon, dan sistem indra), sistem reproduksi, serta sistem pertahanan tubuh.

## A. Sistem Gerak

Sistem gerak terdiri atas kerja sama antara rangka, otot, dan sendi. Rangka berperan sebagai sistem gerak pasif, sedangkan otot berperan sebagai sistem gerak aktif.

## 1. Rangka

Rangka tersusun dari kumpulan tulang. Beberapa fungsi rangka sebagai berikut.

- Sebagai alat gerak pasif.
- Memberi bentuk tubuh.
- Menyokong tubuh.
- Melindungi organ-organ dalam tubuh.
- Tempat pembentukan sel-sel darah.
- Sebagai tempat melekatnya otot.

Tulang penyusun rangka terdiri atas tulang rawan (kartilago) dan tulang keras (osteon).

## a. Tulang Rawan (Kartilago)

Komponen penyusun tulang rawan terdiri atas sel-sel tulang rawan (kondrosit) dan matriks. Matriks terdiri dari zat kolagen yang memberikan sifat lentur pada tulang rawan. Terdapat tiga jenis tulang rawan yaitu tulang rawan hialin, fibrosa, dan elastis.

- Tulang rawan hialin bersifat kuat dan dapat ditemukan pada saluran pernapasan.
- Tulang rawan fibrosa bersifat kurang lentur dan dapat ditemukan pada lutut dan ruas-ruas tulang belakang.
- Tulang rawan elastis bersifat lentur dan dapat ditemukan pada daun telinga.

## b. Tulang Keras (Osteon)

Tulang rawan akan mengalami proses osifikasi (penulangan) membentuk tulang keras. Pada tulang rawan terdapat rongga yang mengandung osteoblast (sel tulang muda) akan membentuk osteosit (sel tulang keras). Selanjutnya, osteosit akan mengeluarkan berbagai zat yaitu protein, kapur, dan fosfor. Zat tersebut yang mengakibatkan tulang menjadi keras.

Pada tulang keras terdapat sistem Havers. Di dalam sistem Havers terdapat pembuluh darah dan saraf. Pembuluh darah berperan dalam memberi nutrisi bagi sel-sel tulang. Pada tulang juga terdapat sumsum tulang. Ada dua macam sumsum

tulang yaitu sumsum tulang merah dan sumsum tulang kuning. Sumsum tulang merah bersifat aktif dalam memproduksi sel-sel darah. Sementara itu, sumsum tulang kuning bersifat pasif yang akan berperan dalam pembentukan sel-sel darah pada kondisi tertentu saja, misalnya saat anemia.

Tulang keras dibedakan menjadi tiga jenis yaitu tulang pipa, tulang pendek, dan tulang pipih.

- 1) Tulang pipa: tulang lengan, paha, dan betis.
- 2) Tulang pendek: ruas-ruas tulang belakang, pergelangan tangan, dan pergelangan kaki.
- 3) Tulang pipih: tulang rusuk, dada, belikat, panggul, dan dahi.

Rangka dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu tengkorak, badan, dan alat gerak.

#### 1) Tengkorak

- a) Bagian muka: tulang hidung, tulang pipi, tulang rahang atas, tulang rahang bawah.
- b) Bagian kepala: tulang baji, tulang ubun-ubun, tulang pelipis, tulang tengkorak belakang, dahi, dan tapis.

#### 2) Badan

- a) Gelang bahu: tulang belikat dan tulang selangka.
- b) Dada: tulang hulu, tulang badan, dan tulang taju pedang.
- c) Tulang belakang: tulang leher, tulang punggung, tulang pinggang, kelangkang, dan tulang ekor.
- d) Gelang panggul: tulang usus, tulang duduk, dan tulang kemaluan.
- e) Tulang rusuk: tulang sejati, tulang palsu, dan tulang melayang.

#### 3) Alat gerak

- a) Lengan: tulang lengan atas, tulang hasta, tulang pengumpil, tulang pergelangan tangan, tulang telapak tangan, dan tulang ruas jari tangan.
- b) Kaki: tulang paha, tulang tempurung lutut, tulang kering, tulang betis, tulang pergelangan kaki, tulang telapak kaki, dan tulang ruas-ruas jari kaki.

## 2. Otot

Otot merupakan alat gerak aktif. Sebagai alat gerak aktif, otot memiliki kemampuan khusus yaitu kontraktibilitas, ekstensibilitas, dan elastisitas. Otot dibedakan menjadi tiga yaitu otot rangka (lurik), otot polos, dan otot jantung. Otot yang berfungsi sebagai alat gerak aktif adalah otot rangka.

Otot rangka menempel pada rangka atau tulang. Cara kerja otot rangka ada dua macam yaitu sinergis dan antagonis. Cara kerja otot secara sinergis terjadi ketika beberapa otot saling bekerja sama untuk melakukan suatu gerakan. Cara kerja otot secara antagonis terjadi ketika beberapa otot melakukan mekanisme yang berlawanan. Pada saat otot yang satu berkontraksi, otot yang lainnya akan berelaksasi. Beberapa jenis gerakan karena otot sinergis dan antagonis sebagai berikut.

#### a. Gerakan Otot Sinergis

- 1) Pronasi-Supinasi. Gerak pronasi adalah gerakan menelungkupkan. Gerak supinasi adalah gerakan menengadahkan. Gerakan ini diakibatkan oleh kerja sama otot-otot supinator.
- 2) Gerakan menarik dan membuang napas. Pada saat menghirup napas, tulang rusuk terangkat ke atas. Demikian juga sebaliknya, tulang rusuk akan kembali ke posisi semula ketika membuang napas. Tulang rusuk yang terangkat dan

kembali ke posisi semula merupakan gerakan yang ditimbulkan oleh kerja sama otot-otot antartulang rusuk.

**b. Gerakan Otot Antagonis**

- 1) Abduksi-Adduksi. Abduksi merupakan gerakan menjauhi badan. Adduksi merupakan gerakan mendekati badan.
- 2) Depresi-Elevasi. Depresi adalah gerakan menurunkan. Elevasi adalah gerakan menaikkan.
- 3) Ekstensi-Fleksi. Ekstensi adalah gerakan meluruskan. Fleksi adalah gerakan menekuk.

### 3. Sendi

Antara tulang yang satu dengan tulang yang lainnya dihubungkan oleh persendian. Berdasarkan gerakan yang ditimbulkan, terdapat tiga macam persendian yaitu sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis.

**a. Sinartrosis**

Sinartrosis merupakan persendian yang tidak memungkinkan terjadinya gerakan secara bebas. Ada dua macam sinartrosis yaitu hubungan antartulang yang tersusun dari tulang rawan (sinkondrosis) dan hubungan antartulang yang tersusun dari jaringan ikat (sinfibrosis).

**b. Amfiartrosis**

Amfiartrosis adalah persendian yang dihubungkan oleh tulang rawan sehingga hanya menimbulkan sedikit gerakan.

**c. Diartrosis**

Diartrosis merupakan persendian yang dihubungkan oleh ligamen. Persendian ini memungkinkan gerakan yang lebih bebas. Diartrosis dapat dibedakan sebagai berikut.

- 1) Sendi putar yaitu persendian yang memungkinkan gerakan memutar. Contohnya hubungan antara tulang hasta dengan tulang pengumpil.
- 2) Sendi peluru yaitu persendian yang memungkinkan gerakan ke segala arah. Contohnya hubungan antara tulang gelang panggul dengan tulang paha.
- 3) Sendi pelana yaitu persendian yang menimbulkan gerakan ke dua arah. Contohnya hubungan antara telapak tangan dengan ibu jari.
- 4) Sendi engsel yaitu persendian yang menimbulkan gerakan ke satu arah. Contohnya hubungan antara tulang lengan atas dengan tulang hasta.
- 5) Sendi geser yaitu persendian yang hanya menimbulkan gerakan bergeser. Contohnya pada ruas-ruas tulang belakang.
- 6) Sendi luncur yaitu persendian yang membuat badan dapat melengkung atau memutar.

### 4. Penyakit Pada Sistem Gerak

Penyakit yang terjadi pada sistem gerak manusia dapat ditimbulkan oleh kurangnya asupan zat gizi, kecelakaan, kerusakan pada alat gerak, maupun kebiasaan sikap tubuh. Beberapa penyakit yang dapat menyerang sistem gerak manusia sebagai berikut.

- a. Kifosis yaitu tulang belakang terlalu melengkung ke belakang.
- b. Lordosis yaitu tulang belakang terlalu melengkung ke depan.
- c. Skoliosis yaitu tulang belakang melengkung ke kanan atau ke kiri.
- d. Atrofi yaitu mengecilnya ukuran otot karena tidak pernah digunakan.

- e. Hipertrofi yaitu membesarnya ukuran otot karena sering digunakan secara rutin.
- f. Fisura, yaitu keretakan pada tulang akibat benturan keras.
- g. Fraktura yaitu patah tulang akibat benturan keras.
- h. Osteoporosis, yaitu tulang menjadi rapuh dan keropos karena hilangnya kalsium tulang.

## B. Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah merupakan sistem organ yang berfungsi pada proses transpor zat dalam tubuh, sebagai komponen dalam pertahanan tubuh, dan mengatur suhu badan. Komponen penyusun sistem peredaran darah dan mekanisme peredaran darah sebagai berikut.

### 1. Komponen Sistem Peredaran Darah

Kerja sistem peredaran darah melibatkan tiga komponen dalam tubuh yaitu jantung, pembuluh darah, dan darah.

#### a. Jantung

Jantung tersusun oleh otot jantung sehingga mampu melakukan kontraksi. Pada bagian dalam jantung terdapat sekat yang membagi jantung menjadi bagian kanan dan kiri. Jantung bagian kanan terdiri atas serambi kanan dan bilik kanan, sedangkan jantung sebelah kiri terdiri atas serambi kiri dan bilik kiri. Jantung bagian kanan berisi darah yang mengandung banyak karbon dioksida, sedangkan jantung bagian kiri berisi darah yang mengandung banyak oksigen.

#### b. Pembuluh Darah

Pembuluh darah dibedakan menjadi dua yaitu arteri dan vena. Arteri adalah pembuluh darah yang membawa darah ke luar jantung. Arteri ada tiga jenis yaitu aorta, arteri, dan arteriola. Sementara itu, vena adalah pembuluh darah yang membawa darah kembali ke jantung. Vena juga terdapat tiga jenis yaitu vena kava, vena, dan venula. Arteriola dan venula akan bertemu dalam sel tubuh dalam bentuk kapiler darah. Perbedaan antara arteri dan vena sebagai berikut.

Perbedaan	Arteri	Vena
Sifat dinding	Tebal dan elastis.	Tipis dan tidak terlalu elastis.
Jumlah katup	Satu yang terletak pada pangkal aorta.	Banyak yang terletak di sepanjang pembuluh.
Letak dalam tubuh	Tersembunyi dari permukaan tubuh.	Terletak dekat permukaan tubuh.
Aliran darah	Meninggalkan jantung.	Menuju jantung.
Sifat darah yang dibawa	Mengandung banyak oksigen kecuali darah yang dibawa oleh arteri pulmonalis.	Mengandung banyak karbon dioksida kecuali darah yang dibawa oleh vena pulmonalis.
Jika terjadi perlukaan	Darah memancar.	Darah merembes.

### c. Darah

Darah tersusun dari dua komponen yaitu plasma darah dan sel darah.

#### 1) Plasma Darah

Plasma darah merupakan cairan penyusun darah yang terdiri dari 92% air dan sisanya berupa garam serta molekul organik. Fungsi plasma darah sebagai berikut.

- a) Mengedarkan zat makanan ke seluruh tubuh.
- b) Membawa zat sisa metabolisme ke organ ekskresi.
- c) Mengedarkan hormon ke organ yang membutuhkan.

#### 2) Sel Darah

Terdapat tiga jenis sel darah yaitu sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah.

##### a) Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah berbentuk bikonkaf dan berwarna merah serta merupakan sel darah yang paling banyak terdapat dalam darah. Sel darah merah mengandung hemoglobin sehingga berfungsi sebagai pengangkut oksigen dan karbon dioksida.

##### b) Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih memiliki bentuk yang tidak beraturan serta dapat bergerak. Fungsi utama sel darah putih adalah memakan benda asing yang masuk ke tubuh sehingga berperan dalam sistem pertahanan tubuh. Terdapat dua macam sel darah putih yaitu granulosit dan agranulosit.

- **Granulosit**

Sel darah putih granulosit memiliki banyak nukleus dan bersifat fagosit. Sel darah putih granulosit terdiri atas neutrofil, eosinofil, dan basofil.

- **Agranulosit**

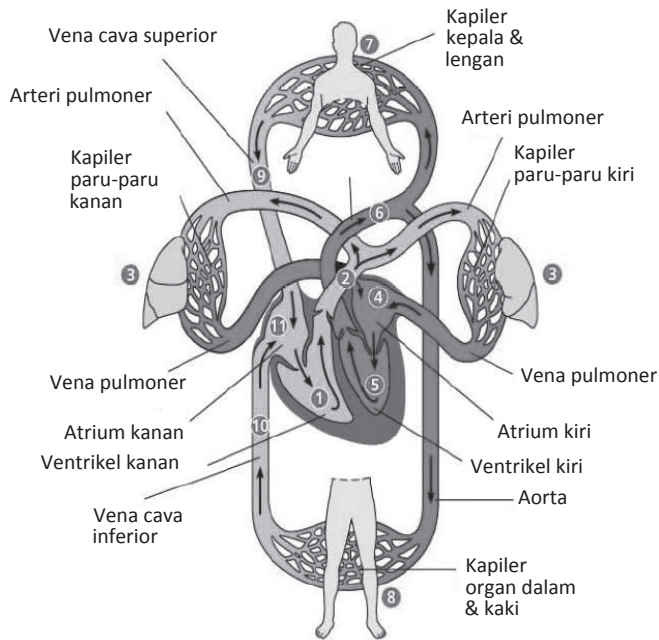
Sel darah putih agranulosit hanya memiliki satu nukleus dan tidak seluruhnya bersifat fagosit. Sel darah putih agranulosit adalah monosit dan limfosit. Monosit bersifat fagosit, sedangkan limfosit tidak bersifat fagosit. Akan tetapi, limfosit dapat berperan dalam sistem kekebalan tubuh dengan membentuk antibodi.

##### c) Keping Darah (Trombosit)

Keping darah berukuran kecil dan memiliki bentuk tidak beraturan. Keping darah berperan dalam proses pembekuan darah saat terjadi luka.

## 2. Mekanisme Peredaran Darah

Mekanisme peredaran darah pada manusia disebut sebagai sistem peredaran darah ganda karena darah mengalir melalui jantung sebanyak dua kali dalam satu kali peredaran yaitu sistem peredaran darah kecil dan sistem peredaran darah besar. Sistem peredaran darah kecil merupakan sistem peredaran darah dari jantung menuju paru-paru dan kembali lagi ke jantung. Sistem peredaran darah besar yaitu sistem peredaran darah dari jantung menuju seluruh tubuh dan kembali lagi ke jantung. Selain itu, sistem peredaran darah manusia disebut juga sebagai sistem peredaran darah tertutup karena darah mengalir di dalam suatu pembuluh. Perhatikan skema aliran peredaran darah berikut!



### 3. Gangguan Pada Sistem Peredaran Darah

Beberapa gangguan yang dapat terjadi pada sistem peredaran darah sebagai berikut.

- d. Anemia yaitu kekurangan kadar Hb, Fe, dan eritrosit sehingga mengakibatkan gejala 5L (lemah, letih, lesu, lunglai, dan lemas).
- e. Hemofilia yaitu darah sukar membeku pada saat terjadi luka.
- f. Leukemia yaitu kondisi produksi sel darah putih melebihi batas normal.
- g. Talasemia yaitu gangguan produksi hemoglobin dan eritrosit.
- h. Hipertensi yaitu tekanan darah pada arteri yang terlalu tinggi.
- i. Varises yaitu pelebaran pembuluh darah vena.
- j. Sklerosis yaitu pengerasan pembuluh arteri.
- k. Gagal jantung yaitu jantung tidak dapat berdetak dengan normal.
- l. *Heart valve disease* yaitu gangguan jantung karena kerusakan katup jantung.
- m. Perikarditis yaitu peradangan pada lapisan perikardium.

## C. Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan berfungsi memecah bahan-bahan makanan menjadi sari-sari makanan yang siap diserap oleh tubuh. Sistem pencernaan manusia terdiri atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan.

### 1. Saluran Pencernaan

Saluran pencernaan terdiri atas organ-organ yang dilalui makanan dalam proses pencernaan. Organ-organ penyusun saluran pencernaan sebagai berikut.

**a. Rongga Mulut**

Dalam mulut terjadi pencernaan secara mekanik dan kimiawi. Pencernaan mekanik dibantu oleh gigi. Terdapat tiga jenis gigi manusia sebagai berikut.

- 1) Gigi seri berfungsi memotong makanan.
- 2) Gigi taring berfungsi untuk mengoyak dan merobek makanan.
- 3) Gigi geraham berfungsi untuk mengunyah makanan.

Sementara itu, pencernaan secara kimiawi dibantu oleh enzim ptialin yang dihasilkan oleh kelenjar ludah.

**b. Kerongkongan**

Pada saat makanan melewati kerongkongan, otot tubuler dan sirkuler pada dinding kerongkongan melakukan kontraksi dan relaksasi secara bergantian sehingga menimbulkan gerakan peristaltik. Gerak peristaltik membuat makanan terdorong masuk ke lambung.

**c. Lambung**

Lambung terbagi menjadi tiga bagian yaitu kardiak, fundus, dan pilorus. Dalam lambung terjadi pencernaan secara mekanik dan kimiawi. Pencernaan mekanik dilakukan oleh gerakan meremas dinding lambung. Sementara itu, pencernaan kimiawi dibantu oleh getah lambung.

**d. Usus Halus**

Di dalam usus halus terjadi pencernaan secara kimiawi. Usus halus terdiri atas tiga bagian sebagai berikut.

- 1) Usus dua belas jari (duodenum)  
Usus dua belas jari merupakan muara saluran pankreas dan saluran empedu. Oleh karena itu, makanan yang berada dalam usus dua belas jari akan mengalami pencernaan secara kimiawi dengan bantuan getah empedu dan getah pankreas.
- 2) Usus kosong  
Di dalam usus kosong terjadi pencernaan kimiawi oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh dinding usus.
- 3) Usus penyerapan  
Dalam usus penyerapan terjadi penyerapan sari-sari makanan oleh jonjot-jonjot atau villi pada dinding usus. Jonjot-jonjot usus yang mengandung pembuluh darah dan pembuluh getah bening. Pembuluh darah berfungsi menyerap zat makanan berupa glukosa, asam amino, vitamin B dan C, mineral, serta air. Sementara itu, pembuluh getah bening berfungsi menyerap asam lemak, gliserol, dan vitamin A, D, E, dan K.

**e. Usus Besar**

Usus besar terdiri atas tiga bagian yaitu ascenden, transversum, dan descenden. Dalam usus besar terdapat bakteri *Eschericia coli* yang berperan membusukkan sisa makanan sehingga terbentuk feses. Dalam usus besar juga terjadi pengaturan kadar air. Usus besar berakhir pada rektum. Rektum tersusun dari otot lurik yang berfungsi mengatur pengeluaran feses melalui anus (defekasi).

**f. Anus**

Anus berperan sebagai lubang pengeluaran (defekasi) feses.



## 2. Kelenjar Pencernaan

Kelenjar pencernaan merupakan organ-organ pencernaan yang berperan dalam menghasilkan enzim-enzim yang digunakan dalam proses pencernaan makanan. Beberapa organ penyusun kelenjar pencernaan sebagai berikut.

### a. Kelenjar Ludah

Dalam rongga mulut terdapat tiga kelenjar ludah yaitu kelenjar parotis, kelenjar sublingualis, dan kelenjar submandibularis. Kelenjar ludah berperan menghasilkan enzim ptialin. Enzim ptialin berfungsi memecah amilum menjadi maltosa.

### b. Hati

Hati merupakan tempat perombakan eritrosit. Beberapa zat hasil perombakan eritrosit yaitu bilirubin dan biliverdin. Bilirubin dan biliverdin akan disimpan dalam kandung empedu. Kedua zat tersebut berfungsi memberi warna pada feses. Selain itu, hati juga menyekresi getah empedu yang juga disimpan dalam kandung empedu. Getah empedu berfungsi mengemulsikan lemak.

### c. Pankreas

Pankreas akan menghasilkan getah pankreas yang mengandung beberapa enzim meliputi tripsinogen, amilase, dan lipase. Tripsinogen merupakan enzim yang belum aktif. Tripsinogen akan diaktifkan oleh enterokinase menjadi tripsin. Tripsin berfungsi memecah protein menjadi peptida dan asam amino. Amilase berfungsi mengubah amilum menjadi glukosa. Lipase berfungsi memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

### d. Kelenjar Dinding Lambung

Kelenjar dinding lambung akan mensekresikan getah lambung yang mengandung asam klorida (HCl), pepsinogen, dan enzim renin. Asam klorida berfungsi membunuh kuman-kuman yang masuk bersama makanan. Dengan kata lain, HCl berfungsi sebagai desinfektan. HCl juga berfungsi mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin dan merangsang sekresi hormon kolesistokinin. Hormon ini akan merangsang sekresi getah empedu. Pepsinogen merupakan enzim yang belum aktif. Pepsinogen akan diaktifkan oleh HCl membentuk pepsin. Pepsin berfungsi merombak protein menjadi pepton. Enzim renin berfungsi menggumpalkan kasein susu.

### e. Kelenjar Dinding Usus Halus

Dinding usus halus yang menghasilkan enzim-enzim pencernaan adalah dinding usus kosong. Berikut ini enzim-enzim yang dihasilkan oleh dinding usus halus.

- 1) Disakaridase berfungsi mengubah disakarida menjadi monosakarida.
- 2) Enterokinase berfungsi mengaktifkan tripsinogen menjadi tripsin.
- 3) Erepsin berfungsi mengubah pepton menjadi asam amino.
- 4) Laktase berfungsi mengubah laktosa menjadi glukosa.
- 5) Lipase berfungsi mengubah trigleserida menjadi gliserol dan asam lemak.
- 6) Maltase berfungsi mengubah maltosa menjadi glukosa.
- 7) Peptidase berfungsi mengubah polipeptida menjadi asam amino.
- 8) Sukrase berfungsi mengubah sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa.

### 3. Gangguan Pada Sistem Pencernaan

Beberapa gangguan yang dapat menyerang sistem pencernaan manusia sebagai berikut.

- a. Gastritis yaitu peradangan dinding lambung. Gastritis diakibatkan oleh produksi asam lambung yang tinggi.
- b. Sembelit yaitu kesulitan mengeluarkan feces. Sembelit diakibatkan oleh penyerapan air oleh dinding usus besar yang terlalu banyak. Sembelit dapat diatasi dengan mengonsumsi makanan yang banyak mengandung serat.
- c. Ulkus perulna pada dinding lambung karena infeksi bakteri *Helicobacter pylori*.
- d. Apendisitis yaitu infeksi usus buntu karena infeksi bakteri.
- e. Diare yaitu feces yang dikeluarkan mengandung banyak air. Diare terjadi karena makanan dari lambung mengalir terlalu cepat ke usus. Akibatnya, defekasi menjadi lebih sering.
- f. Malnutrisi yaitu keadaan kekurangan zat gizi. Malnutrisi yang berkepanjangan dapat menimbulkan infeksi, kelaparan, dan mendatangkan penyakit.

## D. Sistem Pernapasan

Bernapas merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh energi sehingga dapat melakukan berbagai kegiatan. Sistem pernapasan terdiri atas sekumpulan organ yang berfungsi untuk mengalirkan udara ke dalam tubuh. Organ-organ yang menyusun sistem pernapasan yaitu rongga hidung, faring, tenggorokan, bronkus, dan paru-paru.

### 1. Organ-Organ Sistem Pernapasan Manusia

#### a. Rongga Hidung

Rongga hidung merupakan tempat masuknya oksigen yang pertama. Di dalam hidung terdapat rambut hidung dan selaput lendir. Rambut hidung berfungsi untuk menyaring kotoran yang masuk bersama udara pernapasan. Sementara itu, selaput lendir berfungsi untuk melembapkan dan mengatur suhu udara pernapasan.

#### b. Faring

Faring merupakan persimpangan antara saluran tenggorokan dengan kerongkongan. Pada pangkal faring terdapat epiglotis. Epiglotis merupakan katup yang mengatur membuka menutupnya saluran pernapasan dan saluran pencernaan. Epiglotis akan menutup saluran kerongkongan saat udara pernapasan masuk ke dalam saluran pernapasan.

#### c. Tenggorokan

Tenggorokan berupa pipa yang tersusun dari tulang rawan hialin. Pada dinding bagian dalam tenggorokan tersusun dari epitelium silindris bersilia yang menghasilkan banyak lendir untuk memerangkap kotoran yang masuk bersama udara pernapasan. Kotoran tersebut akan dikeluarkan dari saluran pernapasan melalui proses dahak.

#### d. Bronkus

Tenggorokan bercabang menjadi dua. Tenggorokan akan membentuk percabangan masuk ke paru-paru kiri dan kanan berupa bronkus. Bronkus kanan lebih pendek dan lebar daripada bronkus kiri. Di dalam paru-paru, bronkus bercabang lagi menjadi bronkiolus.

#### e. Paru-Paru

Di dalam paru-paru, bronkiolus bercabang-cabang lagi membentuk kantong-kantong tipis yang disebut alveolus. Pada dinding alveolus banyak dijumpai pembuluh darah. Alveolus berfungsi sebagai tempat pertukaran gas oksigen dengan karbon dioksida.

## 2. Mekanisme Pernapasan Manusia

Pernapasan manusia dapat dibedakan menjadi dua yaitu pernapasan internal dan pernapasan eksternal.

#### a. Pernapasan Eksternal

Pernapasan eksternal merupakan pertukaran gas (oksigen dan karbon dioksida) antara udara di dalam alveolus dengan darah di dalam pembuluh kapiler di paru-paru.

#### b. Pernapasan Internal

Pernapasan internal merupakan gas (oksigen dan karbon dioksida) yang terjadi antara pembuluh darah dengan jaringan tubuh.

Pernapasan manusia juga dapat dibedakan dua yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut.

#### a. Pernapasan Dada

Pernapasan dada terjadi melalui dua fase yaitu fase inspirasi dan fase ekspirasi.

##### 1) Inspirasi

Inspirasi terjadi pada saat otot tulang rusuk berkontraksi sehingga tulang rusuk terangkat ke atas. Volume dalam rongga dada membesar. Dengan demikian, tekanan udara dalam rongga dada mengecil. Selanjutnya, udara masuk ke dalam paru-paru.

##### 2) Ekspirasi

Ekspirasi terjadi pada saat otot tulang rusuk berelaksasi sehingga tulang rusuk kembali ke posisi semula. Volume rongga dada mengecil. Dengan demikian, tekanan udara dalam rongga dada membesar. Selanjutnya, udara keluar dari paru-paru.

#### b. Pernapasan Perut

Pernapasan perut berlangsung dalam dua fase yaitu fase inspirasi dan fase ekspirasi.

##### 1) Inspirasi

Inspirasi terjadi pada saat otot diafragma berkontraksi sehingga volume rongga dada membesar. Tekanan udara dalam rongga dada mengecil. Selanjutnya, udara masuk ke dalam paru-paru.

##### 2) Ekspirasi

Fase ekspirasi terjadi pada saat otot diafragma berelaksasi sehingga volume rongga dada mengecil. Tekanan udara dalam rongga dada membesar. Selanjutnya, udara keluar dari paru-paru.

## 3. Gangguan Sistem Pernapasan Pada Manusia

Beberapa gangguan pada sistem pernapasan manusia sebagai berikut.

- a. Hipoksia atau anoksia merupakan kekurangan oksigen dalam jaringan. Hipoksia dapat diakibatkan oleh tekanan parsial oksigen darah arteri lebih rendah, kadar hemoglobin yang rendah, atau proses oksidasi pada jaringan terhambat akibat keracunan.
- b. Asfiksi yaitu gangguan pengangkutan oksigen ke jaringan.

- c. Asma atau sesak napas diakibatkan oleh kontraksi otot polos pada dinding trakea. Penderita asma dapat mengalami kesulitan bernapas.
- d. Asidosis yaitu peningkatan kadar asam bikarbonat dalam darah.
- e. Influenza merupakan peradangan pada selaput mukosa karena infeksi virus influenza.

## E. Sistem Eksresi

Pada tubuh manusia dihasilkan sisa metabolisme yang bersifat racun sehingga harus dikeluarkan dari dalam tubuh. Pengeluaran sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi oleh tubuh dilakukan oleh sistem ekskresi.

### 1. Organ-Organ Sistem Ekskresi Manusia

Sistem ekskresi pada manusia disusun oleh empat organ ekskresi yaitu paru-paru, hati, ginjal, dan kulit.

#### a. Paru-Paru

Paru-paru berfungsi mengeluarkan sisa metabolisme berupa karbon dioksida dan uap air. Karbon dioksida dan uap air dari dalam jaringan tubuh akan berdifusi ke pembuluh darah. Selanjutnya, zat-zat tersebut akan berdifusi ke alveolus dan pada akhirnya dikeluarkan melalui rongga hidung ke udara luar.

#### b. Hati

Hati berfungsi menetralkan dan membersihkan zat-zat racun dalam tubuh. Penetralkan racun dalam tubuh dilakukan menggunakan cairan empedu yang dihasilkan oleh hati itu sendiri. Cairan empedu merupakan hasil perombakan eritrosit dan hemoglobin yang sudah tua.

#### c. Ginjal

Ginjal adalah organ ekskresi yang berfungsi untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme seperti urea, asam urat, atau zat-zat lain yang bersifat racun. Berbagai zat tersebut dikeluarkan dari tubuh dalam bentuk urine. Pembentukan urine terjadi dalam bagian ginjal yang disebut nefron. Ada tiga tahap pembentukan urine yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi.

- 1) Filtrasi yaitu penyaringan darah yang dibawa arteri aferen ke dalam struktur nefron yang berupa kapsul Bowman. Hasil filtrasi berupa urine primer.
- 2) Reabsorpsi yaitu penyerapan kembali zat-zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh. Hasil reabsorpsi berupa urine sekunder.
- 3) Augmentasi yaitu penambahan zat-zat sisa metabolisme seperti urea dan zat warna ke dalam urine sekunder sehingga dihasilkan urine sebenarnya. Urine sebenarnya akan ditampung dalam tubulus kolektivus dan akan terus mengalir melalui uretra menuju kandung kemih. Di sini, urine akan ditampung sampai muncul keinginan untuk buang air kecil (kencing). Urine akan melewati ureter dan akhirnya di buang ke luar tubuh.

#### d. Kulit

Kulit berfungsi untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme tubuh dalam bentuk keringat. Keringat dihasilkan oleh kelear keringat. Kelenjar keringat menyerap zat sisa metabolisme dari dalam pembuluh darah yang berada di sekitar kelenjar keringat. Keringat dikeluarkan dari dalam tubuh melalui pori-pori kulit.

## 2. Gangguan Pada Sistem Ekskresi Manusia

Beberapa gangguan sistem ekskresi pada manusia sebagai berikut.

- Hepatitis yaitu peradangan pada hati yang dapat diakibatkan oleh mengonsumsi minuman beralkohol, obat-obatan dosis tinggi, atau infeksi virus hepatitis.
- Kusta yaitu infeksi pada kulit karena infeksi bakteri *Mycobacterium leprae*.
- Nefritis yaitu radang pada ginjal yang ditandai dengan adanya albumin dalam urine.
- Diabetes melitus yaitu gangguan yang ditandai terdapatnya gula dalam urine. Diabetes mellitus diakibatkan kurangnya produksi insulin.
- Diabetes insipidus yaitu gangguan dimana reabsorpsi air berjalan lambat karena gangguan produksi ADH oleh hipofisis. Oleh karena itu, penderita diabetes insipidus sering buang air kecil.

## F. Sistem Regulasi

Sistem regulasi terdiri atas sekumpulan sistem organ yaitu sistem saraf, sistem hormon (endokrin), dan sistem indra yang saling bekerja sama mengatur aktivitas tubuh.

### 1. Sistem Saraf

Sistem saraf yaitu sistem organ yang tersusun dari sekumpulan jaringan saraf yang saling bekerja sama untuk menghantarkan impuls dan tanggapan dari reseptor ke efektor. Jaringan saraf tersusun dari sel saraf (neuron). Neuron terdiri atas tiga bagian yaitu dendrit, badan sel, dan akson.

Berdasarkan fungsinya, ada tiga macam neuron yaitu neuron motorik, neuron konektor, dan neuron sensorik.

- Neuron motorik merupakan neuron yang berfungsi menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor.
- Neuron konektor merupakan neuron yang menghubungkan neuron sensorik dengan neuron motorik.
- Neuron sensorik merupakan neuron yang berfungsi menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat.

Ada dua sistem saraf pada manusia yaitu sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Otak manusia terbagi menjadi beberapa bagian dan setiap bagian tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Jadi, fungsi otak dapat dijabarkan sebagai berikut.

- Pengaturan aktivitas manusia yang disadari (otak besar).
- Pengaturan perasaan dan gerakan (otak depan bagian talamus).
- Pengaturan suhu tubuh, haus, dan lapar (otak depan bagian hipotalamus).
- Pengaturan refleks mata (otak tengah).
- Pusat keseimbangan, koordinasi gerak otot, dan pengaturan posisi tubuh (otak kecil).
- Menghantarkan impuls otot tubuh sebelah kanan dan kiri (pons varolli).
- Mengatur denyut jantung, elastisitas pembuluh darah, gerak alat pernapasan dan pencernaan, sekresi kelenjar, dan reaksi pengeluaran zat-zat tidak berguna bagi tubuh dalam bentuk bersin ataupun batuk (medulla oblongata).

Sementara itu, sumsum tulang belakang memiliki fungsi untuk mengendalikan gerak refleks dan menghantarkan impuls menuju atau meninggalkan otak. Adapun sistem saraf tepi terdiri atas saraf kranial dan saraf spinal. Saraf kranial berjumlah 12 pasang dan berasal dari otak. Saraf spinal berjumlah 31 pasang dan berasal dari sumsum tulang belakang.

Ada dua macam sistem saraf tepi berdasarkan fungsinya yaitu saraf sadar dan saraf tidak sadar. Saraf sadar akan mengendalikan aktivitas yang disadari, misalnya gerakan menulis dan gerakan berjalan ke pintu saat ada yang mengetuk. Saraf tidak sadar mengendalikan kerja organ tubuh yang bekerja tanpa disadari, misalnya gerakan pada beberapa organ pencernaan.

Gerakan yang terjadi pada manusia dapat terjadi secara biasa maupun refleks. Pusat pengendalian gerak biasa adalah otak. Jalannya impuls pada gerak sadar sebagai berikut.

Rangsang – reseptor – neuron sensorik – otak – neuron motorik – efektor

Sementara itu, gerak refleks berada di bawah kendali sumsum tulang belakang. Jalannya impuls pada gerak refleks sebagai berikut.

Rangsang – reseptor – neuron sensorik – sumsum tulang belakang – neuron motorik – efektor

## 2. Sistem Endokrin (Sistem Hormon)

Sistem endokrin tersusun dari kelenjar endokrin yang dapat menyekresikan hormon. Hormon adalah protein atau steroid yang dapat mengendalikan berbagai aktivitas dalam tubuh. Berbagai macam kelenjar endokrin dan hormon yang disekresi dalam tubuh manusia sebagai berikut.

No.	Kelenjar endokrin	Hormon yang disekresi	Fungsi
1.	Kelenjar hipofisis (dasar otak besar)	<i>Adenocorticotropic Hormone</i> (ACTH)	Merangsang kelenjar adrenal memproduksi glukokortikoid.
		<i>Antidiuretic Hormone</i> (ADH)	Mengatur absorpsi air pada saat pembentukan urine.
		<i>Follicle Stimulating Hormone</i> (FSH)	Merangsang pematangan folikel dalam ovarium.
		<i>Growth Hormone</i> (GH)	Merangsang pertumbuhan.
		<i>Interstitial Cell Stimulating Hormone</i> (ICTH)	Merangsang produksi testosteron.
		<i>Luteinizing Hormone</i> (LH)	Merangsang produksi progesteron.
		<i>Melanocyte Stimulating Hormone</i> (MSH)	Memengaruhi pembentukan melanin.
		Oksitosin	Merangsang kontraksi otot dinding uterus pada saat melahirkan.
		Prolactin	Merangsang pengeluaran air susu.
		<i>Thyroid Stimulating Hormone</i> (TSH)	Merangsang kelenjar tiroid untuk memproduksi hormon tiroksin.
2.	Kelenjar tiroid (leher dekat jakun)	Kalsitonin	Mengendapkan kalsium tulang.
		Tiroksin	Memengaruhi proses metabolisme dalam tubuh, merangsang pertumbuhan fisik dan mental, serta menurunkan kadar kalsium darah.
		Triyodotironin	Mengatur distribusi air dan garam dalam tubuh.

3.	Kelenjar paratiroid (bawah kelenjar gondok)	Parathormon	Mengendalikan kalsium dan fosfat dalam darah dan tulang.
4.	Kelenjar timus (daerah dada)	Timosin	Memengaruhi sistem kekebalan tubuh.
5.	Kelenjar pulau-pulau langerhans (di bawah lambung)	Insulin	Mengubah glukosa menjadi glikogen.
		Glukagon	Mengubah glikogen menjadi glukosa.
6.	Kelenjar adrenal (di atas organ ginjal)	Adrenalin	Mengubah glikogen menjadi glukosa.
		Glukokortikoid	Menaikkan kadar glukosa darah dan mengubah glikogen menjadi glukosa.
		Mineralokortikoid	Menyerap natrium yang terdapat dalam darah, mengatur reabsorpsi air ketika pembentukan urine di dalam ginjal, meningkatkan tekanan darah, denyut jantung, dan kecepatan pernapasan.
7.	Kelenjar gonad (dalam organ kelamin)	Estrogen	Menentukan ciri kelamin sekunder pada wanita.
		Progesteron	Merangsang penebalan dinding uterus.
		Testosteron	Menentukan ciri kelamin sekunder pada pria.

### 3. Sistem Indra

Alat indra merupakan reseptor pada tubuh manusia. Reseptor adalah sekumpulan sel saraf yang berperan menerima rangsang dari lingkungan. Ada empat macam reseptor yaitu fotoreseptor, fonoreseptor, mekanoreseptor, dan kemoreseptor.

#### a. Fotoreseptor

Fotoreseptor adalah reseptor penerima rangsang cahaya. Organ yang berfungsi sebagai fotoreseptor adalah mata. Mata memiliki bagian-bagian sebagai berikut.

- 1) Sklera: melindungi bola mata dari kerusakan mekanis.
- 2) Kornea: memberi warna pada mata dan menerima rangsang cahaya.
- 3) Iris: membentuk pupil.
- 4) Pupil: mengatur intensitas cahaya yang masuk ke mata.
- 5) Lensa: memfokuskan cahaya agar bayangan jatuh tepat pada retina.
- 6) *Aqueous humor*: cairan yang menjaga bentuk bola mata.
- 7) *Vitreous humor*: cairan yang menjaga bentuk bola mata dan meneruskan rangsang cahaya ke bagian mata yang lebih dalam.
- 8) Retina: menerima bayangan benda yang difokuskan oleh lensa.
- 9) Bintik buta: bagian mata yang tidak peka cahaya.
- 10) Saraf auditori: meneruskan rangsang cahaya ke otak.

#### b. Fonoreseptor

Fonoreseptor adalah reseptor penerima rangsang bunyi. Organ yang berfungsi sebagai fonoreseptor adalah telinga. Telinga memiliki bagian-bagian sebagai berikut.

- 1) Telinga luar terdiri atas daun telinga dan saluran telinga. Daun telinga berfungsi mengumpulkan gelombang bunyi. Sementara itu saluran telinga berfungsi meneruskan gelombang bunyi ke telinga tengah. Di dalam saluran telinga terdapat rambut dan kelenjar minyak untuk menahan kotoran dari luar.

- 2) Telinga tengah terdiri atas gendang telinga dan tiga tulang pendengaran. Gendang telinga berfungsi menangkap getaran bunyi dan menyalurkannya menuju tiga tulang pendengaran. Tiga tulang pendengaran yaitu maleus, inkus, dan stapes. Ketiga tulang ini akan meneruskan rangsang bunyi ke telinga dalam.
- 3) Telinga dalam terdiri atas tiga saluran setengah lingkaran, koklea, saluran Eustachius, dan saraf pendengaran. Tiga saluran setengah lingkaran berfungsi sebagai alat keseimbangan tubuh. Koklea disebut juga rumah siput. Koklea berfungsi meneruskan rangsang bunyi ke saraf pendengaran. Saluran Eustachius merupakan saluran yang menghubungkan telinga dalam dengan rongga hidung. Saraf pendengaran berfungsi membawa rangsang bunyi ke otak untuk diterjemahkan.

**c. Mekanoreseptor**

Mekanoreseptor adalah reseptor penerima rangsang sentuhan. Organ yang berfungsi sebagai mekanoreseptor adalah kulit. Kulit terdiri atas dua lapisan yaitu epidermis dan dermis. Di dalam dermis terdapat berbagai reseptor yang sensitif terhadap rangsang. Berikut nama reseptor yang terdapat pada kulit dan fungsinya.

No.	Nama reseptor	Fungsi
1.	<i>Crausse</i>	Merasakan dingin.
2.	<i>Meissner</i>	Merasakan nyeri.
3.	<i>Lempeng Merkel</i>	Merasakan tekanan ringan dan sentuhan.
4.	<i>Paccini</i>	Merasakan tekanan kuat.
5.	<i>Ruffini</i>	Merasakan panas.

**d. Kemoreseptor**

Kemoreseptor merupakan reseptor penerima rangsang berupa zat kimia. Organ yang sensitif terhadap rangsang ini adalah lidah. Pada permukaan lidah terdapat kuncup perasa yang disebut papilla. Ada tiga macam papila berdasarkan bentuknya yaitu filiformis (tersebar merata di permukaan lidah), fungiformis (berbentuk seperti jamur dan terletak di ujung dan tepi lidah), dan sirkumvalata (berjejer membentuk huruf V di pangkal lidah).

Permukaan lidah memiliki bagian-bagian tertentu yang peka terhadap rasa tertentu juga. Bagian ujung lidah peka terhadap rasa manis. Bagian tepi kanan dan kiri sebelah depan peka terhadap rasa asin. Bagian tepi kanan dan kiri sebelah belakang peka terhadap rasa asam. Bagian pangkal lidah peka terhadap rasa pahit.

## G. Sistem Reproduksi

Sistem reproduksi merupakan sistem organ yang berfungsi untuk menunjang kelangsungan hidup makhluk hidup. Sistem reproduksi pada manusia terdiri atas organ-organ reproduksi serta berbagai hormon yang berperan mengatur proses-proses dalam sistem reproduksi. Organ reproduksi pria dan wanita berbeda.

### 1. Organ Reproduksi Pria

Sistem reproduksi pria terdiri atas organ luar dan organ dalam sebagai berikut.



**a. Organ Luar**

1) Skrotum

Skrotum atau kantong zakar terletak di luar rongga tubuh pada bagian abdomen. Di dalam skrotum terdapat testis. Pada saat suhu tubuh terlalu panas skrotum akan bergerak menjauhi tubuh. Sementara itu, pada saat suhu lingkungan menjadi dingin, skrotum akan bergerak mendekati tubuh. Dengan demikian, pembentukan sel kelamin dapat berjalan optimal.

2) Penis

Penis merupakan alat kopulasi yang menyalurkan sperma ke uterus.

**b. Organ Dalam**

1) Testis

Testis berjumlah sepasang kanan dan kiri. Testis merupakan organ tempat pembentukan sel kelamin. Di dalam testis terdapat tubulus seminiferous yang merupakan tempat pembentukan sperma. Selain itu, dalam testis juga dihasilkan hormon testosteron.

2) Epididimis

Sperma dewasa akan meninggalkan tubulus seminiferous dan menuju ke vas eferens. Selanjutnya, sperma akan menuju ke saluran berkelok-kelok yang disebut epididimis. Epididimis merupakan tempat penyimpanan sementara sperma. Sperma yang telah matang selanjutnya disalurkan ke vas deferens.

3) Vas deferens

Vas deferens merupakan saluran lanjutan dari epididimis. Vas deferens berfungsi menyalurkan sperma dari epididimis ke vesikula seminalis.

4) Vesikula seminalis

Vesikula seminalis menghasilkan cairan yang berfungsi sebagai nutrisi sperma, memudahkan gerakan sperma, dan menetralkan keasaman saluran reproduksi wanita.

5) Kelenjar bulbourethralis

Kelenjar ini terletak pada pangkal penis. Kelenjar ini berfungsi menyekresikan cairan untuk membersihkan kotoran terdapat dalam saluran penis. Cairan ini bersifat basa.

6) Kelenjar prostat

Kelenjar prostat berfungsi menyekresikan nutrisi yang diperlukan oleh sperma. Campuran antara cairan sekresi prostat dengan sperma disebut semen.

7) Uretra

Uretra memiliki fungsi ganda yaitu sebagai saluran urine dan sebagai saluran sperma pada saat ejakulasi.

## **2. Organ Reproduksi Wanita**

Sistem reproduksi wanita terdiri atas organ luar dan organ dalam sebagai berikut.

**a. Organ Luar**

Organ reproduksi luar wanita terdiri atas labia mayor, labia minor, klitoris, selaput dara, lubang tempat keluarnya urine, dan lubang vagina.

**b. Organ Dalam**

1) Vagina, berupa pipa gepeng yang terdiri atas otot sirkuler dan otot melintang.

2) Serviks, merupakan bagian dari uterus sebelah bawah yang menonjol dan bermuara pada vagina.

- 3) Uterus, terletak di antara kandung kemih dengan rektum. Uterus merupakan tempat pertumbuhan dan perkembangan janin. Dinding uterus terdiri atas tiga lapis yaitu perimetrium, myometrium, dan endometrium. Perimetrium merupakan lapisan dinding terluar dan disebut juga sebagai selaput dinding perut. Myometrium merupakan lapisan tengah yang sangat tebal dan kaya akan jaringan otot serta sedikit jaringan ikat. Endometrium merupakan lapisan paling dalam yang terdiri atas banyak lendir dan pembuluh darah. Lapisan inilah yang mengalami proliferasi maupun ovulasi.
- 4) Tuba fallopii berupa pipa panjang yang pada ujungnya yang dekat dengan ovarium berbentuk corong (infundibulum). Pada bagian ini dilengkapi dengan fimbriae yang berfungsi untuk menangkap dan mendorong ovum yang telah matang menuju uterus. Dalam tuba fallopii juga terjadi fertilisasi.
- 5) Ovarium merupakan tempat penghasil ovum. Berjumlah sepasang di kanan dan kiri. Masing-masing ovarium digantungkan oleh mesovarium.

### 3. Gametogenesis

Gametogenesis merupakan proses pembentukan sel kelamin. Gametogenesis dibedakan menjadi dua jenis yaitu spermatogenesis dan oogenesis.

#### a. Spermatogenesis

Spermatogenesis merupakan proses pembentukan sel kelamin jantan (sel sperma). Pembentukan sel kelamin pada pria dimulai pada saat pria memasuki masa puber. Spermatogenesis berlangsung di dalam testis, tepatnya di dalam tubulus seminiferus. Spermatogenesis dikendalikan oleh *Folicle Stimulating Hormone* (FSH). Hormon ini dapat merangsang sel sertoli untuk memproduksi *Androgen Binding Protein* (ABP). ABP akan merangsang spermatogonium melakukan spermatogenesis. Sel sertoli juga berperan untuk memproduksi nutrisi bagi spermatozoa.

Mula-mula, spermatogonium (sel induk spermatozoa) yang terdapat dalam tubulus seminiferous mengalami pembelahan secara mitosis. Hasil pembelahan ini adalah spermatisit primer. Selanjutnya, spermatisit primer mengalami pembelahan meiosis I menghasilkan spermatisit sekunder. Spermatisit sekunder mengalami pembelahan meiosis II menghasilkan spermatid. Spermatid akan berkembang menjadi spermatozoa yang memiliki berekor.

Pembelahan meiosis dikendalikan oleh hormon testosteron. Hormon ini dihasilkan oleh sel Leydig. Sementara itu, hormon yang merangsang sel Leydig untuk memproduksi hormon testosteron adalah *Luteinizing Hormone* (LH).

#### b. Oogenesis

Proses pembentukan sel kelamin pada wanita disebut oogenesis. Oogenesis terjadi dalam ovarium. Oogenesis pada wanita sudah dimulai sejak masih dalam kandungan. Pada masa ini, sel primordial mengalami pembelahan mitosis membentuk oogonium. Jadi, semasa dalam kandungan, janin yang berjenis kelamin perempuan sudah memiliki ribuan oogonium di dalam ovariumnya.

Setelah janin lahir ke dunia, oogonium akan membelah secara mitosis. Hasil pembelahan mitosis oogonium adalah ootid primer. Namun, proses ini akan terhenti dan akan berlanjut kembali setelah seorang wanita memasuki masa puber.

Pada masa puber, seorang wanita mengalami perubahan hormonal yang dapat menstimulasi oogenesis. Dengan demikian, ootid primer akan melanjutkan

perkembangannya menjadi ootid sekunder dan badan polar I melalui pembelahan meiosis I. Setelah ootid sekunder dibuahi oleh sperma, ootid sekunder akan melanjutkan pembelahannya secara meiosis II membentuk ootid dan badan polar I. Ootid mengalami deferensiasi menjadi ovum, sedangkan badan polar I akan membelah menjadi badan polar II. Proses yang sama juga terjadi pada badan polar II. Akan tetapi, sebelum sempat membelah, biasanya badan polar I dan II sudah terdegenerasi terlebih dahulu.

Berkaitan dengan pembentukan sel kelamin pada wanita, ada satu siklus yang pasti dialami wanita sebulan sekali. Siklus tersebut adalah siklus menstruasi. Siklus ini dikendalikan oleh berbagai hormon sebagai berikut.

- 1) *Folicle Stimulating Hormone* (FSH). Hormon ini berfungsi untuk merangsang pembentukan follicle de Graaf dalam ovarium dan memacu produksi estrogen.
- 2) *Luteinizing Hormone* (LH). Hormon ini dapat merangsang ovulasi, merangsang pertumbuhan corpus luteum, serta merangsang ovarium untuk memproduksi progesteron.
- 3) Estrogen. Hormon ini merangsang produksi LH dan menghambat produksi FSH oleh kelenjar hipofisis.
- 4) Progesteron. Menghambat produksi FSH dan LH oleh kelenjar hipofisis dan memicu pertumbuhan endometrium untuk implantasi embrio.

## H. Sistem Pertahanan Tubuh

Sistem pertahanan tubuh berfungsi untuk melindungi tubuh dari serangan patogen. Sistem pertahanan tubuh dibagi menjadi dua yaitu sistem imunitas nonspesifik (imunitas bawaan) dan sistem imunitas spesifik (imunitas adaptif).

Imunitas bawaan merupakan garis pertahanan pertama terhadap benda asing. Sistem imunitas nonspesifik tidak membedakan patogen yang masuk ke dalam tubuh. Ada empat macam sistem imunitas nonspesifik sebagai berikut.

### 1. Imunitas Yang Ada Di Permukaan Tubuh

Berbagai imunitas yang ada di permukaan tubuh sebagai berikut.

- a. Imunitas oleh kulit dan membran mukosa (imunitas fisik).
- b. Imunitas oleh bakteri baik yang ada di permukaan tubuh (imunitas biologis).
- c. Imunitas yang dilakukan oleh rambut hidung dan silia (imunitas mekanis).
- d. Imunitas yang dilakukan oleh sekret yang dihasilkan oleh membran mukosa (imunitas kimiawi).

### 2. Protein Komplemen dan Interferon

Protein komplemen mempertahankan tubuh dari patogen dengan cara membuat lubang pada dinding sel sehingga patogen menjadi lisis. Sementara itu, interferon akan menghasilkan zat yang dapat mencegah virus bereplikasi.

### 3. Inflamasi

Inflamasi atau disebut juga reaksi peradangan. Inflamasi dilakukan oleh histamin yang terdapat dalam darah.

#### 4. Fagositosis

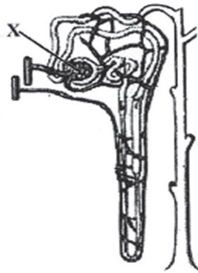
Fagositosis dilakukan oleh makrofag. Makrofag akan memakan patogen yang terdapat dalam aliran darah.

Sistem imunitas adaptif merupakan sistem imunitas yang hanya bekerja pada patogen tertentu. Sistem imunitas adaptif melibatkan limfosit dan antibodi. Limfosit terdiri atas limfosit B dan limfosit T. Ada tiga macam limfosit B yaitu sel B plasma, sel B pengingat, dan sel B pembelah. Sementara itu, limfosit T terdiri atas sel T pembunuh, sel T pembantu, dan sel T supresor. Sebagai respon imun adaptif, antibodi akan dibentuk pada saat ada antigen yang masuk ke dalam tubuh. Antibodi bekerja spesifik terhadap antigen tertentu, misalnya antibodi cacar hanya bekerja pada antigen cacar. Ada lima macam antibodi yaitu IgM, IgA, IgG, IgD, dan IgE. Cara kerja antibodi ada empat, yaitu netralisasi, aglutinasi, presipitasi, dan fiksasi komplemen. Dalam sistem imunitas adaptif, tubuh dapat memberikan respons kekebalan terhadap patogen yang masuk ke dalam tubuh secara humoral atau seluler. Respons kekebalan humoral melibatkan aktivitas sel B dan antibodi. Sementara itu, respons kekebalan seluler melibatkan sel T.

Adapun berdasarkan cara memperolehnya, jenis kekebalan tubuh terhadap patogen dibagi menjadi dua yaitu kekebalan aktif dan kekebalan pasif. Kekebalan aktif diperoleh tubuh ketika tubuh melakukan respons kekebalan terhadap patogen secara langsung. Kekebalan aktif dapat terjadi secara alami maupun buatan. Kekebalan aktif alami diperoleh setelah ada patogen yang menyerang tubuh dan tubuh merespons patogen tersebut secara langsung dengan menghasilkan antibodi. Sementara itu, kekebalan aktif buatan diperoleh dengan cara menyuntikkan antigen ke dalam tubuh untuk merangsang tubuh menghasilkan antibodi. Kekebalan pasif merupakan kekebalan tubuh terhadap suatu patogen setelah menerima antibodi dari luar tubuh. Kekebalan pasif dapat terjadi secara alami maupun buatan, kekebalan pasif alami diperoleh jika ada antibodi yang masuk ke dalam tubuh, misalnya kekebalan pasif alami pada bayi yang memperoleh antibodi dari ASI yang pertama kali keluar. Sementara itu, kekebalan pasif buatan diperoleh setelah menerima antibodi yang sengaja dibuat dan dimasukkan ke dalam tubuh, misalnya serum bisa ular.

## Soal Bahas Sistem Organ Manusia

1. Perhatikan nefron di samping!  
Hubungan yang tepat antara bagian yang ditunjuk oleh X, proses yang terjadi, dan hasilnya adalah ....



	Bagian	Proses	Hasil
A.	Tubulus kontortus proksimal	Filtrasi	Urine sekunder
B.	Glomerulus	Filtrasi	Urine primer
C.	Tubulus kontortus distal	Reabsorpsi	Urine primer
D.	Tubulus kontortus distal	Reabsorpsi	Urine sekunder
E.	Tubulus kolektivus	Augmentasi	Urine sesungguhnya

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Bagian yang ditunjuk huruf X pada gambar adalah glomerulus. Dalam glomerulus terjadi filtrasi darah untuk menghasilkan urine primer. Dalam tubulus proksimal terjadi proses reabsorpsi untuk menghasilkan urine sekunder. Dalam tubulus kontortus distal terjadi proses augmentasi untuk menghasilkan urine sesungguhnya. Urine sesungguhnya dikumpulkan di dalam tubulus kolektivus.

2. Salah satu perbedaan dasar antara mekanisme pertahanan tubuh melalui imunitas seluler dan imunitas humoral adalah pada kinerja sel T sitotoksik yang berperan untuk ....
- memperbaiki sel tubuh yang terinfeksi
  - menghancurkan patogen di luar sel tubuh
  - menghancurkan sel tubuh yang terinfeksi
  - menekan kerusakan sel tubuh yang terinfeksi

- E. memperkuat membran sel tubuh yang sehat

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Mekanisme pertahanan tubuh melalui imunitas humoral dengan imunitas seluler melibatkan sel yang berbeda. Imunitas humoral melibatkan aktivitas sel B dan antibodi yang beredar dalam cairan darah dan limfe. Sementara itu, imunitas seluler melibatkan sel T yang bertugas menyerang atau menghancurkan sel-sel asing atau sel-sel (jaringan) tubuh yang terinfeksi secara langsung.

3. Imunitas seluler melibatkan pembentukan limfosit T aktif secara langsung menyerang antigen. Limfosit berperan dalam kekebalan tubuh dengan cara ....
- menonaktifkan antigen sehingga efek merugikan berkurang
  - menghancurkan kuman dengan menggunakan sekret dari lisosom
  - menghasilkan enzim yang akan menguraikan kuman dalam tubuh
  - menghasilkan antibodi yang sesuai dengan antigen yang akan dilawannya
  - menghasilkan zat asam yang dapat menyebabkan terjadinya lisis sel bakteri

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Kekebalan seluler melibatkan sel limfosit T yang bertugas menyerang sel asing (antigen) atau jaringan tubuh yang terinfeksi secara langsung. Ketika sel limfosit T pembunuh kontak langsung dengan antigen pada permukaan sel bakteri, limfosit T pembunuh akan menghancurkan sel bakteri dengan melisis membran.

4. Udin melakukan tes urine di laboratorium sebuah rumah sakit. Hasil tes urine menunjukkan urine Udin mengandung albumin. Adanya protein albumin dan protein lain dalam urine menunjukkan terjadinya gangguan fungsi kerja pada sistem ekskresi di bagian ....
- A. glomerulus sehingga menderita albuminuria
  - B. tubulus kolektivus sehingga menderita poliuria
  - C. kapsula Bowman sehingga menderita albuminuria
  - D. tubulus kontortus proksimal sehingga menderita anuria
  - E. tubulus kontortus distal sehingga menderita diabetes melitus

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Penyakit yang ditandai dengan urine mengandung albumin adalah albuminuria. Adanya protein pada urine menandakan terjadi gangguan pada proses penyaringan protein saat proses pembentukan urine yaitu pada tahap filtrasi. Filtrasi terjadi pada glomerulus.

5. Hasil tes darah seorang pasien menunjukkan adanya struktur eritrosit abnormal yaitu berbentuk bulan sabit sehingga saling tumpang tindih. Berdasarkan hasil tes tersebut dapat dianalisis bahwa pasien menderita ....
- A. anemia yang menyebabkan tubuh menjadi lemas
  - B. *sickle cell* yang mengakibatkan tubuh kekurangan oksigen
  - C. polistemia yang mengakibatkan tekanan darah pasien rendah
  - D. talasemia yang mengakibatkan tubuh kekurangan hemoglobin
  - E. leukemia yang menyebabkan tubuh mudah terserang berbagai penyakit

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Berdasarkan tes darah diketahui bahwa sel darah merah pasien berbentuk bulan sabit. Struktur yang demikian akan menyebabkan sel darah merah tumpang tindih dan pecah atau robek. Selain itu, sel darah merah bulan sabit memiliki daya ikat yang lemah terhadap oksigen. Hal tersebut akan mengakibatkan tubuh kekurangan oksigen. Kondisi yang dialami pasien tersebut dinamakan *sickle cell*.

BAB  
9PERTUMBUHAN DAN  
PERKEMBANGAN TUMBUHAN

## A. Pengertian Pertumbuhan dan Perkembangan

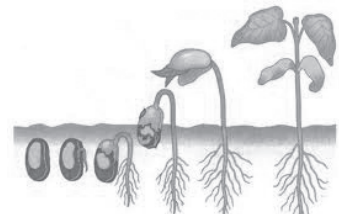
Pertumbuhan adalah penambahan jumlah sel pada suatu organisme. Pertumbuhan bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali). Proses pertumbuhan ditandai dengan penambahan berat tubuh. Sementara itu, perkembangan merupakan proses menuju kedewasaan. Perkembangan bersifat *reversible*.

## B. Proses Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Proses pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan diawali dengan perkecambahan. Perkecambahan diawali dengan imbibisi atau proses masuknya air ke dalam biji yang akan mengaktifkan embrio untuk mengaktifkan hormon giberelin. Selanjutnya, hormon giberelin akan mendorong aleuron melepaskan enzim amilase sehingga akan terjadi proses hidrolisis makanan cadangan pada endosperma menjadi gula. Gula tersebut akan digunakan untuk pertumbuhan embrio. Perkecambahan dibagi menjadi dua yakni tipe epigeal dan tipe hipogeal.

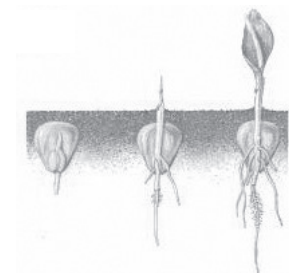
## 1. PERKECAMBAHAN EPIGEAL

Pada perkecambahan epigeal ditandai dengan bagian hipokotil terangkat ke atas permukaan tanah. Contoh perkecambahan epigeal pada perkecambahan kacang hijau. Perhatikan gambar di samping!



## 2. PERKECAMBAHAN HIPOGEAL

Perkecambahan hipogeal ditandai dengan terbentuknya bakal batang yang muncul ke permukaan tanah dan kotiledon tetap berada di dalam tanah. Contohnya pada perkecambahan jagung dan kacang kapri. Perhatikan gambar di samping!



## C. Teori Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

### 1. Teori Histogen dari Hanstein

Menurut teori histogen, titik tumbuh dibedakan menjadi tiga berikut.

- Dermatogen (luar), membentuk epidermis
- Periblem (tengah), membentuk korteks
- Plerom (dalam), membentuk silinder pusat

### 2. Teori Tunika Korpus Dari Schmidt

Menurut teori tunika korpus, titik tumbuh dibedakan menjadi dua berikut.

- Bagian tunika yang ada di sebelah luar dan aktif membelah sehingga ujung akar bertambah luas
- Bagian korpus yang ada di sebelah dalam dan aktif membelah ke segala arah.

## D. Faktor Yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

### 1. Faktor Luar (Eksternal)

- Kelembapan: memengaruhi proses transpirasi tumbuhan.
- pH tanah: mengetahui tingkat asam-basa tanah.
- Cahaya: membantu proses fotosintesis. Cahaya yang berlebih bersifat menghambat pertumbuhan tanaman.
- Suhu: memengaruhi proses fisiologi tanaman.
- Nutrisi: merangsang pertumbuhan dan perkembangan.
- Air: sarana transpor zat pada tumbuhan serta sebagai pelarut.

### 3. Faktor Dalam (Internal)

- Gen: merupakan faktor yang diwariskan dari induk ke keturunannya.
- Hormon
  - Auksin: pemanjangan sel dan diferensiasi; merangsang pembentukan akar, merangsang pertumbuhan dan perkembangan, berfungsi sebagai dominansi apikal, serta memengaruhi gerak fototropisme.
  - Sitokinin: menghambat penuaan dan pengguguran daun, merangsang pertumbuhan embrio, meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan sel tumbuhan, memengaruhi pertumbuhan dan diferensiasi akar, mendorong pembelahan sel, serta memengaruhi pembentukan organ.
  - Giberelin: merangsang perkecambahan; partenokarpi; dan pembungaan, merangsang tumbuhan menjadi tumbuh besar, mendorong perkembangan kuncup dan biji, serta merangsang pemanjangan batang dan pertumbuhan daun.
  - Asam absisat: merangsang dormansi biji dan pengguguran daun, menghambat pembelahan sel, serta merangsang penutupan stomata pada saat kekurangan air.
  - Etilen: menghambat pemanjangan sel dan merangsang pemasakan buah; penuaan; serta pengguguran daun.



- 6) Asam traumalin: membantu penyembuhan luka pada tumbuhan
- 7) Kalin: merangsang pembentukan organ-organ tumbuhan. Misalnya rhizokalin (merangsang pembentukan akar), kaulokalin (merangsang pembentukan batang), filokalin (merangsang pembentukan daun), dan anthokalin (merangsang pembentukan bunga).

E.

## Percobaan Pada Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Dalam suatu percobaan terdapat kelompok percobaan dan variabel percobaan. Kelompok percobaan meliputi kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Kelompok kontrol merupakan kelompok yang tidak diberi perlakuan, sedangkan kelompok perlakuan merupakan kelompok yang diberi perlakuan berbeda-beda dalam setiap kelompoknya. Sementara itu, variabel percobaan meliputi variabel kontrol, variabel bebas, dan variabel terikat. Variabel kontrol merupakan variabel yang dibuat sama untuk semua perlakuan. Variabel bebas merupakan variabel yang memengaruhi variabel terikat dengan sengaja dibuat berbeda. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi variabel bebas.

### 1. PERCOBAAN UNTUK MENGETAHUI PENGARUH FAKTOR INTERNAL TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN

Contoh percobaan mengenai pengaruh faktor internal terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sebagai berikut.

- c. Dua tanaman kacang tanah yang berumur sama ditanam dalam pot terpisah. Tanaman pada pot I diberi tambahan hormon giberelin dan antokalin, sedangkan tanaman pada pot II tidak diberi tambahan hormon.
- d. Kedua tanaman (pot I dan pot II) diperlakukan sama, misalnya penyiraman dilakukan setiap pagi dengan kuantitas yang sama.
- e. Pengamatan dilakukan selama dua bulan. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan daun dan bunga.
- f. Hasil percobaan sebagai berikut.

Tanaman kacang tanah pada pot I akan tumbuh lebih cepat dibandingkan pada pot II. Daun dan bunga juga terbentuk lebih cepat. Hal ini karena pengaruh hormon giberelin mengakibatkan tanaman berbunga sebelum waktunya, merangsang pertumbuhan tunas, serta merangsang pertumbuhan daun dan batang. Adapun hormon antokalin merangsang pembentukan bunga.

### 2. PERCOBAAN UNTUK MENGETAHUI PENGARUH FAKTOR EKSTERNAL TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN

Contoh percobaan mengenai pengaruh faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sebagai berikut.

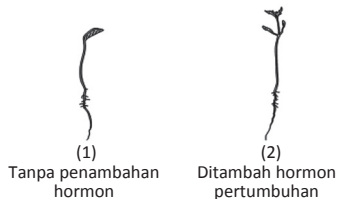
- a. Disediakan dua buah cawan petri (cawan petri I dan II). Pada setiap cawan petri diberi kapas secukupnya. Setelah itu, biji kacang hijau sebanyak 7 biji diletakkan di atas cawan petri I dan II.
- b. Pada cawan petri I, kapas ditetesi air sampai basah. Sementara itu, pada cawan petri II tidak ditetesi air. Setelah itu, dilakukan pengamatan selama satu minggu.

c. Hasil percobaan sebagai berikut.

Biji kacang hijau pada cawan petri I dapat tumbuh, sedangkan biji kacang hijau pada cawan petri II tidak tumbuh. Biji memerlukan air dalam perkecambahan. Pada cawan petri I tersedia air untuk proses perkecambahan karena media (kapas) ditetesi air. Pada cawan petri II, media (kapas) tidak ditetesi air. Hal ini mengakibatkan kelompok tersebut berada dalam kondisi kekurangan air. Akibatnya, biji kacang hijau pada cawan petri II tidak berkecambah.

## Soal Bahas Pertumbuhan & Perkembangan Tumbuhan

1. Gambar berikut menunjukkan pertumbuhan kecambah selama 5 hari.



Hasil percobaan tersebut menunjukkan efek penambahan hormon ....

- A. kaulokalin yang menyebabkan daun bertambah lebar
- B. kaulokalin yang menyebabkan batang bertambah panjang
- C. filokalin yang menyebabkan akar bertambah banyak
- D. kaulokalin yang menyebabkan batang bertambah besar
- E. rizokalin yang menyebabkan daun bertambah lebar

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Gambar pada soal menunjukkan perbandingan pertumbuhan kecambah yang dilakukan penambahan hormon dan tidak dilakukan penambahan hormon. Pada kedua kecambah terlihat gambar nomor 2 memiliki batang yang lebih panjang karena penambahan hormon.

2. Leni melakukan percobaan tentang pengaruh faktor luar terhadap pertumbuhan tumbuhan. Jenis tumbuhan, wadah, dan media diperlakukan sama. Percobaan I ditempatkan pada daerah terang. Percobaan II ditempatkan pada daerah remang-remang. Percobaan III ditempatkan pada daerah gelap. Masing-masing percobaan dilakukan pengukuran setiap hari selama satu minggu. Alasan siswa melakukan percobaan dengan perlakuan yang berbeda adalah untuk membuktikan bahwa ....

- A. laju pertumbuhan berbanding lurus dengan kenaikan intensitas cahaya
- B. semakin gelap cahaya, pertumbuhan tumbuhan semakin lambat
- C. cahaya tidak berpengaruh pada pertumbuhan tumbuhan
- D. cahaya dapat memengaruhi pertumbuhan tumbuhan
- E. pertumbuhan tumbuhan tidak memerlukan cahaya

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Pada percobaan yang dilakukan pada soal dilakukan tiga perlakuan yang berbeda untuk mengetahui salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan tumbuhan.

Faktor yang diamati adalah cahaya dengan cara meletakkan tanaman pada tempat yang memperoleh intensitas cahaya yang berbeda. Cahaya dapat memengaruhi pertumbuhan tumbuhan. Semakin gelap cahaya, pertumbuhan tumbuhan semakin cepat.

Hal ini diakibatkan oleh aktivitas hormon auksin. Hormon auksin akan bekerja dengan baik pada tempat gelap. Sebaliknya, cahaya matahari dapat menghambat aktivitas hormon ini. Jadi, laju pertumbuhan tumbuhan berbanding terbalik dengan kenaikan intensitas cahaya.

3. Biji kacang hijau direndam dalam air selama 2 jam, lalu dipindahkan ke dalam wadah tertutup. Beberapa hari kemudian biji mengalami perkecambahan. Peran air pada proses perkecambahan biji tersebut adalah ....
- A. merangsang metabolisme embrio dalam biji untuk tumbuh
  - B. mengandung zat makanan untuk pertumbuhan embrio
  - C. menyerap zat makanan dalam biji
  - D. mengurai zat amilum dalam biji
  - E. merangsang kerja auksin

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Air diperlukan dalam proses perkecambahan biji karena air dapat mengaktifkan embrio melalui proses imbibisi. Dengan masuknya air ke dalam biji, embrio akan terangsang untuk melakukan metabolisme. Metabolisme tersebut membuat embrio memiliki energi untuk melakukan pertumbuhan dan perkembangan.

4. Sekelompok siswa melakukan percobaan menanam biji kacang hijau dalam 2 pot dengan perlakuan sebagai berikut.

- (1) Pada masing-masing pot ditanam 5 butir biji kacang hijau.
- (2) Pot pertama setiap hari disiram air 100 cc.
- (3) Pot kedua setiap hari disiram air 200 cc.
- (4) Setelah satu minggu ternyata tanaman yang tumbuh di pot pertama lebih tinggi dari tanaman pot kedua.

Pernyataan manakah yang tepat berkaitan dengan percobaan tersebut?

- A. Cahaya pada percobaan tersebut memengaruhi kecepatan pertumbuhan kecambah.
- B. Kecepatan pertumbuhan kecambah pada pot kedua dipengaruhi aerasi tanah.
- C. Volume air yang diserap memengaruhi kecepatan pertumbuhan kecambah.
- D. Kandungan oksigen dalam tanah memengaruhi pertumbuhan kecambah.
- E. Respirasi akar kecambah memengaruhi pertumbuhan kecambah.

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Pertumbuhan tumbuhan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Salah satu faktor eksternal yang memengaruhi pertumbuhan tumbuhan yaitu kandungan oksigen dalam tanah. Seperti halnya hewan, tumbuhan juga memerlukan oksigen untuk bernapas. Oleh karena itu, tumbuhan tidak dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki kandungan air lebih banyak. Hal tersebut dapat mengakibatkan aerasi tanah terganggu.

5. Untuk mengetahui pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan tumbuhan, Romi melakukan percobaan dengan memberikan perlakuan berupa intensitas cahaya yang berbeda pada kecambah kacang tanah. Data hasil pengamatan yang diperoleh Romi sebagai berikut.

Kondisi Cahaya	Pertambahan Tinggi pada Hari Ke- (cm)						
	1	2	3	4	5	6	7
Gelap	2,3	3,4	5,0	5,6	6,1	8,0	8,6
Remang-remang	1,5	1,8	2,2	2,3	2,6	3,1	4,5
Terang	0,7	0,9	1,3	1,3	1,5	2,2	3,0

Kesimpulan yang tepat berdasarkan data percobaan tersebut adalah ....

- Cahaya tidak memengaruhi pertumbuhan kecambah kacang tanah.
- Kondisi gelap akan menghambat pertumbuhan kecambah kacang tanah.
- Semakin tinggi intensitas cahaya, pertumbuhan kecambah kacang tanah semakin cepat.
- Semakin rendah intensitas cahaya, pertumbuhan kecambah kacang tanah semakin cepat.
- Pertumbuhan kecambah kacang tanah berbanding lurus dengan kenaikan intensitas cahaya.

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Berdasarkan hasil percobaan, kecambah kacang tanah yang ditempatkan di tempat gelap mengalami rata-rata pertambahan tinggi batang paling cepat. Sementara itu, kecambah yang ditempatkan di tempat terang mengalami rata-rata pertambahan tinggi batang paling lambat. Adapun kecambah yang ditempatkan di tempat remang-remang mengalami rata-rata pertambahan tinggi batang di antara kedua perlakuan yang lain. Jadi, dapat

disimpulkan bahwa semakin rendah intensitas cahaya akan semakin cepat pertumbuhan kecambah kacang hijau. Hal tersebut karena pada tempat terang, hormon auksin yang memengaruhi pertumbuhan akan inaktif, sedangkan pada tempat gelap hormon tersebut bekerja dengan optimal. Namun, kecambah yang diletakkan pada tempat gelap akan kekurangan klorofil sehingga daun tidak berkembang, tanaman berwarna pucat, dan batang kurus.

BAB  
10

## METABOLISME

Metabolisme berasal dari kata *metabole* (Yunani) yang berarti berubah. Metabolisme adalah proses reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup. Proses metabolisme dibagi menjadi dua, yaitu katabolisme dan anabolisme. Adapun komponen penting yang berperan dalam metabolisme adalah enzim.

## A. Enzim

Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai biokatalisator. Enzim terdiri atas sisi aktif dan sisi alosterik. Substrat akan berikatan dengan enzim pada sisi aktifnya. Enzim bekerja berdasarkan prinsip teori gembok dan kunci serta teori ketepatan induksi. Berdasarkan prinsip teori gembok dan kunci, sisi aktif enzim hanya dapat berikatan dengan substrat yang sesuai. Sementara itu, dalam teori ketepatan induksi, sisi aktif enzim akan menyesuaikan dengan bentuk substrat yang akan berikatan dengan enzim tersebut.

Enzim memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

1. Enzim bekerja secara spesifik. Artinya, enzim hanya bekerja pada substrat-substrat tertentu saja.
2. Enzim bersifat termolabil. Artinya, kerja enzim dipengaruhi oleh suhu. Enzim tidak aktif pada suhu rendah dan akan rusak pada suhu tinggi.
3. Enzim dapat bekerja secara bolak-balik. Artinya, enzim hanya mempercepat laju reaksi sampai terjadi kesetimbangan.
4. Enzim dapat bereaksi baik dengan substrat asam maupun basa. Pada sisi aktif enzim terdapat gugus R residu asam amino yang membuat enzim dapat bereaksi dengan substrat basa maupun asam.
5. Enzim merupakan koloid. Dengan demikian, enzim dapat memperluas permukaannya sehingga aktivitasnya semakin besar.
6. Enzim merupakan biokatalisator. Enzim dalam jumlah yang sedikit sudah dapat mempercepat reaksi. Enzim tidak ikut bereaksi.

Dalam tugasnya mempercepat suatu reaksi biologi dalam tubuh, enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut.

**1. Derajat Keasaman (pH)**

Setiap enzim memiliki pH optimum yang dapat membuat enzim tersebut bekerja secara optimum juga. Misalnya, enzim renin yang bekerja optimum pada pH asam, enzim maltase yang bekerja optimum pada pH basa, dan enzim ptialin yang bekerja pada pH netral.

## 2. Temperatur

Enzim dapat bekerja secara optimum pada kisaran suhu 38–40°C. Sementara itu, pada suhu rendah enzim tidak akan bekerja dan pada suhu tinggi enzim akan rusak.

## 3. Konsentrasi Enzim dan Substrat

Macin banyak konsentrasi enzim, makin cepat suatu reaksi berlangsung. Demikian juga pada saat konsentrasi substrat ditambahkan, meskipun konsentrasi enzim tetap akan meningkatkan kecepatan reaksi.

## 4. Zat Aktivator dan Inhibitor

Zat aktivator adalah zat yang dapat meningkatkan aktivitas enzim. Dengan menambahkan zat ini ke dalam suatu reaksi maka reaksi tersebut akan berjalan lebih cepat. Sementara itu, inhibitor adalah zat yang menghambat aktivitas enzim. Ada dua macam inhibitor, yaitu inhibitor kompetitif dan nonkompetitif. Inhibitor kompetitif memiliki struktur sama dengan substrat. Pada saat inhibitor kompetitif berikatan dengan sisi aktif enzim maka substrat sudah tidak dapat berikatan dengan enzim tersebut. Sementara itu, inhibitor nonkompetitif merupakan inhibitor yang menghambat cara kerja enzim dengan cara melekat pada sisi alosterik enzim. Ikatan antara inhibitor nonkompetitif dengan sisi alosterik enzim mengakibatkan sisi aktif enzim berubah. Hal ini mengakibatkan substrat tidak dapat berikatan dengan enzim.

## B. Katabolisme

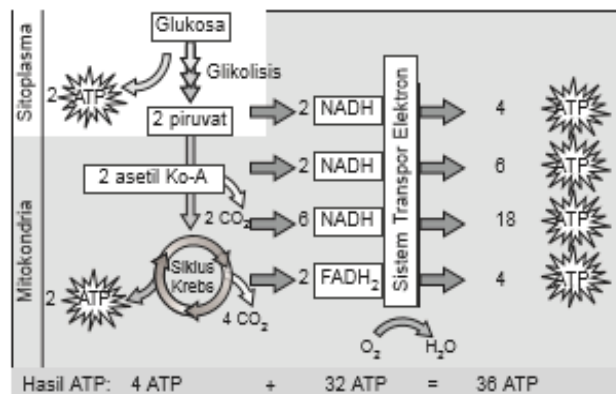
Katabolisme adalah pemecahan senyawa kompleks seperti karbohidrat, protein, dan lemak menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti glukosa, asam amino, dan asam lemak. Melalui reaksi katabolisme inilah akan diperoleh energi yang selanjutnya digunakan untuk aktivitas sel. Contoh proses katabolisme pada makhluk hidup adalah respirasi sel. Ada dua macam respirasi yaitu respirasi aerob dan respirasi anaerob.

### 1. Respirasi Aerob

Respirasi yang memerlukan oksigen disebut respirasi aerob. Respirasi aerob terjadi melalui empat tahap yaitu glikolisis, dekarboksilasi oksidatif asam piruvat (pembentukan asetil Ko-A), siklus Krebs, dan sistem transpor elektron. Keempat tahapan tersebut dapat dilihat pada bagan berikut ini.

#### a. Glikolisis

Glikolisis berlangsung di dalam sitoplasma. Glikolisis merupakan pemecahan glukosa menjadi 2 asam piruvat dengan hasil samping berupa 2 NADH dan 2 ATP.



**b. Dekarboksilasi Oksidatif Asam Piruvat (Pembentukan Asetil Ko-A)**

Asam piruvat hasil glikolisis selanjutnya memasuki mitokondria. Pada membran dalam mitokondria, asam piruvat mengalami dekarboksilasi oksidatif membentuk asetil Ko-A.

**c. Siklus Krebs**

Siklus Krebs terjadi dalam matriks mitokondria. Pada tahap ini akan dihasilkan senyawa-senyawa antara sebagai penyedia kerangka karbon senyawa lainnya. Selain itu, juga akan dihasilkan 6 NADH, 4 FADH<sub>2</sub>, 2 ATP, dan 4 CO<sub>2</sub>.

**d. Sistem Transpor Elektron**

Sistem transpor elektron terjadi di membran dalam mitokondria. Sistem transpor elektron berfungsi mengoksidasi NADH dan FADH<sub>2</sub> untuk membentuk ATP. Perbedaan antara keempat tahapan tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tahap	Bahan	Tempat Reaksi	Hasil		
			Senyawa	Jumlah Akseptor	Jumlah ATP
Glikolisis	Glukosa	Sitosol	2 asam piruvat	2 NADH	2
Pembentukan asetil Ko-A	Asam Piruvat	Matriks mitokondria	2 asetil Ko-A dan 2 CO <sub>2</sub>	2 NADH	-
Daur Krebs	Asetil Ko-A	Matriks mitokondria	4 CO <sub>2</sub>	6 NADH dan 2 FADH <sub>2</sub>	2
Sistem transpor elektron	NADH dan FADH <sub>2</sub>	Membran dalam mitokondria	6 H <sub>2</sub> O	-	32

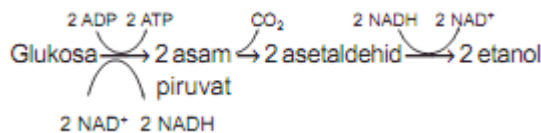
**2. Respirasi Anaerob**

Respirasi anaerob merupakan respirasi yang tidak menggunakan oksigen. Respirasi anaerob juga menggunakan glukosa sebagai substrat. Respirasi anaerob merupakan proses fermentasi yang terjadi di sitoplasma.

Fermentasi dibedakan menjadi fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat.

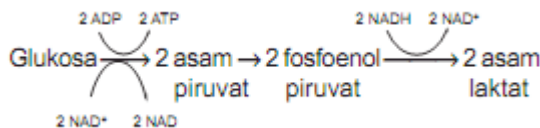
**a. Fermentasi Alkohol**

Fermentasi alkohol merupakan proses pengubahan glukosa menjadi alkohol tanpa membutuhkan oksigen. Proses ini dilakukan oleh jamur ragi (*yeast*) secara anaerob. Reaksi fermentasi alkohol sebagai berikut.



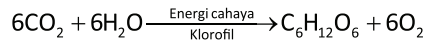
**b. Fermentasi Asam Laktat**

Fermentasi asam laktat merupakan proses pengubahan glukosa menjadi asam laktat tanpa membutuhkan oksigen. Proses ini terjadi pada otot manusia saat melakukan kerja keras dan persediaan oksigen kurang mencukupi. Reaksi fermentasi asam laktat sebagai berikut.



## C. Anabolisme

Anabolisme adalah penyusunan senyawa kompleks dari senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Proses ini membutuhkan energi sehingga disebut reaksi endergonik. Contoh proses anabolisme pada makhluk hidup adalah fotosintesis. Fotosintesis adalah penyusunan bahan organik (karbohidrat) dari bahan anorganik ( $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ ) dengan bantuan cahaya matahari. Reaksi kimia fotosintesis dapat dituliskan seperti berikut.



Fotosintesis terjadi dalam organel penyusun sistem endomembran yaitu kloroplas. Ada dua reaksi dalam fotosintesis, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang berlangsung di dalam membran tilakoid. Sementara itu, reaksi gelap berlangsung di dalam stroma.

### 1. Reaksi Terang

Dalam reaksi terang terdapat dua pusat reaksi, yaitu aliran elektron siklik dan aliran elektron nonsiklik. Aliran elektron siklik melibatkan fotosistem I. Fotosistem I adalah pusat reaksi yang terdiri atas sekumpulan klorofil yang dapat menangkap cahaya matahari dengan panjang gelombang 700 nm (P700). Aliran elektron nonsiklik melibatkan fotosistem II. Fotosistem II dapat menangkap cahaya matahari dengan panjang gelombang 680 nm (P680).

Energi cahaya yang mengenai klorofil menimbulkan fotolisis. Fotolisis adalah pemecahan molekul air menjadi ion hidrogen dan oksigen dengan melepaskan dua elektron. Elektron hasil fotolisis akan memasuki fotosistem II dan diteruskan ke fotosistem I. Loncatan elektron dari fotosistem II ke fotosistem I melewati sistem transpor elektron.

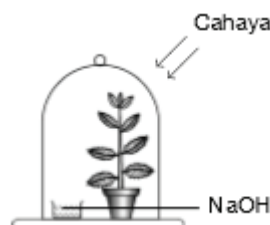
Proses loncatan elektron pada sistem transpor elektron menghasilkan ATP. Pada akhir transpor elektron, elektron akan diikat oleh  $\text{NAD}^+$  sehingga terbentuk  $\text{NADPH}_2$ .

### 2. Reaksi Gelap

Reaksi gelap disebut juga siklus Calvin-Benson. Reaksi gelap terdiri atas tiga tahap yaitu fiksasi, reduksi, dan regenerasi. Fiksasi adalah pengikatan  $\text{CO}_2$  di udara oleh ribulosa bifosfat (RuBP). Selanjutnya,  $\text{CO}_2$  dan RuBP dikatalisis oleh RuBP sintetase menjadi 3-fosfoglisarat (PGA). Reduksi adalah pengubahan fosfoglisarat menjadi gliseraldehid-3-fosfat (PGAL). Sebelumnya, PGA diubah menjadi DPGA (1,3-bifosfoglisarat) dengan menambahkan gugus fosfat dari ATP. Selanjutnya, DPGA direduksi oleh  $\text{NADPH}_2$  membentuk PGAL. Regenerasi adalah pembentukan glukosa dari 2 PGAL dan RuBP dari 10 PGAL.

Faktor-faktor yang memengaruhi fotosintesis dan hasil fotosintesis dapat diketahui melalui percobaan. Beberapa percobaan tentang fotosintesis sebagai berikut.

- Percobaan untuk membuktikan bahwa karbon dioksida dibutuhkan dalam proses fotosintesis.



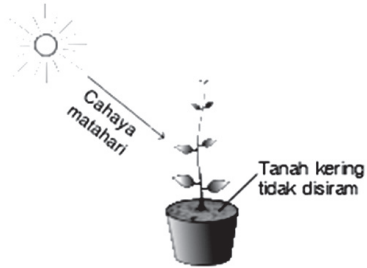
- Percobaan untuk membuktikan bahwa cahaya dibutuhkan dalam proses fotosintesis



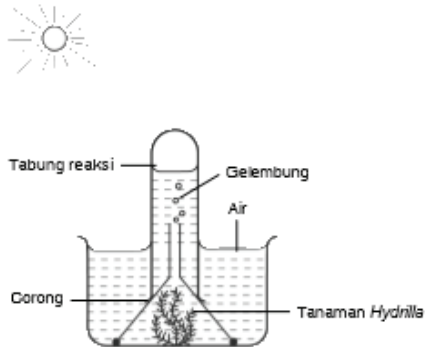
untuk menghasilkan amilum.



c. Percobaan untuk membuktikan bahwa air dibutuhkan dalam proses fotosintesis.



d. Percobaan untuk membuktikan bahwa oksigen dihasilkan dalam proses fotosintesis.



## Soal Bahas Metabolisme

1. Cermati Pernyataan-pernyataan berikut!

- (1) Melalui tahap siklus Calvin.
- (2) Membutuhkan energi cahaya.
- (3) Melalui tahap reaksi terang dan reaksi gelap.
- (4) Perombakan molekul kompleks menjadi sederhana.
- (5) Melalui tahap glikolisis.

Pernyataan yang terkait dengan proses katabolisme terdapat pada nomor ....

- |                |                |
|----------------|----------------|
| A. (1) dan (2) | D. (3) dan (5) |
| B. (2) dan (4) | E. (4) dan (5) |
| C. (3) dan (4) |                |

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Katabolisme merupakan reaksi penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana untuk menghasilkan energi. Salah satu proses katabolisme adalah respirasi yang melalui beberapa tahap yaitu glikolisis, dekarboksilasi oksidatif, siklus Krebs, dan transpor elektron.

Adapun reaksi yang membutuhkan energi cahaya, melalui tahap reaksi terang, dan melalui tahap reaksi gelap atau siklus Calvin adalah peristiwa fotosintesis atau anabolisme.

2. Dalam suatu media yang berisi singkong kukus ditambahkan ragi *Saccharomyces*. Media tersebut kemudian ditutup rapat dan dibiarkan selama beberapa hari. Zat yang akan terbentuk pada proses tersebut adalah ....

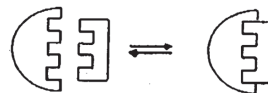
- A. asam cuka dan  $\text{CO}_2$
- B. asam laktat dan  $\text{O}_2$
- C. asam cuka dan air
- D. alkohol dan  $\text{CO}_2$
- E. alkohol dan air

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Berdasarkan perlakuan pada soal tersebut akan terjadi proses fermentasi alkohol oleh ragi *Saccharomyces*. Hasil dari fermentasi berupa alkohol,  $\text{CO}_2$ , dan ATP.

3. Perhatikan gambar cara kerja enzim berikut!



Enzim-Substrat      Kompleks Enzim Substrat

Berdasarkan gambar tersebut, pernyataan yang tepat adalah ....

- A. Enzim mampu mempercepat reaksi.
- B. Enzim tidak dapat dipengaruhi oleh reaksi kimia.
- C. Cara kerja enzim menentukan arah suatu reaksi.
- D. Enzim hanya mampu bekerja pada substrat tertentu.
- E. Enzim tidak memengaruhi keseimbangan konsentrasi zat.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Gambar tersebut menunjukkan teori *lock and key theory* yang dikemukakan oleh Fischer. Teori ini menjelaskan bahwa enzim diumpamakan sebagai gembok karena memiliki sebuah bagian kecil yang dapat berikatan dengan substrat. Bagian tersebut disebut sisi aktif. Sementara itu, substrat diumpamakan sebagai kunci karena dapat berikatan secara pas dengan sisi aktif enzim. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa enzim hanya mampu bekerja pada substrat tertentu.

4. Perhatikan tabel hasil uji enzim katalase berikut!

Kondisi	Ekstrak Hati + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
	Gelembung	Nyala Api
Netral	+++	++
Asam	+	-
Basa	++	-
Suhu 35°C	+++	++
Suhu 45°C	-	-

Berdasarkan tabel tersebut, faktor apa yang memengaruhi kerja enzim katalase adalah ....

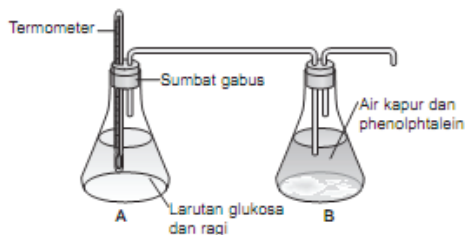
- suhu dan pH
- cahaya dan pH
- suhu dan cahaya
- konsentrasi substrat dan pH
- inhibitor dan konsentrasi substrat

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Tabel pada soal menunjukkan bahwa kerja enzim katalase dipengaruhi oleh faktor suhu dan pH. Dari data terlihat bahwa gelembung paling banyak (+++) dihasilkan pada perlakuan pH netral dan suhu 35°C. Nyala api (++) terbentuk pada perlakuan pH netral dan suhu 35°C. Dengan demikian, kerja enzim katalase optimal pada pH netral dan suhu 35°C.

5. Kirana melakukan percobaan fermentasi dengan membuat rangkaian percobaan seperti berikut.



Pada awal percobaan, larutan pada tabung B berwarna merah muda dan jernih. Setelah dibiarkan selama 20 menit, pada tabung B terbentuk endapan putih. Peristiwa tersebut terjadi karena ....

- air kapur bereaksi dengan glukosa dari tabung A dan CO<sub>2</sub> dari lingkungan luar
- air kapur bereaksi dengan oksigen dari udara luar sehingga terbentuk endapan
- air kapur bereaksi dengan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh tabung A sehingga terbentuk kalsium karbonat
- air kapur bereaksi dengan alkohol yang dihasilkan oleh tabung A sehingga pH larutan pada tabung B turun
- air kapur bereaksi dengan asam laktat yang dihasilkan oleh tabung A sehingga pH larutan pada tabung B menjadi netral

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Larutan glukosa yang ditambah ragi akan menyebabkan terjadinya proses fermentasi alkohol. Pada proses ini dihasilkan alkohol dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Pada rangkaian tersebut, gas karbon dioksida pada tabung A akan masuk ke dalam pipa U dan berpindah ke tabung B. Karbon dioksida tersebut akan bereaksi dengan air kapur sehingga membentuk endapan kalsium karbonat (CaCO<sub>2</sub>) yang berwarna putih.

BAB  
11

## BIOTEKNOLOGI

Bioteknologi berasal dari kata *bio* (hidup), *tekno* (teknologi), dan *logos* (ilmu) yang secara harfiah berarti ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip biologi. Bioteknologi merupakan teknologi yang memanfaatkan organisme atau bagian-bagiannya untuk mendapatkan barang dan jasa dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan manusia. Dewasa ini, penerapan bioteknologi sangat penting di berbagai bidang, misalnya di bidang pengolahan bahan pangan, kedokteran, pertanian, dan pertambangan.

**A. Macam-Macam Bioteknologi**

Bioteknologi dibedakan menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.

**1. Bioteknologi Konvensional**

Bioteknologi konvensional disebut juga bioteknologi sederhana. Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang mengandalkan jasa mikrob tertentu untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan manusia melalui proses fermentasi. Dalam bioteknologi ini, manusia tidak mengubah atau memanipulasi sifat organisme yang digunakan.

**2. Bioteknologi Modern**

Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang didasarkan pada manipulasi DNA (rekayasa genetika) dengan memodifikasi gen-gen spesifik untuk menghasilkan organisme transgenik. Organisme transgenik ini memiliki sifat-sifat unggul sesuai yang diinginkan. Prinsip dasar rekayasa genetika sebagai berikut.

**a. DNA Rekombinan**

Teknik DNA rekombinan dilakukan dengan pengubahan susunan DNA sehingga diperoleh susunan DNA baru yang dapat mengekspresikan sifat baru sesuai keinginan.

**b. Fusi Protoplasma (Hibridoma)**

Fusi protoplasma dilakukan dengan menggabungkan dua sel dari jaringan yang sama atau dua sel dari organisme yang berbeda dalam suatu medan listrik.

**c. Kultur Jaringan**

Kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tumbuhan secara vegetatif dengan memanfaatkan sifat totipotensi sel tumbuhan.

**d. Kloning**

Kloning merupakan teknik yang digunakan untuk menghasilkan keturunan yang memiliki sifat sama persis (identik) dengan induknya.

#### e. Teknik bayi tabung

Teknik bayi tabung merupakan teknik fertilisasi yang dilakukan di luar tubuh induk, setelah terbentuk embrio kemudian embrio tersebut akan dimasukkan ke dalam rahim induknya.

## B. Aplikasi Bioteknologi dalam Kehidupan

Beberapa contoh produk hasil aplikasi bioteknologi sebagai berikut.

1. Yoghurt, merupakan hasil fermentasi susu menggunakan bantuan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.
2. Keju, merupakan produk yang dibuat dari air susu yang diasamkan dengan memanfaatkan bakteri asam laktat, misal *Lactobacillus casei* dan *Streptococcus thermophilus*. Selain itu, dalam pembuatan keju juga dapat digunakan bakteri *Propioni bactericum*, *Penicillium roqueforti* dan *Penicillium camemberti*.
3. Mentega, merupakan produk yang dibuat dari krim susu dengan memanfaatkan bakteri *Streptococcus lactis*.
4. Tapai, merupakan produk yang dibuat dari beras ketan atau umbi-umbian seperti singkong melalui proses fermentasi dengan memanfaatkan jamur *Saccharomyces cerevisiae*.
5. Tempe, merupakan produk yang dibuat dari kedelai dengan bantuan ragi tempe berupa jamur *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus stolonifer*, dan *Rhizopus oryzae*.
6. Oncom merah, merupakan produk yang dibuat dari ampas tahu dengan bantuan jamur *Neurospora crassa*. Sementara itu, oncom hitam dibuat dari bungkil kacang tanah dengan bantuan jamur *Rhizopus oligosporus*.
7. Kecap, merupakan produk berupa cairan berwarna hitam yang rasanya manis atau asin. Kecap dibuat dari kedelai hitam dengan memanfaatkan jamur *Aspergillus wentii* dan *Aspergillus soyae*.
8. *Nata de coco*, merupakan produk yang memiliki tekstur kenyal menyerupai gel dan berwarna putih transparan. *Nata de coco* dibuat dari air kelapa dengan memanfaatkan bakteri *Acetobacter xylinum*.
9. Antibiotik, merupakan zat kimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme (bakteri dan jamur) yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain.
10. Interferon, merupakan zat kimia yang dihasilkan tubuh sebagai respons terhadap infeksi virus.
11. Vaksin, merupakan bakteri atau virus yang dilemahkan sifat patogenitasnya dan dimasukkan ke tubuh untuk membentuk antibodi sehingga seseorang memperoleh kekebalan tubuh.
12. Pemisahan logam tembaga dari bijihnya oleh bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*.
13. Biogas, merupakan gas yang berasal dari hasil fermentasi senyawa organik, misal kotoran sapi oleh bakteri. Bakteri yang dapat digunakan dalam pembuatan biogas contohnya *Methanobacteria*, karena mampu menghasilkan gas metana.

## C. Dampak Bioteknologi Bagi Kehidupan

Adanya bioteknologi dalam kehidupan dapat menimbulkan suatu dampak, baik dampak positif maupun dampak negatif.

### 1. Dampak Positif Dari Bioteknologi

- Meningkatkan sifat resistansi tanaman terhadap hama.
- Meningkatkan produk dengan kualitas dan kuantitas baik.
- Membantu manusia dalam menangani pencemaran lingkungan.
- Membantu dunia kedokteran dan medis dalam mengatasi penyakit.
- Membantu mengatasi pelestarian keanekaragaman hayati.

### 2. Dampak Negatif Dari Bioteknologi

- Berpotensi terhadap pergeseran atau transfer gen dari organisme transgenik.
- Berpotensi membentuk *barier spesies* (spesies penghalang).
- Berpotensi menimbulkan penyakit baru yang lebih resistan.
- Berpotensi menimbulkan kerusakan atau tersingkirnya plasma nutfah alami.
- Berpotensi menimbulkan pencemaran biologis akibat adanya transfer gen dari organisme transgenik.

## Soal Bahas Bioteknologi

- Implikasi bioteknologi bagi kehidupan manusia umumnya bermanfaat dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan munculnya berbagai organisme unggul atau transgenik. Namun, munculnya organisme transgenik dapat menimbulkan dampak negatif berupa ....
  - erosi plasma nutfah
  - kerusakan ekosistem
  - hilangnya daya dukung lingkungan
  - biaya rehabilitasi hutan meningkat
  - organisme resistan terhadap penyakit
- Perhatikan tahapan-tahapan percobaan dalam teknik kultur jaringan berikut!
  - Tahap persiapan dan sterilisasi eksplan.
  - Tahap inokulasi.
  - Tahap subkultur.
  - Tahap aklimatisasiTahap percobaan nomor (3) bertujuan ....
  - mengkondisikan planlet dengan lingkungannya yang baru
  - menghindari kontaminasi mikroorganisme patogen
  - memenuhi kebutuhan nutrisi bagi plantlet
  - menghindari serangan hama dan penyakit

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Organisme transgenik memiliki sifat-sifat unggul sehingga para petani lebih senang mengembangbiakkan organisme transgenik. Hal ini dapat mengakibatkan

- E. menanam eksplan pada medium kultur

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam teknik kultur jaringan sebagai berikut.

- (1) Tahap persiapan dan sterilisasi eksplan  
Tahap persiapan dilakukan dengan pembuatan media tanam dan sterilisasi alat. Selanjutnya, dilakukan pengambilan eksplan dari tanaman yang sehat.
  - (2) Tahap inokulasi  
Pada tahap ini dilakukan penanaman eksplan dalam ruangan tertutup yang telah disterilkan. Selanjutnya, eksplan dalam media kultur ini dipelihara dalam ruangan aseptis yang terkontrol suhu dan pencahayaannya.
  - (3) Tahap subkultur  
Pada tahap ini dilakukan pemindahan kalus ke dalam media tanam yang baru. Tujuan dari subkultur adalah memenuhi kebutuhan nutrisi bagi plantlet.
  - (4) Tahap aklimatisasi  
Aklimatisasi dilakukan agar plantlet beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Plantlet ditanam dalam *polybag* dan diletakkan di tempat yang teduh. Seiring dengan pertumbuhannya, intensitas cahaya yang mengenai tanaman hasil kultur ditambah. Setelah bibit hasil kultur jaringan beradaptasi, bibit ditanam pada lingkungan alamiahnya.
3. Melalui teknik sel hibridoma dapat diperoleh suatu antibodi monoklonal yang spesifik menyembuhkan penyakit tertentu. Prinsip dasar teknik sel hibridoma adalah ....

- A. pencangkakan gen atau DNA yang telah diisolasi ke dalam plasmid bakteri yang telah dipotong dengan enzim endonuklease restriksi
- B. pengisolasian DNA dari suatu organisme dengan memotongnya menjadi segmen-segmen kecil menggunakan enzim endonuklease restriksi
- C. sel donor digabungkan agar mengalami perubahan struktur secara total sehingga dapat menghasilkan antibodi
- D. gen-gen yang dimiliki sel disisipkan pada plasmid bakteri sehingga memproduksi antibodi secara berkelanjutan
- E. penggabungan dua sel dari jaringan yang sama atau dua sel dari organisme yang berbeda dalam suatu medan listrik

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Sel hibridoma merupakan hasil dari teknik fusi protoplasma, yaitu penggabungan dua sel dari jaringan yang sama atau dua sel dari organisme yang berbeda dalam suatu medan listrik. Hal ini akan mengakibatkan kedua sel akan tertarik satu sama lain dan akhirnya mengalami fusi (melebur). Protoplasma diisolasi dengan cara dihilangkan dinding selnya. Protoplasma yang diperoleh kemudian diuji viabilitasnya (aktivitas hidupnya) dengan cara melihat aktivitas organel. Fusi protoplasma dilakukan dalam suatu medan listrik. Setelah sel-sel tadi mengalami fusi, tahap selanjutnya adalah menyeleksi protoplasma yang dihasilkan. Setiap sel mempunyai spesifikasi tertentu. Protoplasma yang terseleksi kemudian dibiakkan. Fusi protoplasma pada sel hewan dan manusia sangat berguna terutama untuk menghasilkan

hibridoma. Hibridoma merupakan hasil fusi yang terjadi antara sel pembentuk antibodi dan sel mieloma. Adapun pengisolasian DNA dari suatu organisme dengan memotongnya menjadi segmen-segmen kecil menggunakan enzim endonuklease restriksi dan pencangkokan DNA yang telah diisolasi ke dalam plasmid bakteri merupakan tahapan proses dari teknik DNA rekombinan.

4. Berikut ini merupakan dampak dari keberhasilan bioteknologi modern dalam mengembangkan kloning domba Dolly dan jenis-jenis hewan mamalia lainnya yang dikhawatirkan banyak orang, *kecuali* ....
- A. daya insting perkawinan menjadi rendah
  - B. populasi menjadi sangat tidak terkendali
  - C. gen-gen dominan termutasi menjadi gen resesif
  - D. dapat menggeser plasma nutfah yang tumbuh dari zigot
  - E. kualitas individu cepat menurun, akibat usia sel yang sudah menua

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Kloning digunakan untuk menghasilkan individu yang secara genetik identik dengan induknya. Hasil kloning atau klon ini dapat dikategorikan sebagai organisme transgenik dengan karakter homogen dan dapat diproduksi dalam skala besar. Dampak yang mungkin terjadi yaitu organisme transgenik ini dapat menggeser plasma nutfah yang tumbuh dari zigot, terjadi mutasi gen, penurunan kualitas organisme transgenik, dan daya insting perkawinan rendah.

Adapun populasi hewan transgenik ini justru dapat dikendalikan. Hal ini dikarenakan hasil yang diinginkan telah diprogram jumlahnya sebelum kloning dilakukan.

5. Sari dan Niken melakukan percobaan proses fermentasi dengan membuat acar sayuran. Sayuran yang telah dicuci bersih lalu diletakkan dalam stoples. Selanjutnya, ditambahkan garam ke dalamnya. Bakteri menguntungkan yang sudah ada di sayuran akan melangsungkan proses fermentasi. Setelah 6 hari, cairan tersebut terasa masam. Hal ini terjadi karena ....
- A. bakteri mengubah gula dalam sayuran menjadi asam asetat
  - B. sayuran memproduksi asam cuka saat direndam dalam garam
  - C. bakteri memproduksi asam asetat saat melakukan fermentasi
  - D. garam mengubah kandungan vitamin dalam sayuran menjadi asam sitrat
  - E. garam yang terdapat dalam sayuran akan bereaksi dengan udara menghasilkan asam cuka

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Sayuran difermentasi menjadi acar dan asinan menggunakan berbagai jenis bakteri yang terdapat pada sayuran seperti *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp., dan *Pediococcus* sp. Bakteri tersebut mengubah gula (karbohidrat) dalam sayuran menjadi asam asetat. Asam asetat yang terbentuk dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain dan memberikan rasa masam pada sayuran fermentasi.



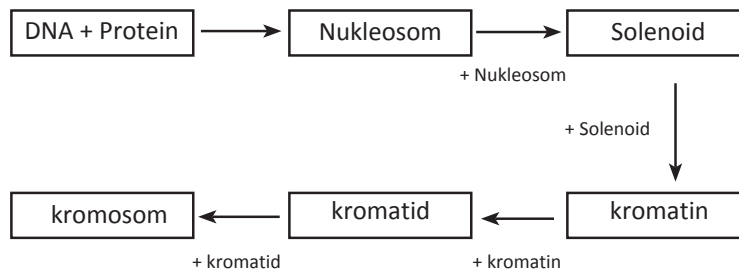
BAB  
12

**SUBSTANSI MATERI GENETIK**

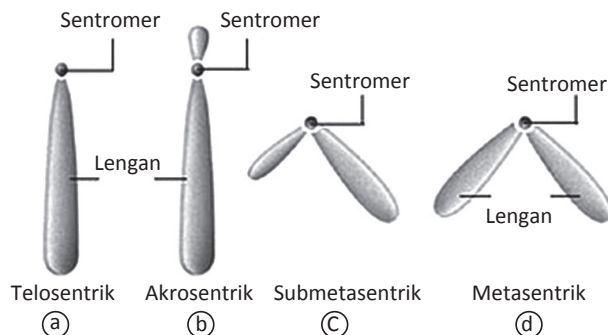
Materi genetik bertanggung jawab terhadap pewarisan sifat-sifat genetik dari induk kepada keturunannya. Substansi dasar hereditas yang mengandung materi genetik adalah gen. Gen tersusun dari asam nukleat (DNA dan RNA) dan terdapat di lobus dalam kromosom.

**A. Kromosom**

Struktur padat kromosom dapat terlihat dengan jelas saat tahap metafase pembelahan sel. Untai DNA akan dipintal pada protein histon hingga membentuk satu unit nukleosom. Unit-unit nukleosom akan tersusun padat membentuk solenoid yang melipat-lipat. Lipatan solenoid tersebut akan makin memadat membentuk benang kromatin. Benang-benang kromatin akan tersusun membentuk lengan kromatid. Lengan kromatid tersebut bersama kembarannya membentuk kromosom. Perhatikan gambar berikut!



Kromosom terdiri dari beberapa bagian yaitu kromatid, kromomer, sentromer, satelit, dan telomer. Berdasarkan letak sentromer pada lengan kromatid. Kromosom dibedakan menjadi empat yaitu metasentrik, submetasentrik, akrosentrik, dan telosentrik. Perhatikan gambar di samping!



**1. TELOSENTRIK**

Telosentrik merupakan kromosom yang letak sentromernya di ujung kromatid.

**2. AKROSENTRIK**

Akrosentrik merupakan kromosom yang letak sentromernya berada di antara bagian tengah dan ujung lengan kromatid.

### 3. SUBMETASENTRIK

Submetasentrik merupakan kromosom yang sentromernya terletak tidak di tengah kromatid sehingga lengan tidak sama panjang.

### 4. METASENTRIK

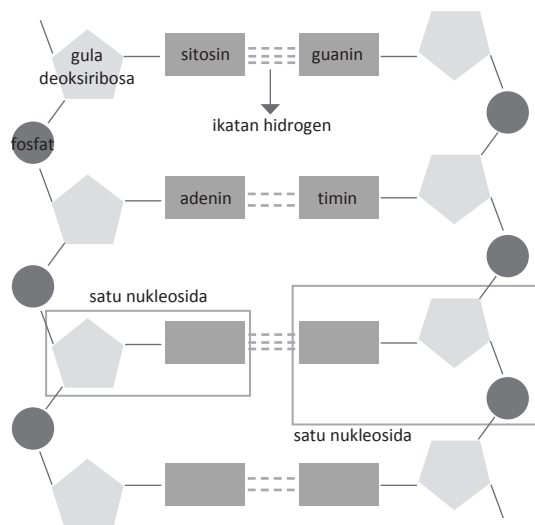
Metasentrik merupakan kromosom yang sentromernya terletak di bagian tengah lengan kromatid sehingga membagi lengan menjadi dua sama panjang.

## B. DNA (Deoxyribonucleic Acid)

DNA adalah makromolekul polinukleotida yang tersusun dari polimer nukleotida yang berulang-ulang dan tersusun rangkap membentuk susunan ganda yang berpilin ke kanan (*double helix*). Setiap nukleotida tersusun dari tiga komponen berikut.

1. Gula deoksiribosa
2. Gugus fosfat
3. Basa nitrogen yang terdiri dari purin (adenin (A) dan guanin (G)) dan pirimidin (timin (T) dan sitosin (S/C)).

Basa nitrogen akan berikatan dengan gula deoksiribosa membentuk nukleosida. Selanjutnya, nukleosida akan berikatan dengan fosfat membentuk nukleotida. Nukleotida-nukleotida akan saling bergabung membentuk untai panjang, untai yang satu dengan lainnya akan saling berhubungan melalui ikatan antara purin dan pirimidin sehingga membentuk rantai ganda. Basa nitrogen purin akan berpasangan dengan pirimidin dengan ikatan hidrogen. Adenin akan berpasangan dengan timin melalui dua ikatan hidrogen (A=T), sehingga jumlah adenin dan timin dalam suatu DNA selalu sama. Sementara itu, guanin akan berpasangan dengan sitosin melalui tiga ikatan hidrogen (G=S), sehingga jumlah guanin dan sitosin dalam suatu DNA selalu sama. DNA berfungsi sebagai pembawa faktor genetik dan menentukan sintesis protein. Perhatikan gambar struktur DNA di bawah!

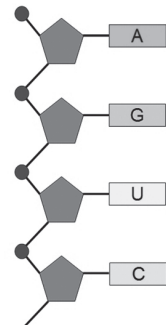


## C. RNA (Ribonucleid Acid)

RNA merupakan hasil transkripsi dari fragmen DNA sehingga susunannya lebih pendek dari DNA. RNA merupakan rantai tunggal polinukleotida (*single helix*) yang tersusun dari tiga komponen berikut.

1. Gula ribosa
2. Gugus fosfat
3. Basa nitrogen yang terdiri dari purin (adenin (A) dan guanin (G)) dan pirimidin (urasil (U) dan sitosin (S/C)).

Purin dan pirimidin akan berikatan dengan gula ribosa membentuk nukleosida. Nukleosida akan berikatan dengan fosfat membentuk nukleotida. Jumlah RNA dapat berubah-ubah dipengaruhi aktivitas sintesis protein. RNA berfungsi sebagai penyimpan dan penyalur informasi genetik. Perhatikan gambar struktur RNA di samping!



## D. Sintesis Protein

Sintesis protein merupakan proses penerjemahan kode genetik di dalam gen menjadi urutan asam amino. Proses tersebut dikenal dengan ekspresi gen yang berlangsung melalui dua tahap, yaitu transkripsi dan translasi.

### 1. TRANSKRIPSI

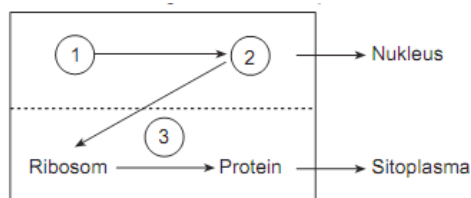
Transkripsi merupakan proses pencetakan DNA menjadi RNA. DNA yang merupakan rantai ganda akan terurai menjadi rantai sense dan rantai antisense. Rantai sense merupakan rantai yang akan menjadi cetakan urutan basa nitrogennya menjadi RNA (kodon). Proses transkripsi ini berlangsung di dalam nukleus.

### 2. TRANSLASI

Translasi merupakan proses penerjemahan kode-kode genetik yang dibawa oleh RNA menjadi asam amino. Asam amino-asam amino yang terbentuk akan berikatan dengan triplet antikodon membentuk polipeptida.

## Soal Bahas Substansi Materi Genetik

1. Perhatikan diagram sintesis protein berikut!



Proses yang terjadi pada bagian yang ditunjuk nomor 3 adalah ....

- A. pelepasan subunit ribosom
- B. pembentukan mRNA dari DNA
- C. tRNA mengikat mRNA pada ribosom
- D. mRNA meninggalkan inti menuju ribosom
- E. pelekatan enzim RNA polimerase pada DNA

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Berdasarkan gambar mekanisme sintesis protein pada soal dapat diketahui bahwa nomor 1 menunjukkan DNA, nomor 2 menunjukkan mRNA, dan nomor 3 menunjukkan tahap translasi. Sintesis protein terdiri atas dua tahap yaitu transkripsi dan translasi. Tahap transkripsi meliputi proses pembentukan mRNA dari DNA, pelekatan enzim RNA polimerase pada DNA, dan mRNA meninggalkan inti menuju ribosom. Translasi adalah proses pelekatan antara tRNA dengan asam amino menggunakan bantuan enzim aminoasil tRNA sintetase. Ribosom memudahkan pelekatan yang spesifik antara antikodon tRNA dengan kodon mRNA selama sintesis protein. Translasi meliputi proses perangkaian asam amino dalam ribosom dan terbentuklah polipeptida. Polipeptida yang terbentuk akan lepas dari ribosom menuju sitoplasma. Selanjutnya, akan terjadi pelepasan subunit ribosom.

2. Apabila rantai DNA adalah ATT – GTA – AAA – CGG, kode genetik yang dibawa oleh mRNA pada sintesis protein yaitu ....
- A. TAA – CAT – TTT – CGG
  - B. ATT – GTA – AAA – GCC
  - C. UAA – CAU – UUU – GCC
  - D. AUU – GTA – UUU – GCC
  - E. AUU – GUA – AAA – CGG

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Urutan sintesis protein pada soal sebagai berikut.

DNA rantai sense:

ATT – GTA – AAA – CGG

DNA rantai antisense:

TAA – CAT – TTT – GCC

Rantai kodon mRNA:

UAA – CAU – UUU – GCC

Jadi, kode genetik yang dibawa oleh mRNA pada sintesis protein tersebut yaitu UAA – CAU – UUU – GCC.

3. Perbedaan fungsi DNA dan RNA dalam tabel berikut yang benar adalah ....

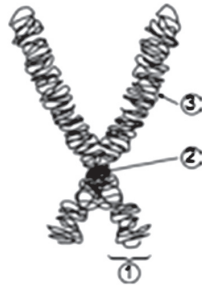
	DNA	RNA
A.	mengendalikan kegiatan sintesis protein	menentukan sifat genetik suatu individu
B.	mengatur perkembangan dan metabolisme kromosom	menentukan sifat genetik suatu individu
C.	mengendalikan kegiatan sintesis protein dan menentukan sifat genetik suatu individu	mengendalikan kegiatan sintesis protein
D.	menentukan sifat genetik suatu individu serta mengatur perkembangan dan metabolisme kromosom	mengendalikan kegiatan sintesis protein dan menentukan sifat genetik suatu individu
E.	menentukan sifat genetik suatu individu	mengatur perkembangan dan metabolisme kromosom

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

DNA dan RNA memiliki fungsi yang berbeda. Fungsi DNA lebih kompleks yaitu sebagai pengendali kegiatan sintesis protein dan pengendali aktivitas genetis (faktor keturunan). Adapun RNA hanya berfungsi sebagai pengendali sintesis protein. Mengatur perkembangan dan metabolisme kromosom merupakan fungsi gen.

4. Perhatikan gambar berikut!



Bagian kromosom yang ditunjuk oleh nomor 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah ....

- A. kromomer, sentromer, dan kromonema
- B. kromonema, kinetokor, dan kromomer
- C. kromonema, sentromer, dan kromatid
- D. kromatid, sentromer, dan kromonema
- E. kromatid, sentromer, dan kinetokor

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

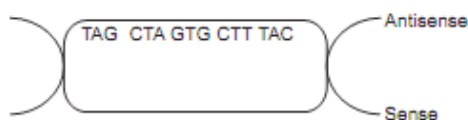
Nomor 1 adalah kromatid yaitu lengan kromosom. Nomor 2 adalah sentromer, yaitu bagian yang menyempit atau daerah lekukan pada kromosom. Nomor 3 adalah kromonema yaitu benang-benang spiral yang menyusun kromatid.

5. Diketahui kodon asam amino sebagai berikut.

Kodon	GAA	GAU	AUG	CAG	AUC
Asam Amino	A	B	C	D	E

Urutan asam amino yang terbentuk dari DNA rantai sense berikut adalah

....



- A. A-D-B-E-C
- B. B-C-D-E-A
- C. C-D-B-E-A
- D. C-D-A-B-E
- E. E-B-D-A-C

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Urutan asam amino yang terbentuk dari DNA rantai sense tersebut sebagai berikut.

Rantai sense : TAG CTA GTG CTT TAC

Antisense : ATC GAT CAC GAA ATG

Kodon RNAd: AUC GAU CAC GAA AUG

Asam amino : E B D A C

BAB  
13

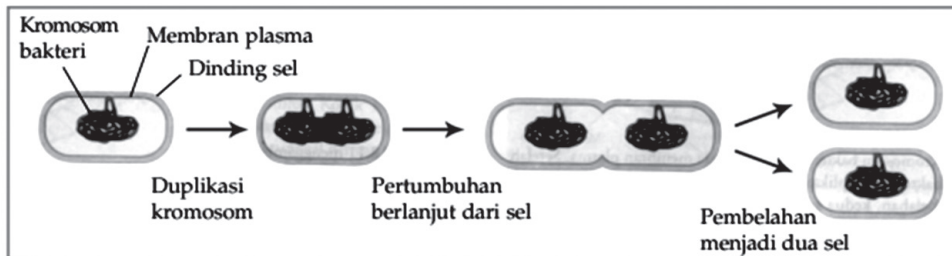
## PEMBELAHAN SEL

## A. Pembelahan Amitosis, Mitosis, dan Meiosis

Pembelahan sel merupakan suatu proses yang membagi satu sel induk menjadi dua atau lebih sel anakan dengan cara membelah diri, baik pada organisme uniseluler maupun multiseluler. Pembelahan sel dibedakan menjadi tiga yaitu pembelahan amitosis, mitosis, dan meiosis.

## 1. Pembelahan Amitosis

Pembelahan amitosis merupakan proses pembelahan dari satu sel menjadi dua sel tanpa melalui fase-fase atau tahap-tahap pembelahan sel. Pembelahan amitosis disebut juga dengan pembelahan biner. Contoh pembelahan amitosis terjadi pada sel bakteri. Perhatikan gambar berikut!



## 2. Pembelahan Mitosis

Pembelahan mitosis merupakan pembelahan yang menghasilkan dua sel anakan dan masing-masing sel anakan memiliki jumlah kromosom yang sama dengan induknya atau diploid ( $2n$ ). Pembelahan mitosis terjadi selama proses pertumbuhan dan reproduksi aseksual. Tahapan-tahapan pembelahan mitosis sebagai berikut.

## a. Interfase

Interfase merupakan tahap persiapan pembelahan dan merupakan fase paling panjang dalam pembelahan mitosis.

## b. Profase

- 1) Benang-benang kromatin memendek dan menebal membentuk kromatid.
- 2) Kromatid berpasangan membentuk kromosom.
- 3) Membran nukleus dan nukleolus menghilang.
- 4) Pada sel hewan, sentriol mengalami pembelahan.
- 5) Benang spindel mulai mengatur diri sedemikian rupa.

**c. Metafase**

- 1) Benang spindel kromosom telah terbentuk.
- 2) Kromosom menempatkan diri di tengah bidang ekuator.

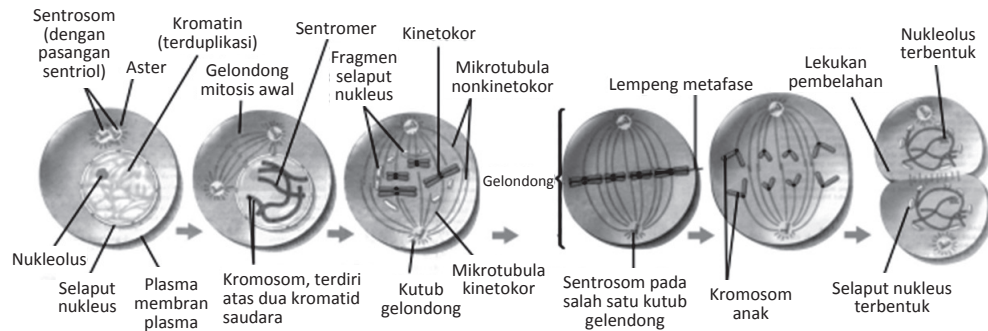
**d. Anafase**

- 1) Terjadi pemendekan benang-benang spindel.
- 2) Kromatid menuju kutub-kutub yang berlawanan.
- 3) Sitokinesis dimulai.

**e. Telofase**

- 1) Kromatid sampai pada kutub-kutub yang berlawanan.
- 2) Kromatid menipis dan berubah menjadi kromatin.
- 3) Kromatin berkumpul membentuk anak inti.
- 4) Sitokinesis selesai dan terbentuk membran nukleus sehingga terbentuk dua anak inti.

Perhatikan gambar berikut!



### 3. Pembelahan Meiosis

Pembelahan meiosis merupakan pembelahan yang menghasilkan empat sel anakan dan masing-masing sel anakan mengandung kromosom setengah dari jumlah kromosom induknya atau haploid ( $n$ ). Pembelahan meiosis terjadi pada pembentukan sel gamet (sel kelamin). Tahapan-tahapan pembelahan meiosis sebagai berikut.

**a. Interfase**

Tahap ini merupakan tahapan persiapan pembelahan sel.

**b. Meiosis I**

Tahap-tahap meiosis I sebagai berikut.

1) Profase I

Tahap profase I melalui lima tahap yaitu leptoten, zigoten, pakiten, diploten, dan diakinesis. Pada tahap ini terbentuk empat kromatid.

2) Metafase I

- a) Benang-benang spindel terbentuk.
- b) Kromosom homolog berjajar di bidang ekuator.

3) Anafase I

- a) Kromosom mulai bergerak menuju kutub yang berlawanan.
- b) Membran sel mulai melekok di bagian tengah.
- c) Tahap ini membagi isi kromosom diploid menjadi haploid.

4) Telofase I

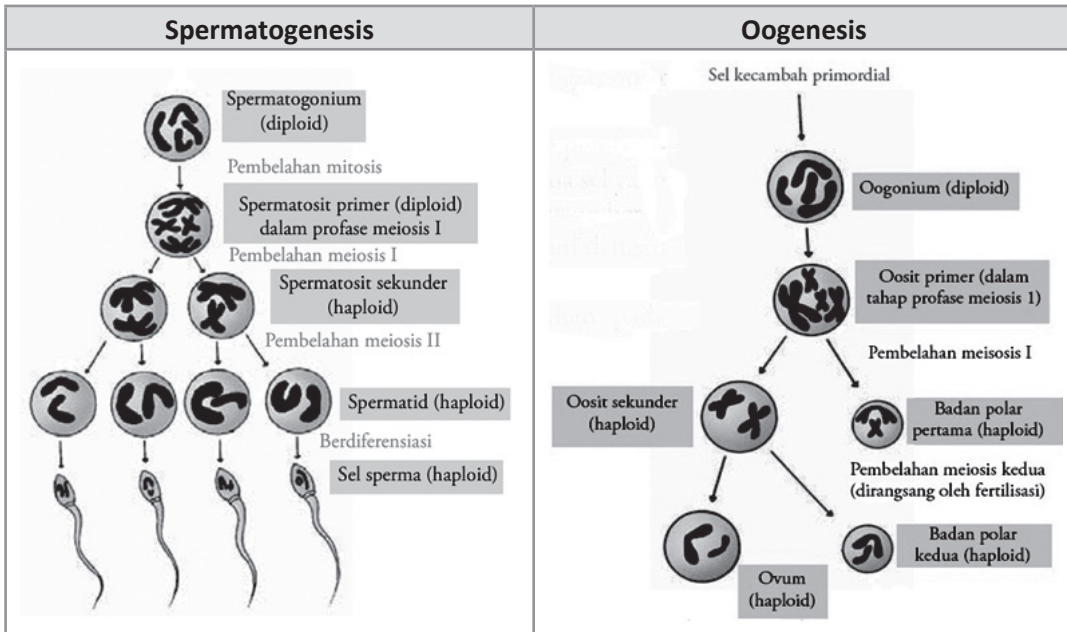
- a) Membran inti dan anak inti terbentuk sehingga membentuk dua sel anakan.
- b) Terjadi sitokinesis.

**c. Meiosis II**

Tahap-tahap pada meiosis II sama dengan tahap-tahap pada meiosis I, hanya saja pada meiosis II tidak terjadi reduksi kromosom. Pada pembelahan ini terjadi pembagian kromatid tunggal dari setiap kromosom haploid kepada sel anakan.

**B. Gametogenesis**

Gametogenesis merupakan proses pembentukan gamet atau sel kelamin di dalam alat perkembangbiakan. Pembentukan gamet jantan atau sperma disebut spermatogenesis, sedangkan proses pembentukan gamet betina atau sel telur disebut oogenesis. Perhatikan gambar berikut!



Perbedaan antara spermatogenesis dan oogenesis sebagai berikut.

	<b>Spermatogenesis</b>	<b>Oogenesis</b>
<b>Tempat</b>	Testis	Ovarium
<b>Hasil</b>	4 sel sperma yang fungsional	1 ovum fungsional dan 3 badan kutub



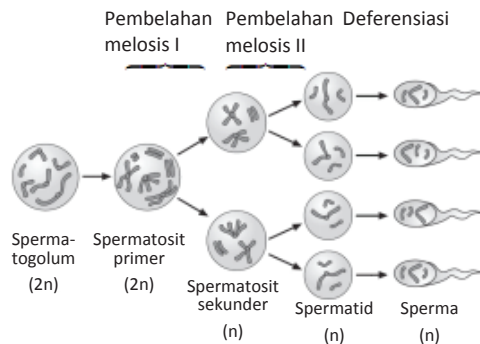
## Soal Bahas Pembelahan Sel

1. Pada proses pembentukan sel sperma, sel yang bersifat diploid adalah ....
- spermatogonium dan spermatid
  - spermatosit primer dan spermatid
  - spermatosit sekunder dan spermatid
  - spermatogonium dan spermatosit primer
  - spermatogonium dan spermatosit sekunder

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Pembentukan sel sperma disebut spermatogenesis. Pada proses ini dari satu spermatogenesis dihasilkan empat sel gamet jantan (spermatozoid) yang bersifat haploid. Prosesnya dapat digambarkan sebagai berikut.



Jadi, sel yang bersifat diploid adalah spermatogonium dan spermatosit primer.

2. Peristiwa yang terjadi pada tahap anafase II pada pembelahan meiosis adalah ....
- kromatid bergerak ke arah kutub
  - terbentuk dua sel anakan haploid
  - kromatin berubah menjadi kromosom
  - kromosom homolog saling memisahkan diri
  - kromosom homolog bergerak ke bidang ekuator

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

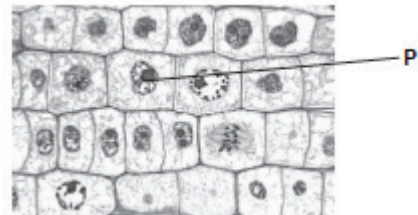
**Jawaban: A**

Ciri-ciri tahap anafase II pada pembelahan meiosis sebagai berikut.

- Spindel menarik kromatid menuju ke kutub pembelahan yang berlawanan.
- Kedua kromatid bergerak menuju kutub yang berbeda.

Terbentuk dua sel anakan haploid terjadi pada tahap telofase I. Kromatin berubah menjadi kromosom terjadi pada tahap profase I. Kromosom homolog bergerak ke bidang ekuator terjadi pada tahap metafase I dan metafase II. Kromosom homolog saling memisahkan diri terjadi pada tahap anafase I.

3. Perhatikan gambar beberapa sel epidermis bawang merah yang mengalami pembelahan berikut!



Bagian yang ditunjuk oleh huruf P mengalami fase ....

- anafase, karena mulai terbentuk calon dinding pembatas
- metafase, karena dinding inti larut dan kromatin tersebar
- telofase, karena kromosom tertarik ke kutub pembelahan
- profase, karena benang kromatin menebal menjadi kromosom
- interfase, karena kromatid bergerak menuju kutub masing-masing

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Tahap pembelahan sel yang ditunjuk huruf P adalah profase. Ciri-ciri tahap profase sebagai berikut.

- f. Membran nukleus dan nukleolus menghilang.
- g. Kromatid berpasangan membentuk kromosom.
- h. Benang-benang kromatin memendek dan menebal membentuk kromatid.
- i. Pada sel hewan, sentriol mengalami pembelahan. Sentriol tersebut memisah menuju kutub yang berlawanan.
- j. Benang spindel mulai mengatur diri sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk pancaran (aster).

Adapun pada tahap metafase akan terbentuk benang spindel dan kromosom yang terlihat jelas karena kromosom berada di bidang ekuator. Pada tahap anafase benang-benang spindel memendek, kromatid menuju kutub berlawanan, dan mulai terjadi sitokinesis. Pada tahap telofase kromatid telah sampai ke kutub-kutub berlawanan, kromatid menipis membentuk kromatin, kumpulan kromatin membentuk anak inti, terbentuk nukleus di luar anak inti, dan sitokinesis selesai sehingga terbentuk dua sel anakan.

4. Perhatikan ciri-ciri pembelahan sel berikut!
- (1) Jumlah kromosom anak sama dengan kromosom induk.
  - (2) Jumlah kromosom anak setengah dari kromosom induk.
  - (3) Sel anak bersifat haploid.
  - (4) Sel anak bersifat diploid.
  - (5) Mengalami satu kali pembelahan.
  - (6) Mengalami dua kali pembelahan.
- Ciri-ciri pembelahan mitosis ditunjukkan oleh nomor ....

- A. (1), (3), dan (5)
- B. (1), (3), dan (6)
- C. (1), (4), dan (5)
- D. (2), (3), dan (5)
- E. (2), (4), dan (6)

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Pembelahan mitosis adalah pembelahan sel yang terjadi melalui tahap-tahap tertentu. Pembelahan mitosis menghasilkan dua sel anakan. Setiap sel anakan mengandung jumlah kromosom yang sama dengan induknya. Jika sel induk yang membelah mengandung kromosom diploid ( $2n$ ), maka sel anakan yang dihasilkan dari pembelahan mitosis adalah dua sel anakan yang juga diploid ( $2n$ ). Dalam pembelahan mitosis terjadi satu kali pembelahan. Adapun pembelahan meiosis merupakan pembelahan reduksi karena pembelahan sel induk diploid ( $2n$ ) menghasilkan empat sel anakan haploid ( $n$ ). Masing-masing sel anakan mengandung separuh jumlah kromosom sel induk. Pembelahan meiosis terjadi pada sel kelamin. Dalam pembelahan meiosis ini terjadi dua kali tanpa diselingi interfase.

5. Perhatikan gambar pembelahan sel berikut!



Perilaku kromosom dalam sel setelah mengalami fase seperti pada gambar tersebut adalah ....

- A. benang-benang kromatin memendek dan menebal membentuk kromosom

- B. terbentuk benang-benang spindel dan kromosom berada di bidang ekuator
- C. kromatid bergerak menuju ke arah kutub-kutub yang berlawanan
- D. kromosom menduplikasi diri menjadi sepasang kromatid
- E. kromatid menipis dan mulai terbentuk anak inti

***Tipe Soal Aplikasi/Terapan***

***Jawaban: C***

Gambar tersebut menunjukkan pembelahan sel secara mitosis pada tahap anafase. Pada tahap ini benang-benang spindel memendek, kromatid menuju kutub berlawanan, dan membran sel melekok pada akhir anafase. Setelah itu, terjadi tahap telofase. Pada tahap telofase kromatid telah sampai di kutub-kutub yang berlawanan, kromatid menipis dan mulai terbentuk anak inti, kromosom menipis dan memanjang menjadi kromatin, serta mulai terbentuk membran nukleus dan nukleolus. Sementara itu, terbentuk benang-benang spindel dan kromosom berada di bidang ekuator terjadi pada tahap metafase. Kromosom menduplikasi diri menjadi sepasang kromatid serta benang-benang kromatin memendek dan menebal membentuk kromosom terjadi pada tahap profase.

BAB  
14

# POLA HEREDITASI

## A. Hukum Mendel

Hukum Mendel adalah hukum mengenai pewarisan sifat pada organisme yang dijabarkan oleh Gregor Johann Mendel (1822–1884). Untuk membuktikan kebenaran teorinya, Gregor Johann Mendel melakukan eksperimen dengan membastarkan tanaman kacang ercis (*Pisum sativum*). Berdasarkan jasanya, Gregor Johann Mendel dikukuhkan sebagai **Bapak Genetika**. Hukum yang diutarakan oleh Mendel meliputi Hukum I Mendel dan Hukum II Mendel berikut.

### 1. Hukum I Mendel

Hukum I Mendel disebut juga dengan hukum segregasi bebas. Hukum I Mendel menyebutkan bahwa pada proses gametogenesis gen-gen akan memisah secara bebas. Peristiwa ini terjadi pada persilangan monohibrid (persilangan dengan satu sifat beda). Perhatikan contoh berikut!

Tanaman kacang ercis berbiji kuning disilangkan dengan kacang ercis berbiji hijau. Biji kuning dominan terhadap biji hijau.

P : KK >< kk  
(biji kuning) (biji hijau)

Gamet : K k

F<sub>1</sub> : Kk  
(biji kuning)

Jika F<sub>1</sub> disilangkan sesamanya,

P<sub>2</sub> : Kk >< Kk

Gamet : K, k K, k

F<sub>2</sub> :

F <sub>2</sub>	K	k
K	KK (biji kuning)	Kk (biji kuning)
k	Kk (biji kuning)	kk (biji hijau)

Perbandingan fenotipe F<sub>2</sub> = biji kuning : biji hijau = 3 : 1

Perbandingan genotipe F<sub>2</sub> = KK : Kk : kk = 1 : 2 : 1

Selain menghasilkan sifat dominan penuh, persilangan monohibrid juga dapat menghasilkan sifat intermediat. Mendel menyilangkan tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) berbunga merah (MM) dengan tanaman berbunga putih (mm). Seluruh keturunan pertamanya ( $F_1$ ) berbunga merah muda (Mm). Merah muda merupakan sifat intermediat. Perhatikan diagram persilangan berikut.

P : MM >< mm  
(bunga merah) (bunga putih)

Gamet : M m

$F_1$  : Mm  
(merah muda)

Jika  $F_1$  disilangkan sesamanya,

$P_2$  : Mm >< Mm

Gamet : M, m M, m

$F_2$  :

$F_2$	M	m
M	MM (merah)	Mm (merah muda)
m	Mm (merah muda)	mm (putih)

Perbandingan fenotipe  $F_2$  = merah : merah muda : putih = 1 : 2 : 1  
 Perbandingan genotipe  $F_2$  = MM : Mm : mm = 1 : 2 : 1

## 2. Hukum II Mendel

Hukum II Mendel disebut juga dengan hukum pengelompokan gen secara bebas. Hukum II Mendel menyebutkan bahwa pada proses fertilisasi, gen-gen dari gamet jantan maupun gamet betina akan mengelompok secara bebas. Peristiwa ini terjadi pada persilangan dihibrid (persilangan dengan dua sifat beda).

Perhatikan contoh berikut!

Tanaman kacang ercis berbiji bulat berwarna kuning disilangkan dengan tanaman kacang ercis berbiji kisut berwarna hijau. Biji bulat dominan terhadap biji kisut dan warna kuning dominan terhadap hijau.

P : BBKK >< bbkk  
(bulat, kuning) (kisut, hijau)

Gamet : BK bk

$F_1$  : BbKk  
(bulat, kuning)

Jika  $F_1$  disilangkan sesamanya,

$P_2$  : BbKk >< BbKk

Gamet : BK, Bk, bK, bk BK, Bk, bK, bk

F<sub>2</sub> :

F <sub>2</sub>	BK	Bk	bK	bk
BK	BBKK (bulat, kuning)	BBKk (bulat, kuning)	BbKK (bulat, kuning)	BbKk (bulat, kuning)
Bk	BBKk (bulat, kuning)	BBkk (bulat, hijau)	BbKk (bulat, kuning)	Bbkk (bulat, hijau)
bK	BbKK (bulat, kuning)	BbKk (bulat, kuning)	bbKK (kisut, kuning)	bbKk (kisut, kuning)
bk	BbKk (bulat, kuning)	Bbkk (bulat, hijau)	bbKk (kisut, kuning)	bbkk (kisut, hijau)

Rasio fenotipe F<sub>2</sub> = bulat, kuning : bulat, hijau : kisut, kuning : kisut, hijau  
 = 9 : 3 : 3 : 1

Rasio genotipe F<sub>2</sub> = BBKK : BBKk : BbKK : BbKk : BBkk : Bbkk : bbKK : bbKk : bbkk  
 = 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1

## B. Penyimpangan Semu Hukum Mendel

Penyimpangan semu hukum Mendel ditandai dengan berubahnya perbandingan fenotipe keturunan sehingga tidak sesuai dengan hukum Mendel. Perbandingan fenotipe dapat berubah, namun prinsip dasar dari cara pewarisan tetap sesuai dengan prinsip-prinsip Mendel. Jenis-jenis penyimpangan semu hukum Mendel sebagai berikut.

### 1. Epistasi dan Hipostasi

Epistasi dan hipostasi merupakan interaksi dari beberapa gen yang bersifat saling menutupi satu sama lain. Gen yang bersifat menutupi disebut *epistasis*, sedangkan gen yang bersifat tertutupi disebut *hipostasis*. Ada tiga macam epistasi dan hipostasi yaitu epistasi dominan, epistasi resesif, serta epistasi dominan dan resesif.

#### a. Epistasi Dominan

Epistasi ini terjadi apabila ada satu gen dominan yang bersifat epistasis, misal pada warna labu. Persilangan pada epistasi dominan menghasilkan F<sub>2</sub> dengan perbandingan fenotipe = 12 : 3 : 1.

#### b. Epistasi Resesif

Epistasi ini terjadi apabila terdapat gen resesif yang epistasis terhadap gen dominan lain yang tidak sealel, misal pada warna rambut tikus. Persilangan pada epistasi resesif menghasilkan F<sub>2</sub> dengan perbandingan fenotipe = 9 : 3 : 4.

#### c. Epistasi Dominan dan Resesif

Epistasi ini terjadi apabila terdapat dua gen epistasis, gen dominan dari pasangan gen I epistasis terhadap pasangan gen II yang bukan alelnya dan gen resesif dari pasangan gen II juga epistasis terhadap pasangan gen I, misal pada warna rambut ayam. Persilangan pada epistasi dominan dan resesif menghasilkan F<sub>2</sub> dengan perbandingan fenotipe = 13 : 3.

## 2. Polimeri

Polimeri merupakan interaksi gen yang bersifat kumulatif (saling menambah). Polimeri terjadi karena adanya interaksi antara dua gen atau lebih sehingga disebut gen ganda. Contoh polimeri terjadi pada tanaman gandum berbiji merah yang disilangkan dengan tanaman gandum berbiji putih menghasilkan tanaman yang menghasilkan gandum dengan warna yang beragam. Persilangan pada polimeri ini menghasilkan  $F_2$  dengan perbandingan 15 : 1.

## 3. Kriptomeri

Kriptomeri merupakan peristiwa munculnya suatu karakter baru oleh gen dominan apabila bersama-sama dengan gen dominan lainnya. Apabila gen dominan berdiri sendiri, karakternya akan tersembunyi (tidak akan tampak). Contoh kriptomeri terjadi pada persilangan tanaman *Linnaria maroccana* berbunga merah dengan *Linnaria maroccana* berbunga putih dihasilkan  $F_1$  seluruhnya berwarna ungu. Apabila terjadi persilangan antara  $F_1$  dengan  $F_1$  menghasilkan  $F_2$  dengan perbandingan = 9 : 3 : 4.

## 4. Atavisme (Interaksi Atargen)

Atavisme merupakan interaksi dari beberapa gen yang mengakibatkan munculnya suatu sifat yang berbeda dengan sifat induknya. Misalnya pada perkawinan antara ayam berpial gerigi (*rose*) dengan ayam berpial biji. Pada  $F_1$  tidak menyerupai salah satu induknya. Pada  $F_2$  mempunyai perbandingan = 9 : 3 : 3 : 1, namun muncul dua sifat baru yaitu pial sumpel (*walnut*) dan pial bilah.

## 5. Gen-Gen Komplementer

Gen komplementer merupakan interaksi gen yang saling melengkapi satu sama lain. Jika satu gen tidak muncul, sifat yang dimaksud juga tidak akan muncul. Pada bunga *Lathyrus odoratus* terdapat dua gen yang saling berinteraksi dalam memunculkan pigmen warna bunga.

Gen C: penghasil pigmen warna

Gen c: tidak menghasilkan pigmen warna

Gen P: penghasil enzim pengaktif

Gen p: tidak menghasilkan enzim pengaktif

Warna bunga hanya akan muncul apabila terjadi interaksi gen penghasil pigmen dengan gen penghasil enzim. Jika kedua gen tersebut tidak bertemu, warna bunga yang terbentuk adalah warna putih. Perbandingan fenotipe  $F_2$  pada penyimpangan ini adalah 9 : 7.

## C. Pola-Pola Hereditas Pautan

### 1. Pautan Gen

Pautan gen adalah beberapa gen yang terletak dalam kromosom yang sama dan pada saat proses pembentukan gamet, gen-gen tersebut saling berkait atau berikatan. Peristiwa tersebut disebabkan karena gen-gen terletak pada lokus yang berdekatan dalam kromosom. Contoh peristiwa pautan gen terdapat pada bentuk sayap dan abdomen *Drosophila melanogaster*.

## 2. Pautan Seks

Pautan seks adalah peristiwa terdapatnya gen dalam kromosom kelamin. Kromosom kelamin dibedakan atas kromosom X dan kromosom Y. Contoh peristiwa pautan seks terdapat pada penentuan warna mata *Drosophila melanogaster*, penentuan warna rambut kucing kaliko, dan penentuan warna bulu ayam.

## 3. Gen Letal

Gen letal adalah gen yang dapat mengakibatkan kematian apabila dalam keadaan homozigot. Ada dua macam gen letal, yaitu gen letal dominan dan gen letal resesif. Contoh gen letal dominan yaitu peristiwa ayam "*creeper*", tikus kuning, dan penyakit brakidaktili pada manusia. Contoh gen letal resesif yaitu peristiwa tanaman jagung berdaun putih dan penyakit *ichthyosis congenita* pada manusia.

## 4. Pindah Silang

Pindah silang merupakan pemisahan dan pertukaran bagian kromatid dari sepasang kromosom homolog. Akibat adanya pindah silang dihasilkan keturunan tipe parental dan rekombinan. Besar nilai pindah silang (NPS) dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$\text{NPS} = \frac{\text{Jumlah tipe rekombinan}}{\text{Jumlah seluruh individu}} \times 100\%$$

## 5. Gagal Berpisah

Gagal berpisah merupakan peristiwa gagalnya satu atau lebih kromosom untuk berpisah pada saat terjadi pembelahan meiosis I maupun meiosis II. Gagal berpisah mengakibatkan sel anak kelebihan atau kekurangan kromosom. Contoh peristiwa gagal berpisah terjadi pada pengidap sindrom Turner dan Klinefelter.

# D. Hereditas Pada Manusia

## 1. Penentuan Jenis Kelamin

Manusia memiliki 46 kromosom (23 pasang) yang terdiri atas 22 pasang kromosom tubuh (autosom) dan 1 pasang kromosom kelamin (gonosom). Pria memiliki sepasang kromosom kelamin dengan simbol XY, sedangkan perempuan memiliki sepasang kromosom seks dengan simbol XX. Pria menghasilkan sperma yang mengandung gamet X atau Y, sedangkan wanita menghasilkan sel telur yang mengandung gamet X saja.

Apabila terjadi fertilisasi antara sel sperma Y dengan sel telur X maka akan membentuk individu dengan kromosom kelamin XY, yaitu pria. Sementara itu, apabila fertilisasi terjadi antara sel sperma X dengan sel telur X maka akan membentuk individu dengan kromosom kelamin XX, yaitu perempuan.



## 2. Golongan Darah

Penentuan golongan darah pada manusia menggunakan sistem ABO, sistem MN, dan Sistem Rhesus.

### a. Sistem ABO

Penggolongan darah sistem ABO berdasarkan pada dua antigen yaitu antigen A dan B serta dua antibodi yaitu anti-A dan anti-B. Perhatikan tabel berikut!

Golongan darah (fenotipe)	Genotipe	Antigen	Antibodi
A	$I^A I^A, I^A I^O$	A	anti-B
B	$I^B I^B, I^B I^O$	B	anti-A
AB	$I^A I^B$	AB	-
O	$I^O I^O$	-	anti-A dan anti-B

### b. Sistem MN

Penggolongan darah sistem MN berdasarkan adanya salah satu jenis glikoforin A. Perhatikan tabel berikut!

Golongan darah (fenotipe)	Genotipe
M	$I^M I^M$
N	$I^N I^N$
MN	$I^M I^N$

### c. Sistem Rhesus

Penggolongan darah sistem Rhesus berdasarkan reaksi penggumpalan antara antigen sel darah merah dengan anti serum *Rh*. Perhatikan tabel berikut!

Golongan darah (fenotipe)	Genotipe	Gamet
Rhesus positif	$I^{RH} I^{RH}, I^{RH} I^{rh}$	$I^{RH}$ dan $I^{rh}$
Rhesus negatif	$I^{rh} I^{rh}$	$I^{rh}$

## 3. Cacat Atau Penyakit Menurun Pada Manusia

### a. Cacat atau penyakit menurun terpaut kromosom tubuh (autosom)

1) Cacat atau penyakit yang dibawa gen dominan

a) Polidaktili

Polidaktili merupakan kelainan berupa kelebihan jumlah jari tangan ataupun kaki. Polidaktili disebabkan oleh gen dominan P, sehingga penderita polidaktili bergenotipe PP (homozigot) dan Pp (heterozigot), sedangkan genotipe untuk normal adalah pp.

b) Brakidaktili

Brakidaktili merupakan kelainan pada ruas-ruas jari yang memendek. Brakidaktili disebabkan oleh gen dominan B, sehingga penderita brakidaktili bergenotipe BB (homozigot) dan Bb (heterozigot), sedangkan genotipe untuk normal adalah bb.

- c) Kebotakan  
Kebotakan disebabkan oleh gen dominan B, sedangkan gen b untuk normal. Genotipe dan fenotipe pada kebotakan sebagai berikut.

Genotipe	Fenotipe	
	Laki-laki	Perempuan
BB	Kebotakan	Kebotakan
Bb	Kebotakan	Normal
bb	Normal	Normal

- d) Huntington  
Huntington disebabkan oleh sen dominan H, sedangkan gen resesif h normal. Oleh karena itu, penderita huntington memiliki genotipe HH (homozigot) atau Hh (heterozigot), sedangkan genotipe hh untuk normal. Huntington menyerang sistem saraf yang ditandai dengan penderita menggelengkan kepala ke satu arah.

2) Cacat atau penyakit yang dibawa gen resesif

a) Albino

Albino merupakan kelainan di mana tubuh seseorang tidak mampu memproduksi pigmen. Albino disebabkan oleh gen resesif a. Oleh karena itu, fenotipe albino memiliki genotipe aa, sedangkan fenotipe normal memiliki genotipe AA dan Aa.

b) Gangguan mental/ fenilketonuria (debil, imbisil, idiot)

Gangguan mental ini dibawa oleh gen resesif. Jadi, apabila gen aa mengalami gangguan mental, maka gen AA (homozigot) dan gen Aa (heterozigot) adalah genotipe untuk normal. Kelainan ini ditandai oleh ketidakmampuan tubuh melakukan proses metabolisme fenilalanin menjadi tirosin. Oleh karena itu, fenilalanin tertimbun di dalam darah dan dibuang melalui ginjal sehingga urine mengandung fenilalanin. Dengan demikian, urine seseorang dapat menandakan orang tersebut menderita gangguan mental.

**b. Cacat atau penyakit menurun terpaut kromosom kelamin/seks (gonosom)**

1) Buta warna (*color blind*)

Buta warna merupakan kelainan yang mengakibatkan seseorang tidak dapat membedakan warna-warna tertentu. Ada dua jenis buta warna, yaitu buta warna sebagian dan buta warna total. Buta warna sebagian mengakibatkan seseorang tidak dapat membedakan warna hijau dan merah. Sementara itu, buta warna total mengakibatkan seseorang tidak dapat membedakan semua warna kecuali gelap dan terang.

Buta warna disebabkan oleh gen resesif cb yang terpaut kromosom X, sehingga kemungkinan genotipe dan fenotipenya sebagai berikut.

	Normal	Buta warna
Wanita	XX, XX <sup>cb</sup>	X <sup>cb</sup> X <sup>cb</sup>
pria	XY	X <sup>cb</sup> Y

2) Hemofilia

Hemofilia merupakan kelainan yang ditandai dengan darah sukar membeku. Hemofilia dikendalikan oleh gen resesif h yang terpaut kromosom X. Sehingga kemungkinan genotipe dan fenotipenya sebagai berikut.

	Normal	Hemofilia
Wanita	$X^HX^H, X^HX^h$	$X^hX^h$
pria	$X^HY$	$X^hY$

### Soal Bahas Pola Hereditas

1. Perhatikan bagan persilangan tanaman berikut!

$P_1$ : ♀MMBB >< ♂mmbb  
(merah besar) (putih kecil)

$F_1$ : MmBb (merah besar)

Selanjutnya,  $F_1$  disilangkan sesamanya dan diperoleh hasil  $F_2$  sebagai berikut.

♀♂	MB	Mb	mB	mb
MB	MMBB <sup>1</sup>	MMBb <sup>2</sup>	MmBB <sup>3</sup>	MmBb <sup>4</sup>
Mb	MMBb <sup>5</sup>	MMbb <sup>6</sup>	MmBb <sup>7</sup>	Mmbb <sup>8</sup>
mB	MmBB <sup>9</sup>	MmBb <sup>10</sup>	mmBB <sup>11</sup>	mmBb <sup>12</sup>
mB	MmBb <sup>13</sup>	Mmbb <sup>14</sup>	mmBb <sup>15</sup>	mmbb <sup>16</sup>

Dari tabel tersebut, tanaman yang memiliki fenotipe merah kecil ditunjukkan oleh nomor ....

- A. 1 dan 5                      D. 8 dan 14  
B. 4 dan 12                    E. 11 dan 15  
C. 7 dan 13

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

Diketahui gen M membawa sifat merah, gen m membawa sifat putih, gen B membawa sifat besar, dan gen b membawa sifat kecil. Dengan demikian, tanaman yang memiliki fenotipe merah kecil memiliki genotipe MMbb dan Mmbb. Jadi, tanaman yang memiliki fenotipe merah kecil ditunjukkan oleh nomor 6, 8, dan 14.

2. Seorang ilmuwan menyilangkan tanaman jagung berbulir besar-keras (PPkk) dengan tanaman sejenis berbulir kecil-pulen (ppKk). Dari hasil persilangan tersebut dihasilkan tanaman  $F_1$  sebanyak 64 tanaman. Banyaknya tanaman jagung yang memiliki fenotipe berbulir besar-keras adalah ....

- A. 0 tanaman                      D. 48 tanaman  
B. 16 tanaman                    E. 64 tanaman  
C. 32 tanaman

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Hasil persilangan pada soal sebagai berikut.

P: ♀ Ppkk >< ♂ ppKk  
(bulir besar-keras) (bulir kecil-pulen)

G: Pk                                      pK dan pk

$F_1$ : PpKk (bulir besar-pulen)

Ppkk (bulir besar-keras)

Perbandingan fenotipe  $F_1$ -nya bulir besar-pulen : bulir besar-keras = 1 : 1  
Jadi, banyaknya tanaman yang memiliki fenotipe berbulir besar-keras adalah  $1/2 \times 64 = 32$  tanaman.

3. Kucing kaliko berjenis kelamin betina dikawinkan dengan kucing berwarna hitam berjenis kelamin jantan. Peluang munculnya anak kucing yang memiliki rambut kuning sebesar ....

- A. 0%                                      D. 75%  
B. 25%                                    E. 100%  
C. 50%

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diagram perkawinan antara kucing jantan berwarna hitam dengan kucing betina kaliko sebagai berikut.

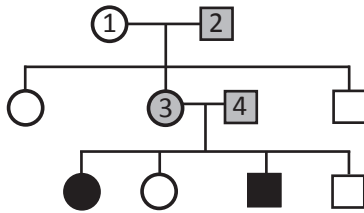
P: ♂  $X^BY$  >< ♀  $X^B X^b$   
(hitam) (kaliko)

G:  $X^B, Y$   $X^B, X^b$

F<sub>1</sub>:  $X^B X^B$  = betina hitam  
 $X^B X^b$  = betina kaliko  
 $X^B Y$  = jantan hitam  
 $X^b Y$  = jantan kuning

Peluang munculnya anak kucing yang memiliki rambut kuning =  $\frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$ .

4. Perhatikan peta silsilah keluarga penderita buta warna berikut!



Keterangan: □ = laki-laki normal  
■ = laki-laki buta warna  
○ = perempuan normal  
● = perempuan buta warna

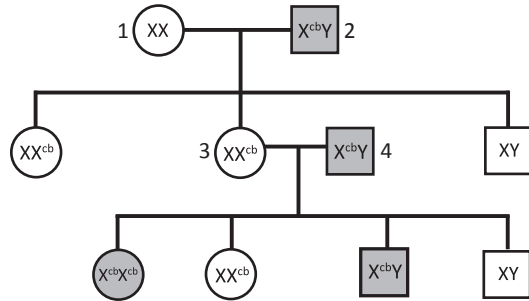
Apabila individu 1 bersifat normal homozigot, genotipe individu 2, 3, dan 4 secara berturut-turut adalah ....

- $XY, XX, \text{ dan } X^{cb}Y$
- $X^{cb}Y, XX^{cb}, \text{ dan } XY$
- $X^{cb}Y, XX, \text{ dan } X^{cb}Y$
- $XY, XX^{cb}, \text{ dan } X^{cb}Y$
- $X^{cb}Y, XX^{cb}, \text{ dan } X^{cb}Y$

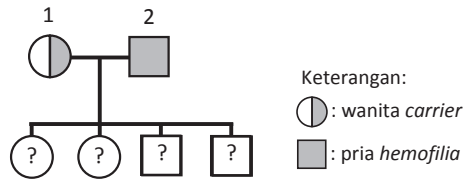
**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Buta warna merupakan kelainan terpaut kromosom X yang disebabkan oleh gen resesif cb. Genotipe individu pada soal sebagai berikut.



5. Perhatikan peta silsilah berikut!



Keterangan:  
○: wanita carrier  
■: pria hemofilia

Pernyataan yang tepat berdasarkan perkawinan antara individu 1 dengan individu 2 adalah ....

- Semua anak-anaknya bersifat hemofilia
- Persentase kelahiran anak laki-laki normal 50%
- Persentase kelahiran anak laki-laki hemofilia 25%
- Persentase kelahiran anak perempuan hemofilia 100%
- Persentase kelahiran anak perempuan normal carrier 50%

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Hemofilia merupakan penyakit keturunan yang dikendalikan oleh gen resesif (h) yang terpaut kromosom X. Diagram persilangan pada soal sebagai berikut.

P<sub>1</sub>: ♀  $X^H X^h$  >< ♂  $X^h Y$   
(individu 1/ibu carrier) (individu 2/ayah hemofilia)

G:  $X^H \text{ dan } X^h$   $X^h \text{ dan } Y$

F<sub>1</sub>:  $X^H X^h$  = perempuan carrier  
 $X^h X^h$  = perempuan hemofilia  
 $X^H Y$  = laki-laki normal  
 $X^h Y$  = laki-laki hemofilia

Jadi, pernyataan yang tepat adalah pernyataan pada pilihan C, yaitu persentase kelahiran anak laki-laki hemofilia 25%.

BAB  
15

## MUTASI

## A. Pengertian Mutasi

Mutasi merupakan perubahan struktur susunan materi genetik (DNA) yang dapat diturunkan ke generasi berikutnya. Terjadinya perubahan susunan materi genetik akan menyebabkan perubahan gen sehingga dapat mengakibatkan perubahan fenotipnya. Makhluk hidup yang mengalami mutasi disebut mutan. Adapun zat penyebab mutasi disebut mutagen. Mutasi dapat terjadi baik pada gen maupun pada kromosom.

## B. Macam-Macam Mutasi Berdasarkan Tempat Terjadinya

Berdasarkan tempat terjadinya, mutasi dibedakan menjadi dua yaitu mutasi gen dan mutasi kromosom.

## 1. Mutasi Gen

Mutasi gen disebut juga mutasi titik atau *point mutation*. Mutasi gen merupakan mutasi akibat adanya perubahan yang terjadi pada nukleotida DNA. Mutasi gen dapat berupa perubahan kimia pada pasangan basa nitrogen dalam gen. Mutasi gen disebabkan karena substitusi basa N. Tipe-tipe mutasi gen sebagai berikut.

- Mutasi tidak bermakna (*nonsense mutation*), yaitu perubahan pada triplet basa (*kodon*) tetapi perubahannya tidak menyebabkan kesalahan pembentukan protein.
- Mutasi ganda (*triple mutation*), yaitu terjadi pengurangan atau penambahan tiga basa secara bersama-sama.
- Mutasi bingkai (*frame shift mutation*), yaitu penambahan atau pengurangan basa nitrogen. Mutasi ini terdiri atas delesi (pengurangan basa nitrogen) dan duplikasi (penambahan basa nitrogen).
- Mutasi penggantian basa, mutasi ini terdiri atas transisi dan transversi.  
Transisi: basa purin  $\leftrightarrow$  basa purin, basa pirimidin  $\leftrightarrow$  basa pirimidin.  
Transversi: basa purin  $\leftrightarrow$  basa pirimidin.

## 2. Mutasi Kromosom

Mutasi kromosom disebut juga mutasi besar atau aberasi. Mutasi kromosom merupakan mutasi yang terjadi karena adanya perubahan struktur dan jumlah pada kromosom. Mutasi kromosom dapat dibedakan menjadi dua yaitu mutasi karena perubahan jumlah kromosom dan mutasi karena perubahan struktur kromosom.

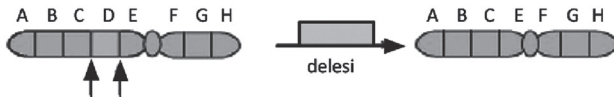
**a. Macam Mutasi Karena Perubahan Jumlah Kromosom**

- 1) **Euploidi**, apabila terjadi pengurangan atau penambahan perangkat kromosom.  
Contoh:  $2n \rightarrow 4n$ ,  $2n \rightarrow n$
- 2) **Aneuploidi**: apabila terjadi perubahan kromosom hanya pada salah satu atau lebih dari satu genom. Contoh:  $2n+1$  (trisomi),  $2n+2$  (tetrasomi),  $2n-1$  (monosomi),  $2n-2$  (nulisomi).

**b. Macam Mutasi Karena Perubahan Struktur Kromosom**

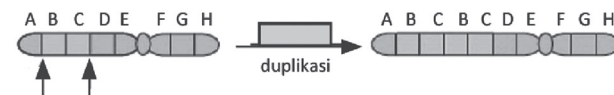
**1) Delesi**

Delesi terjadi karena adanya fragmen kromosom yang patah dan hilang sehingga menyebabkan susunan kromosom mengalami perubahan.



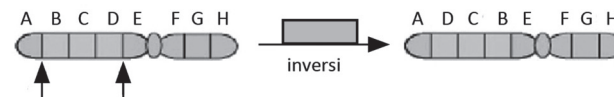
**2) Duplikasi**

Duplikasi terjadi karena adanya peristiwa penambahan suatu fragmen kromosom yang sama berasal dari kromosom homolog, sehingga mengakibatkan perubahan susunan kromosom.



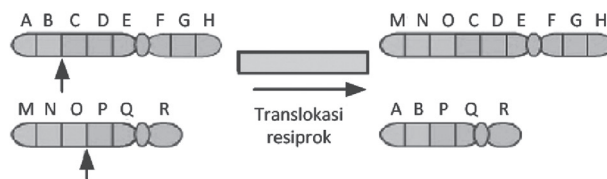
**3) Inversi**

Inversi terjadi apabila fragmen pada suatu kromosom patah dan akan kembali lagi pada kromosom tersebut akan tetapi susunan fragmen kromosomnya terbalik. Oleh karena itu, dapat menyebabkan terjadinya perubahan susunan kromosom.



**4) Translokasi**

Translokasi terjadi apabila terdapat dua kromosom nonhomolog yang mengalami patah pada fragmen tertentu, kemudian fragmen tersebut bergabung pada kromosom lain nonhomolognya. Oleh karena itu, dapat mengakibatkan terjadinya perubahan susunan kromosom.



Beberapa contoh penyakit pada manusia akibat mutasi kromosom sebagai berikut.

- a. Sindrom Turner ( $45 XO$ )
- b. Sindrom Klinefelter ( $47 XXY$ )
- c. Sindrom Jacob ( $47 XYY$ )
- d. Sindrom Down ( $47 XX$  atau  $47 XY$ )
- e. Sindrom Patau ( $47 XX$  atau  $47 XY$ )
- f. Sindrom Edward ( $45 A + 18 + XX$  atau  $45 A + 18 + XY$ )

## C. Mutagen

Mutagen adalah zat yang mampu menyebabkan mutasi. Mutagen dapat dibedakan menjadi tiga berikut.

1. Mutagen biologi: bakteri, virus.
2. Mutagen kimia: kolkisin, alkohol, asam nitrat, aminopurpurin.
3. Mutagen fisika: radiasi pengion (zat radioaktif, sinar X, sinar kosmis, proton dan neutron  $\beta$ ), radiasi nonpengion (sinar UV, suhu tinggi).

## D. Dampak Mutasi

Adanya mutasi dapat menimbulkan dampak positif (menguntungkan) dan dampak negatif (merugikan) yang dijelaskan seperti berikut.

### 1. DAMPAK POSITIF

Dampak positif dari adanya mutasi di antaranya poliploid pada tanaman. Poliploid pada tanaman tersebut dapat menghasilkan buah besar, buah tidak berbiji, serta buah yang produktivitasnya tinggi dan memiliki nilai jual tinggi.

### 2. DAMPAK NEGATIF

Dampak negatif dari adanya mutasi dapat menimbulkan kelainan, penyakit, dan kemandulan. Mutasi yang merugikan ini ada yang dapat diwariskan dan ada yang tidak diwariskan.

## Soal Bahas Mutasi

1. Seorang anak laki-laki terlahir dengan trisomi pada kromosom seksnya, testis tidak berkembang, aspermia, dan suara mirip perempuan. Anak laki-laki ini menderita ....

- A. sindrom Down
- B. sindrom Patau
- C. sindrom Turner
- D. sindrom Jacobs
- E. sindrom Klinefelter

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Sindrom Klinefelter merupakan kelainan yang disebabkan oleh sel telur yang membawa kromosom X dibuahi oleh sperma yang

mengandung kromosom XY atau sel telur yang membawa kromosom XX dibuahi oleh sperma yang membawa kromosom Y. Pembuahan tersebut mengakibatkan trisomi dengan kelebihan kromosom X yang diderita oleh laki-laki.

Sindrom Klinefelter ditandai dengan testis tidak berkembang, aspermia (bersifat steril/mandul), suara mirip wanita, tumbuh payudara, lengan dan kaki panjang, serta tuna mental. Sementara itu, sindrom Down ditandai oleh kepala lebar, wajah bulat, mulut selalu terbuka, hidung besar, bibir tebal, mata sipit, dan IQ rendah.

Sindrom Patau ditandai oleh mata kecil, mempunyai celah bibir, cacat mental, dan tuli. Sindrom Turner ditandai dengan leher pendek, bersifat steril, puting susu terletak berjauhan, dan mengalami ketergantungan mental. Sindrom Jacobs ditandai dengan sifat antisosial dan agresif, berperawakan tinggi, serta suka melawan hukum.

2. Perhatikan gambar peristiwa mutasi kromosom berikut!



Perubahan kromosom pada gambar menunjukkan terjadinya ....

- A. delesi                      D. duplikasi  
 B. inversi                    E. translokasi  
 C. katenasi

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Gambar pada soal menunjukkan kromosom A B C D E. Kromosom tersebut mengalami pematahan pada fragmen E. Fragmen E tersebut menghilang sehingga kromosom mengalami perubahan menjadi kromosom mutan yang baru yaitu kromosom A B C D. Peristiwa patah dan hilangnya fragmen tertentu pada kromosom dinamakan delesi. Inversi terjadi ketika kromosom patah di dua tempat yang diikuti dengan penyisipan kembali gen-gen pada kromosom yang sama dengan urutan terbalik. Katenasi terjadi karena ujung kromosom homolog saling berdekatan sehingga membentuk lingkaran. Duplikasi terjadi jika ada penambahan sebagian gen dari kromosom homolog. Translokasi terjadi jika suatu bagian dari satu kromosom pindah ke kromosom lain yang bukan homolognya.

3. Kandungan dalam suatu produk makanan kaleng terdiri atas ikan tuna, terigu, protein, garam, gula, bumbu, MSG, tokoferol, glycikol, dan natrium nitrit. Dari komposisi tersebut yang berpotensi sebagai mutagen adalah ....
- A. gula, terigu, dan garam  
 B. protein, garam, dan terigu  
 C. MSG, tokoferol, dan bumbu  
 D. natrium nitrat, gula, dan bumbu  
 E. glycikol, MSG, dan natrium nitrit

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Glycikol adalah zat yang digunakan untuk membuat zat kimia seperti eter, ester, amin, dan bahan campuran tekstil. Zat ini tidak boleh dicampurkan dalam makanan atau dikonsumsi karena dapat bersifat mutagen jika terakumulasi di dalam tubuh. Sementara itu, MSG (Mono Sodium Glutamat) adalah zat aditif yang sering ditambahkan ke dalam makanan. MSG secara alami terdapat di dalam bahan-bahan makanan dalam bentuk asam amino. Adapun MSG berbentuk butiran kristal yang sering ditemui sehari-hari merupakan produk olahan dan sudah tidak dalam bentuk alaminya lagi. Konsumsi MSG olahan dalam jumlah besar dapat terakumulasi di dalam tubuh dan menimbulkan efek samping. Efek samping MSG dalam tubuh yang paling ringan adalah timbulnya alergi. Sementara itu, efek jangka panjangnya adalah memicu terjadinya mutasi yang berujung pada terbentuknya sel kanker. Adapun natrium nitrit adalah zat kimia yang ditambahkan pada daging olahan agar tetap awet di dalam kaleng. Jika dikonsumsi secara berlebihan, zat ini dapat memberi dampak negatif yaitu dapat menghalangi masuknya oksigen ke dalam sel-sel tubuh. Kandungan nitrit juga dapat bereaksi dengan



asam amino dalam reaksi lambat membentuk nitrosamin yang bersifat karsinogenik (memicu kanker).

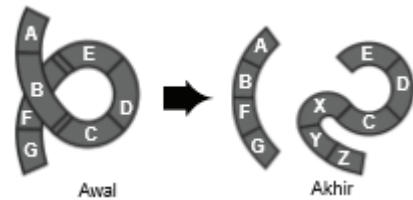
4. Perhatikan susunan rantai basa nitrogen pada mRNA berikut!  
AUG GUC GAU UCA CAG UAA  
Rantai mRNA tersebut akan mengalami *nonsense mutation* jika ....
- substitusi basa G dengan basa U pada kodon ke-2
  - substitusi basa C dengan basa U pada kodon ke-2
  - substitusi basa U dengan basa A pada kodon ke-3
  - substitusi basa C dengan basa G pada kodon ke-4
  - substitusi basa G dengan basa A pada kodon ke-5

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

*Nonsense mutation* terjadi apabila substitusi suatu basa nitrogen mengubah asam amino menjadi kodon stop. Substitusi basa C dengan basa G pada kodon ke-4 akan mengubah serin (UCA) menjadi kodon stop (UGA). Sementara itu, substitusi basa G dengan basa U pada kodon ke-2 akan mengubah asam amino valin (GUC) menjadi fenilalanin (UUC). Substitusi basa U dengan basa A pada kodon ke-3 akan mengubah asam amino asam aspartat (GAU) menjadi asam glutamat (GAA). Substitusi yang mengakibatkan perubahan jenis asam amino dinamakan *missense mutation*. Adapun substitusi basa C dengan basa U pada kodon ke-2 akan mengubah kodon GUC menjadi GUU, tetapi tetap menghasilkan asam amino yang sama yaitu valin. Substitusi basa G dengan basa A pada kodon ke-5 akan mengubah kodon CAG menjadi CAA, tetapi tetap menghasilkan asam amino yang sama yaitu glutamin. Substitusi yang tetap mengkode asam amino sama dinamakan *silent mutation*.

5. Perhatikan peristiwa perpindahan kromosom berikut ini!



Pada hasil akhir terjadi penggabungan kromosom yang bukan homolognya. Peristiwa itu merupakan bentuk mutasi yang disebut ....

- translokasi
- transversi
- defisiensi
- duplikasi
- inversi

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Translokasi terjadi jika suatu bagian dari satu kromosom pindah ke kromosom lain yang bukan homolognya. Contoh sebuah kromosom mempunyai alel ABCDEFG. Kromosom tersebut mengalami pematahan sehingga membentuk tiga patahan kromosom yaitu AB, EDC, dan FG. Selanjutnya, kromosom AB bergabung dengan FG dan kromosom beralel EDC bergabung dengan kromosom lain yang bukan homolognya membentuk kromosom EDCXYZ. Inversi terjadi ketika kromosom pecah di dua tempat yang diikuti dengan penyisipan kembali gen-gen pada kromosom yang sama dengan urutan terbalik. Duplikasi terjadi jika terdapat penambahan bahan kromosom. Adapun transversi terjadi jika terdapat penggantian suatu purin oleh pirimidin atau sebaliknya. Defisiensi terjadi ketika kromosom mengalami pematahan sehingga menyebabkan hilangnya satu bagian kromosom.

BAB  
16

## EVOLUSI

## A. Teori Asal Usul Kehidupan

Kehidupan yang dihuni manusia ini memiliki asal-usul. Sejak zaman dahulu, para ilmuwan berusaha mencari pembuktian mengenai asal-usul terbentuknya kehidupan melalui berbagai percobaan. Dari percobaan-percobaan tersebut memunculkan berbagai macam teori sebagai berikut.

## 1. Teori Asal-usul

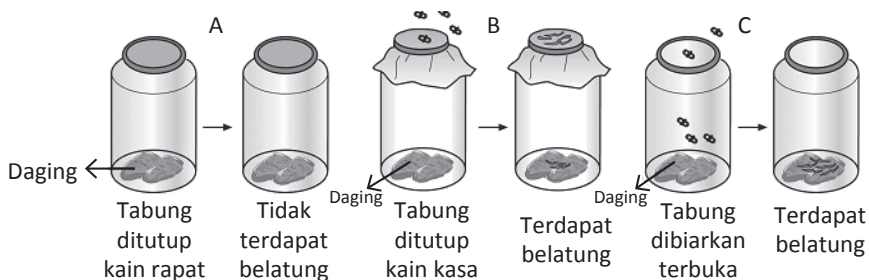
Teori Abiogenesis dikemukakan oleh Aristoteles (384–322 SM). Teori Abiogenesis menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari benda mati. Teori Abiogenesis ini disebut juga dengan *generatio spontanea* yang berarti bahwa makhluk hidup ada dengan sendirinya. Aristoteles menyatakan teori tersebut berdasarkan penelitian yang telah dilakukannya dengan merendam tanah dalam air. Dalam rendaman tersebut ternyata muncul cacing.

## 2. Teori Biogenesis

Teori biogenesis dikemukakan oleh beberapa tokoh, antara lain Francesco Redi, Lazzaro Spallanzani, dan Louis Pasteur. Teori ini bertujuan untuk membantah teori abiogenesis. Teori Biogenesis menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup.

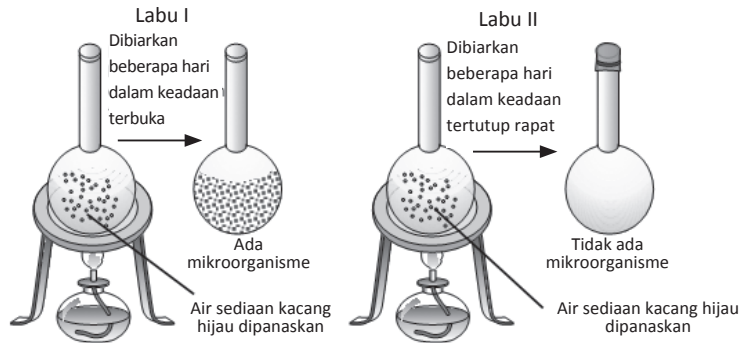
## a. Francesco Redi (1626–1697)

Francesco Redi melakukan penelitian bertujuan untuk membuktikan bahwa belatung yang tumbuh dari daging berasal dari telur induk lalat yang bertelur pada daging tersebut, bukan muncul dari daging begitu saja. Berdasarkan penelitiannya menghasilkan kesimpulan bahwa belatung hanya muncul pada daging yang disinggahi lalat. Perhatikan gambar berikut!



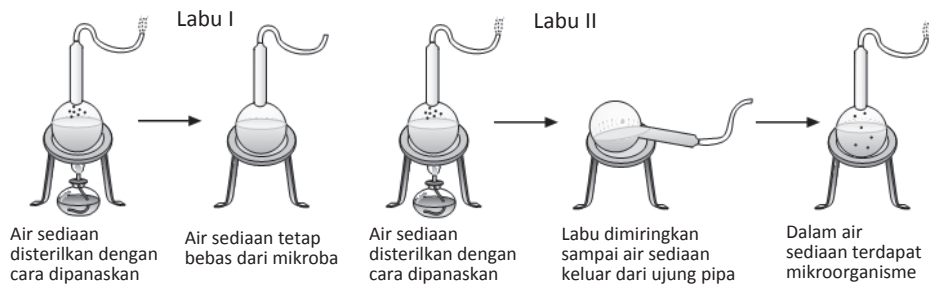
### b. Lazzaro Spallanzani (1729–1799)

Lazzaro Spallanzani melakukan penelitian bertujuan untuk membuktikan bahwa mikrob tidak tumbuh dari kaldu daging yang steril. berdasarkan penelitian yang telah dilakukannya, Lazzaro Spallanzani menyimpulkan bahwa kaldu keruh karena tidak steril sehingga terdapat pertumbuhan mikroba yang dibawa oleh angin, sedangkan pada kaldu yang steril tetap jernih. Perhatikan gambar berikut!



### c. Louis Pasteur

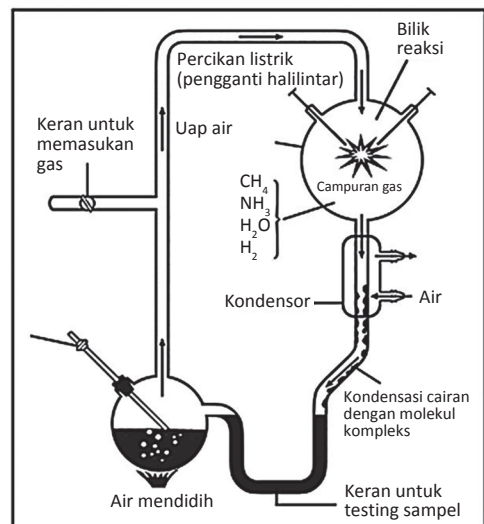
Penelitian Louis Pasteur memiliki tujuan yang sama dengan Lazzaro Spallanzani. Namun, penelitian Louis Pasteur menggunakan alat yang lebih sempurna, yaitu menggunakan labu leher angsa. Perhatikan gambar berikut!



## 3. Teori Evolusi Kimia

Teori ini diawali dengan teori terbentuknya bumi dan planet-planet lain. Teori tersebut di antaranya teori kabut asal (nebula) dan teori dentuman besar (*big bang*). Teori evolusi kimia pertama kali dikemukakan oleh Alexander Oparin dan Haldane. Teori tersebut menyatakan bahwa pada mulanya atmosfer bumi terdiri atas metana ( $\text{CH}_4$ ), ammonia ( $\text{NH}_3$ ), uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan hydrogen ( $\text{H}_2$ ).

Senyawa-senyawa tersebut akhirnya berubah menjadi molekul organik sederhana asam amino karena adanya energi alam. Teori tersebut didukung oleh Stanley Miller dan Harold Urey melalui penelitian yang menyerupai kondisi atmosfer tersebut di dalam laboratorium. Berikut alat yang digunakan untuk penelitian teori evolusi kimia.



#### 4. Teori Evolusi Biologi

Teori evolusi biologi merupakan teori lanjutan dari teori evolusi kimia. Ilmuwan yang melakukan penelitian untuk membuktikannya adalah Sidney W. Fox. Berdasarkan penelitian tersebut menyatakan bahwa asam amino hasil dari evolusi kimia akan bergabung membentuk makromolekul.

### B. Teori-Teori Evolusi

Teori-teori evolusi dibedakan seperti berikut.

#### 1. TEORI KREASIONISME

Teori ini menyatakan tentang penciptaan yang terjadi dalam sekali waktu kehidupan sekaligus lengkap, kemudian selesai dan tidak ada lagi evolusi atau perubahan.

#### 2. TEORI KATASTROPISME

Teori ini dikenalkan oleh George Cuvier yang menyatakan bahwa keanekaragaman makhluk hidup dihasilkan oleh nenek moyang dan muncul atau punahnya makhluk hidup disebabkan oleh bencana alam.

#### 3. TEORI GRADUALISME

Teori yang dikemukakan oleh James Hutton ini menyatakan bahwa perubahan geologis berlangsung perlahan tetapi pasti.

#### 4. TEORI UNIFORMITARIANISME

Teori yang dikemukakan oleh Charles Lyell ini menyatakan bahwa proses-proses geologis mengikuti pola yang seragam.

#### 5. TEORI LAMARCK

Teori Lamarck memperkenalkan bahwa sifat fenotipe yang diperoleh dari perubahan lingkungan dapat diwariskan secara genetik.

#### 6. TEORI DARWIN

Teori Darwin menyatakan bahwa evolusi terjadi karena seleksi alam di mana makhluk hidup yang mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan merupakan makhluk hidup yang akan bertahan hidup.

### C. Macam-Macam Evolusi

#### 1. EVOLUSI BERDASARKAN SKALA PERUBAHAN

- Makroevolusi: evolusi dalam skala besar.
- Mikroevolusi: evolusi dalam skala kecil.

#### 2. EVOLUSI BERDASARKAN ARAHNYA

- Evolusi progresif: evolusi yang menghasilkan individu/spesies baru dan individu tersebut adaptif dengan alam.
- Evolusi retrogresif: evolusi yang menuju kepunahan, individu yang dihasilkan tidak adaptif dengan alam.

### 3. EVOLUSI BERDASARKAN HASIL AKHIR

- a. Evolusi divergen: evolusi dari satu spesies menghasilkan beberapa spesies yang memiliki anatomi tubuh yang sama (homolog).
- b. Evolusi konvergen: evolusi dari beberapa spesies berbeda yang menempati lingkungan yang sama akhirnya memiliki organ tubuh yang sama meskipun secara anatomi berbeda (analog).

## D. Mekanisme Evolusi

Evolusi terjadi karena adanya variasi genetik dan seleksi alam. Penyebab utama yang memengaruhi variasi genetik adalah mutasi dan rekombinasi gen-gen dalam keturunan yang didapatkan dari hasil perkawinan. Hukum Hardy-Weinberg menyatakan bahwa frekuensi alel atau gen dalam populasi dapat tetap stabil dan seimbang dengan syarat sebagai berikut.

1. Jumlah populasi besar.
2. Perkawinan secara acak/random.
3. Tidak terjadi mutasi maju dan balik.
4. Tidak ada seleksi.
5. Tidak ada migrasi.

Hukum Hardy-Weinberg dirumuskan seperti berikut.

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Sebagai contoh alel gen A dan a, menurut persamaan di atas dijelaskan berikut.

$p^2$  = frekuensi individu homozigot AA

$2pq$  = frekuensi individu heterozigot Aa

$q^2$  = frekuensi individu homozigot aa

Keseimbangan gen dapat terpengaruh oleh hal-hal berikut.

1. Perkawinan tak acak, hal ini mengakibatkan alel yang membawa sifat yang lebih disukai akan sering dijumpai dalam populasi, sedangkan alel dengan sifat yang tidak disukai menjadi berkurang dan mungkin akan hilang dari populasi.
2. Migrasi, hal ini mengakibatkan terjadi penambahan atau pengurangan variasi sifat dalam populasi sebagai akibat perpindahan masuk (imigrasi) maupun perpindahan keluar (emigrasi).
3. Hanyutan genetik, hal ini menyebabkan terjadinya penurunan variasi gen sehingga populasi akan rentan terhadap kepunahan apabila terjadi perubahan lingkungan atau gaya hidup.
4. Seleksi alam, hal ini mengakibatkan organisme yang mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan baru akan tetap lestari, sedangkan yang tidak mampu menyesuaikan diri akan mati atau pindah ke daerah lain yang tidak mengalami perubahan lingkungan.
5. Mutasi, hal ini mengakibatkan terjadi perubahan variasi genetik yang berifat menurun.
6. Rekombinasi dan seleksi, hal ini menyebabkan perubahan variasi genetik yang merupakan faktor penting dalam evolusi.

## E. Petunjuk-Petunjuk Adanya Evolusi

Evolusi dapat ditunjukkan dengan hal-hal berikut.

1. Petunjuk dari organ vestigial (organ yang tersisa).
2. Embriologi perbandingan.
3. Anatomi perbandingan.
  - a. Analogi: kesamaan fungsi dengan struktur dasar yang berbeda.
  - b. Homologi: kesamaan struktur dasar dengan fungsi yang berbeda.
4. Fisiologi perbandingan.
5. Petunjuk paleontologi (fosil).

## F. Spesiali

Spesiasi merupakan proses pembentukan spesies baru yang berbeda dari spesies sebelumnya. Spesiasi terbentuk karena adanya isolasi yang mencegah terciptanya kembali keseragaman antarspesies melalui perkawinan.

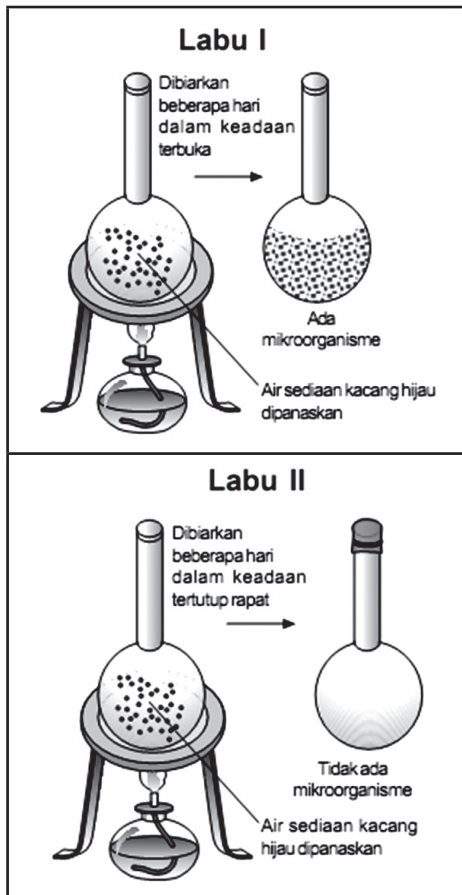
Macam-macam isolasi sebagai berikut.

1. Isolasi geografi, dipisahkan oleh tempat.
2. Isolasi reproduksi, dapat terjadi melalui isolasi ekologi, musim, tingkah laku, mekanik, dan isolasi gamet.

Selain itu, spesiasi juga dapat terjadi melalui proses domestikasi.

## Soal Bahas Evolusi

1. Lazzaro Spallanzani melakukan percobaan untuk menyelidiki asal usul kehidupan menggunakan perangkat percobaan berikut.



Setelah beberapa hari, pada labu I yang dibiarkan terbuka terdapat mikroorganisme, sedangkan pada labu II yang ditutup rapat tidak terdapat mikroorganisme. Berdasarkan percobaan tersebut, kesimpulan yang diperoleh Spallanzani adalah ....

- A. Makhluk hidup berasal dari makhluk hidup
- B. Makhluk hidup berasal dari benda tidak hidup
- C. Radiasi dapat mengubah  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{H}_2$  menjadi gula
- D. Kehidupan di bumi terjadi secara bertahap dan perlahan-lahan

- E. Bahan organik penyusun makhluk hidup terbentuk melalui suatu reaksi

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Lazzaro Spallanzani merupakan ilmuwan yang mendukung teori biogenesis melalui hasil percobaannya untuk membuktikan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup. Berdasarkan percobaannya, mikroorganisme yang terdapat pada labu yang dibiarkan terbuka berasal dari udara. Sementara itu, makhluk hidup berasal dari benda tidak hidup merupakan teori abiogenesis klasik yang pertama kali dipopulerkan oleh Aristoteles. Teori abiogenesis berkembang menjadi teori biogenesis modern seperti yang tercantum pada pilihan A, B, dan C.

2. Dua makhluk hidup yang mempunyai asal-usul sama dan berkerabat dekat dalam perkembangannya akan mempunyai organ-organ yang memiliki fungsi berbeda. Peristiwa ini disebut divergensi. Faktor penyebab terjadinya divergensi adalah ....
  - A. jenis makanannya berbeda
  - B. adanya persaingan yang ketat
  - C. organ-organnya bersifat analog
  - D. berada di lingkungan yang berbeda
  - E. adanya perkawinan silang antarmakhluk hidup

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Divergensi merupakan peristiwa di mana dua makhluk hidup atau lebih menghuni lingkungan yang berbeda, tetapi makhluk hidup tersebut memiliki asal usul yang sama. Meskipun berkerabat dekat, tetapi karena berada dalam tempat yang

berbeda mempunyai organ-organ yang fungsinya berbeda (homologi).

3. Pernyataan yang benar mengenai struktur homologi pada makhluk hidup adalah ...
- A. Struktur yang memiliki karakter anatomi dasar yang sama, asal evolusi yang sama, tetapi dapat digunakan untuk fungsi yang sama.
  - B. Struktur yang memiliki karakter anatomi dasar yang sama, asal evolusi yang sama, tetapi dapat digunakan untuk fungsi yang berbeda.
  - C. Struktur yang memiliki karakter anatomi dasar yang berbeda, asal evolusi yang berbeda, tetapi dapat digunakan untuk fungsi yang sama
  - D. Struktur yang memiliki karakter anatomi dasar yang sama, asal evolusi yang berbeda, tetapi dapat digunakan untuk fungsi yang sama.
  - E. Struktur yang memiliki karakter anatomi dasar yang sama, asal evolusi yang berbeda, tetapi dapat digunakan untuk fungsi yang berbeda.

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Homologi merupakan struktur yang memiliki karakter anatomi dasar yang sama, asal evolusi yang sama, tetapi dapat digunakan untuk fungsi yang berbeda. Contoh homologi yaitu kaki depan kuda homologi dengan tangan manusia maupun sayap kelelawar. Sebaliknya, jika bentuk dasar tubuh berbeda, tetapi fungsinya sama disebut analogi. Contoh analogi yaitu sayap kupu-kupu dengan sayap kelelawar maupun sayap burung, sama-sama untuk terbang.

4. Hardy dan Weinberg menyatakan bahwa keseimbangan gen dan genotipe dari generasi ke generasi akan selalu tetap. Frekuensi gen dapat berubah apabila ....

- A. kemungkinan mutasi  $A \rightarrow a$  atau  $a \rightarrow A$  sama
- B. populasi dalam suatu komunitas sangat besar
- C. viabilitas dan fertilitas AA, Aa, maupun aa sama
- D. perkawinan antarindividu tidak terjadi secara acak
- E. emigran sama besar dengan imigran pada gen yang sama

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Hardy dan Weinberg menyatakan bahwa dalam populasi besar di mana perkawinan terjadi secara random dan tidak adanya kekuatan yang mengubah perbandingan alela dalam lokus, perbandingan genotipe alami selalu konstan dari generasi ke generasi. Oleh karena itu, hukum Hardy-Weinberg akan berlaku jika memenuhi beberapa persyaratan berikut.

- f. Tidak terjadi mutasi.
- g. Populasi cukup besar.
- h. Tidak terjadi seleksi alam.
- i. Terjadi perkawinan secara acak.
- j. Tidak terjadi aliran gen, baik imigrasi maupun emigrasi.

Hukum ini menjadi tidak berlaku, artinya terjadi perubahan frekuensi gen apabila persyaratan tersebut tidak terpenuhi. Misalnya perkawinan antarindividu tidak terjadi secara acak.

5. Revolusi industri yang terjadi di Inggris mengakibatkan pencemaran udara semakin meningkat. Setelah revolusi industri berakhir, pencemaran udara berangsur-angsur menurun. Pada saat itu, ngengat *Biston betularia* berwarna gelap menjadi mudah terlihat oleh pemangsa daripada ngengat *Biston betularia* berwarna cerah. Hal tersebut berkebalikan dengan sebelumnya. Apabila dijelaskan dengan teori yang dikemukakan oleh Darwin, fenomena tersebut merupakan bukti bahwa ....
- A. makhluk hidup yang mampu



- beradaptasi dengan perubahan lingkungan akan bertahan hidup dan menghasilkan keturunan yang adaptif pula
- B. setiap makhluk hidup merupakan turunan hasil modifikasi dari makhluk hidup yang hidup pada masa sebelumnya (lampau)
  - C. makhluk hidup hadir sesaat, lenyap oleh malapetaka, kemudian tercipta lagi makhluk hidup lain
  - D. keberadaan setiap makhluk hidup tidak mengalami perubahan sedikit pun dari wujud semula
  - E. setiap individu akan bersaing dan saling mengalahkan untuk dapat bertahan hidup

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Menurut Darwin, evolusi terjadi karena seleksi alam. Seleksi alam menyatakan bahwa makhluk hidup yang lebih mampu menyesuaikan diri dengan lingkungannya akan bertahan hidup. Banyaknya populasi ngengat *Biston betularia* berwarna cerah karena berakhirnya revolusi industri di Inggris yang diikuti dengan menurunnya tingkat polusi udara karena asap industri. Udara yang sebelumnya kotor kembali bersih. Pohon-pohon tempat hinggap ngengat tidak lagi berwarna gelap karena asap yang berasal dari kegiatan industri. Dengan demikian, ngengat *Biston betularia* berwarna gelap menjadi mudah terlihat oleh pemangsa sehingga populasinya menurun karena banyak dimangsa. Hal ini menunjukkan bahwa makhluk hidup yang lebih dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya akan mampu bertahan hidup dan mendominasi.



# RINGKASAN MATERI

## Fisika

1. Besaran, Satuan, Dimensi, Angka Penting, Pengukuran, dan Vektor
2. Kinematika
3. Dinamika
4. Usaha dan Energi
5. Momentum dan Impuls
6. Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar
7. Fluida Statis
8. Fluida Dinamis
9. Getaran, Gelombang, dan Bunyi
10. Suhu dan Kalor
11. Teori Kinetik Gas dan Termodinamika
12. Optik Geometri
13. Optik Fisis
14. Listrik Statis
15. Listrik Dinamis
16. Magnet dan Induksi Magnet
17. Fisika Modern
18. Dualisme Partikel

BAB  
1

# BESARAN, SATUAN, DIMENSI, ANGKA PENTING, PENGUKURAN, DAN VEKTOR

## A. Besaran

Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur, mempunyai nilai tertentu, dan dinyatakan dengan angka.

### 1. Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah didefinisikan terlebih dahulu dan tidak diturunkan dari besaran lainnya. Contoh besaran pokok:

Besaran Pokok	Simbol
Panjang	l
Massa	m

Besaran Pokok	Simbol
Waktu	t
Kuat Arus	i

Besaran Pokok	Simbol
Suhu	T
Intensitas cahaya	I
Jumlah zat	N

### 2. Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok. Contoh besaran turunan:

Besaran Turunan	Simbol
Luas	A
Volume	V

Besaran Turunan	Simbol
Massa Jenis	$\rho$
Tekanan	P

Besaran Turunan	Simbol
Usaha	W

## B. Satuan

Sistem satuan yang digunakan besaran pokok maupun besaran turunan berupa sistem Satuan Internasional (SI) atau sistem metrik. Sistem metrik dikenal sebagai sistem MKS singkatan dari meter, kilogram, dan sekon. Satuan SI menggunakan awalan-awalan yang merupakan pangkat 10.

Awalan	Singkatan	Kelipatan
Piko	p	$10^{-12}$
Nano	n	$10^{-9}$
Mikro	$\mu$	$10^{-6}$
Mili	m	$10^{-3}$
Senti	c	$10^{-2}$
Desi	d	$10^{-1}$

Awalan	Singkatan	Kelipatan
Deka	da	$10^1$
Hekto	h	$10^2$
Kilo	k	$10^3$
Mega	M	$10^6$
Giga	G	$10^9$
Tera	T	$10^{12}$

## 1. Satuan Besaran Pokok

Satuan dari besaran pokok sebagai berikut.

Besaran Pokok	Satuan
Panjang	m
Massa	kg
Waktu	s
Kuat Arus	A

Besaran Pokok	Satuan
Suhu	K
Intensitas cahaya	Cd
Jumlah zat	mol

## 2. Satuan Besaran Turunan

Contoh satuan besaran turunan sebagai berikut.

Besaran Turunan	Satuan
Luas	$m^2$
Volume	$m^3$
Massa Jenis	$kg/m^3$

Besaran Turunan	Satuan
Tekanan	Pa atau $kgm^{-1}s^{-2}$
Usaha	Joule atau $kgm^2s^{-2}$

## C. Dimensi

Dimensi suatu besaran menyatakan cara penulisan suatu besaran dengan menggunakan simbol (lambang) besaran pokok. Dimensi besaran pokok sebagai berikut.

Besaran Pokok	Dimensi
Panjang	[L]
Massa	[M]
Waktu	[T]
Kuat Arus	[I]

Besaran Pokok	Dimensi
Suhu	[ $\theta$ ]
Intensitas cahaya	[J]
Jumlah zat	[N]

Sementara itu, contoh dimensi besaran turunan sebagai berikut.

Besaran Turunan	Dimensi
Luas	[ $L^2$ ]
Volume	[ $L^3$ ]
Massa Jenis	[ $ML^{-3}$ ]

Besaran Turunan	Dimensi
Tekanan	[ $ML^{-1}T^{-2}$ ]
Usaha	[ $ML^2T^{-2}$ ]

## D. Angka Penting

Angka penting adalah angka hasil pengukuran yang terdiri dari angka pasti dan angka taksiran.

### 1. Aturan Angka Penting

- Semua angka bukan nol adalah angka penting.
- Semua angka nol yang terletak diantara angka bukan nol termasuk angka penting.

Contoh:

204 (3 angka penting)

2,105 (4 angka penting)

- c. Semua angka nol pada angka desimal yang bernilai lebih dari nol dan terletak di akhir angka, maka angka nol tersebut termasuk angka penting.

Contoh:

1,520 (4 angka penting)

22,300 (5 angka penting)

- d. Semua angka nol pada angka desimal yang bernilai kurang dari nol dan terletak di belakang angka bukan nol, maka angka nol tersebut termasuk angka penting.

Contoh:

0,520 (3 angka penting)

0,0010 (2 angka penting)

## 2. Penjumlahan, Pengurangan, Perkalian, dan Pembagian Angka Penting

- a. Penjumlahan dan pengurangan angka penting.

Hasil penjumlahan dan pengurangan angka penting hanya memiliki satu angka taksiran.

Contoh:

11,4 cm

15,21 cm +

26,61 cm = 26,6 (satu angka taksiran)

- b. Perkalian dan pembagian angka penting

Jumlah angka penting hasil perkalian dan pembagian angka penting mengikuti jumlah angka penting paling sedikit.

Contoh:  $3,21 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} = 8,025 \text{ cm}^2 \approx 8,0$  (dua angka penting)

## 3. Pembulatan Angka Penting

Aturan pembulatan angka penting, yaitu:

- a. Angka terakhir hasil perhitungan lebih dari lima, maka angka sebelum angka terakhir dibulatkan ke atas. Contoh: 5,138 jika dibulatkan menjadi 5,14.
- b. Angka terakhir hasil perhitungan kurang dari lima, maka angka sebelum angka terakhir dibulatkan ke bawah. Contoh: 3,112 maka dibulatkan menjadi 3,11.
- c. Angka terakhir hasil perhitungan tepat sama dengan lima, akan berlaku seperti berikut.

- 1) Jika sebelum angka lima merupakan angka ganjil, angka sebelum angka lima dibulatkan ke atas.

Contoh:

2,435 jika dibulatkan menjadi 2,44.

5,575 jika dibulatkan menjadi 5,58.

- 2) Jika sebelum angka lima merupakan angka genap, angka sebelum angka lima tidak mengalami pembulatan.

Contoh:

2,125 jika dibulatkan menjadi 2,12.

3,245 jika dibulatkan menjadi 3,24.

## E.

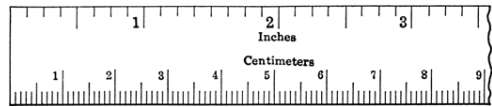
# Pengukuran

Pengukuran adalah membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur dengan hasil berupa nilai serta satuan.

## 1. Pengukuran Panjang

### a. Penggaris

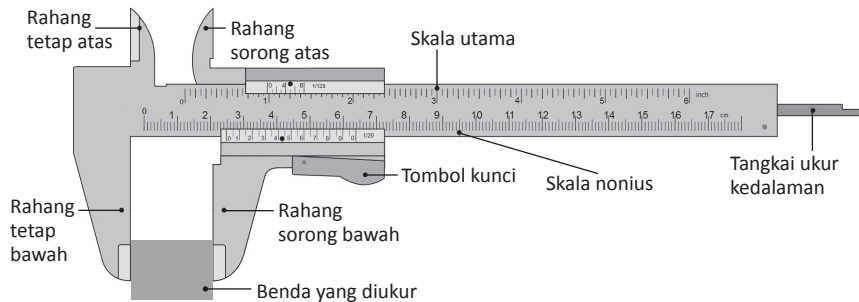
Skala terkecil dari penggaris yaitu 1 mm atau 0,1 cm. Ketelitian penggaris sebesar 0,5 mm atau 0,05 cm.



Bentuk Penggaris

### b. Jangka Sorong

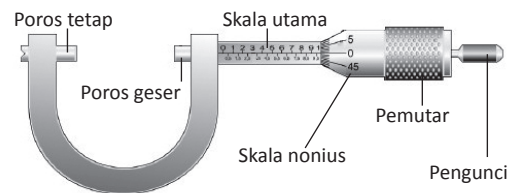
Jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang maksimal 10 cm. Bagian jangka sorong memiliki rahang tetap dan rahang geser. Skala terdiri dari skala utama dan skala nonius. Skala terkecil pada jangka sorong sebesar 0,1 mm atau 0,01 cm. Ketidakpastian sebuah jangka sorong sebesar 0,05 mm atau 0,005 cm.



Bagian-Bagian Jangka Sorong

### c. Mikrometer Sekrup

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang benda maksimal 25 mm. Skala utama pada selubung dalam, sedangkan skala noniusnya pada selubung luar. Skala terkecilnya 0,01 mm atau 0,001 cm. Ketidakpastian mikrometer sekrup 0,005 mm atau 0,0005 cm.



Bagian-Bagian Mikrometer Sekrup

## 2. Pengukuran Massa

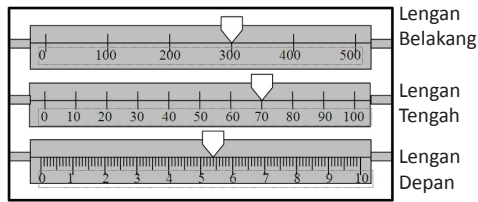
Massa benda diukur menggunakan alat ukur berupa neraca.

### a. Neraca Ohaus

Neraca Ohaus memiliki tiga lengan yaitu lengan belakang, lengan tengah, dan lengan depan. Lengan belakang berskala 0 hingga 500 gram, lengan tengah berskala 0 hingga 100 gram, dan lengan depan berskala 0 hingga 10 gram. Skala terkecil neraca Ohaus adalah 0,1 gram. Setiap lengan neraca Ohaus memiliki anting pemberat yang dapat digeser. Nilai massa yang terukur menggunakan neraca Ohaus ditentukan dengan menjumlahkan angka yang ditunjuk oleh setiap anting pemberat pada lengannya.



Neraca Ohaus



Lengan Neraca Ohaus

b. Neraca Lengan

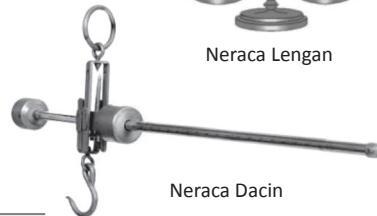
Neraca lengan merupakan neraca yang memiliki dua lengan dan dua piringan. Massa benda diketahui jika lengan piringan pertama seimbang dengan lengan piringan kedua. Massa benda diketahui dengan menjumlahkan anak timbangan.



Neraca Lengan

c. Neraca Dacin

Neraca dacin berbentuk tongkat panjang dengan anak timbangan digeser sepanjang tongkat. Massa sebuah benda diketahui dengan melihat posisi pergeseran anak timbangan pada tongkat.



Neraca Dacin

### 3. Pengukuran Waktu

Alat ukur waktu adalah *stopwatch*. Terdapat dua macam *stopwatch*, yaitu *stopwatch analog* dan *stopwatch digital*. Waktu yang terukur menggunakan *stopwatch digital* dapat diketahui dengan melihat nilai yang tertera pada *stopwatch*. Waktu yang diukur dengan *stopwatch analog* dapat diketahui dengan melihat jarum penunjuk pada *stopwatch*. Pada *stopwatch analog*, jarum panjang menunjukkan detik, sedangkan jarum pendek menunjukkan menit.

## F. Vektor

Besaran vektor adalah besaran yang memiliki nilai dan arah. Contoh besaran vektor seperti perpindahan, kecepatan, percepatan, dan momentum. Bentuk notasi vektor dengan huruf besar atau di atas huruf tersebut diberikan anak panah seperti  $\vec{A}$  atau  $\vec{B}$ . Besar vektor dinotasikan dengan tanda harga mutlak seperti  $|\vec{A}|$  dan  $|\vec{B}|$ . Lambang vektor dinyatakan dengan huruf besar yang dicetak tebal seperti **A** dan **B** atau dinotasikan dengan huruf miring seperti *A* dan *B*.

### 1. Resultan Vektor

Semisal terdapat dua buah vektor **A** dan **B**:

$$\mathbf{A} = 5\mathbf{i} - 10\mathbf{j} + 8\mathbf{k}$$

$$\mathbf{B} = 4\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - 6\mathbf{k}$$

Nilai dari **A+B** dan **A - B** sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \mathbf{A+B} &= (5+4)\mathbf{i} + (-10+2)\mathbf{j} + (8+(-6))\mathbf{k} \\ &= 9\mathbf{i} - 8\mathbf{j} + 2\mathbf{k} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A - B} &= (5-4)\mathbf{i} + (-10-2)\mathbf{j} + (8-(-6))\mathbf{k} \\ &= \mathbf{i} - 12\mathbf{j} + 14\mathbf{k} \end{aligned}$$



Apabila dua buah vektor A dan vektor B mengapit sudut  $\alpha$ , maka besar resultannya yaitu:

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha}$$

## 2. Penguraian Vektor

Perhatikan gambar di samping!

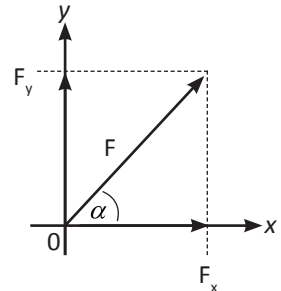
Nilai dari  $F_x$  dan  $F_y$ , yaitu:

Besar vektor F, yaitu:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Sementara itu, arah vektor ditentukan dengan persamaan:

$$\tan\alpha = \frac{F_y}{F_x}$$



Jika terdapat banyak komponen vektor pada sumbu x dan y, resultan vektornya yaitu:

$$R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2}$$

## 3. Perkalian Vektor

a. Perkalian Titik (*Dot Product*)

Aturan perkalian titik:

$$\mathbf{i} \cdot \mathbf{i} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{j} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{k} = 1$$

Lainnya akan bernilai nol. Perkalian titik jika mengapit sudut  $\alpha$ , dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos\alpha$$

b. Perkalian Silang (*Cross Product*)

Aturan perkalian silang:

$$\mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} \qquad \mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j}$$

$$\mathbf{j} \times \mathbf{k} = \mathbf{i} \qquad \mathbf{k} \times \mathbf{j} = -\mathbf{i}$$

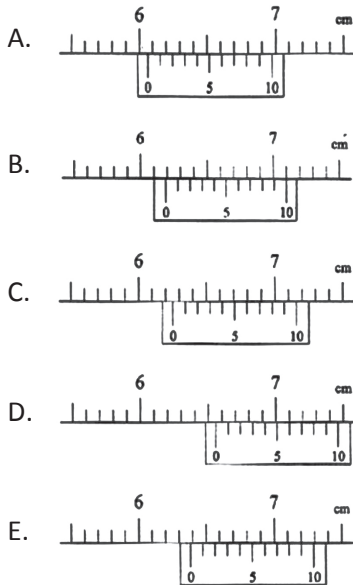
$$\mathbf{k} \times \mathbf{i} = \mathbf{j} \qquad \mathbf{j} \times \mathbf{i} = -\mathbf{k}$$

Perkalian silang jika mengapit sudut  $\alpha$ , dapat ditentukan dengan persamaan:

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}| |\vec{B}| \sin\alpha$$

## Soal Bahas Besaran, Satuan, Dimensi, Angka Penting, Pengukuran, & Vektor

1. Dari hasil pengukuran diameter sebuah bola dengan menggunakan jangka sorong. Panjang diameter bola 6,26 cm. Gambar di bawah ini yang menunjukkan hasil pengukuran tersebut adalah ....



**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

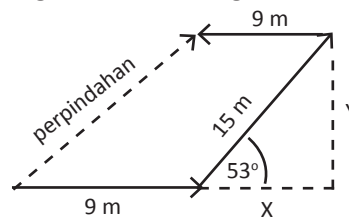
Pengukuran menggunakan jangka sorong diperlukan memerhatikan skala tetap dan skala nonius. Jika hasil pengukuran diameter bola bernilai 6,26 cm, dapat dipastikan skala tetapnya bernilai 6,2 cm. Sementara itu, skala noniusnya dapat ditentukan dengan perhitungan berikut.  
 Skala nonius =  $(6,26 - 6,2)$  cm  
 Skala nonius = 0,06 cm  
 Angka yang ditunjukkan pada skala nonius dapat ditentukan dengan perhitungan berikut.  
 Angka yang ditunjuk = skala nonius : ketelitian  
 Angka yang ditunjuk =  $0,06 \text{ cm} : 0,01 \text{ cm}$   
 Angka yang ditunjuk = 6  
 Jadi, gambar yang benar ditunjukkan pada pilihan C.

2. Rute perjalanan sebuah robot track line adalah sebagai berikut.
- 9 m menuju ke timur
  - 15 m membentuk sudut  $53^\circ$  dari timur ke utara
  - 9 m menuju ke barat
- Perpindahan robot track line adalah ....
- A. 5 m                                      D. 15 m  
 B. 8 m                                      E. 29 m  
 C. 12 m

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Arah pergerakan robot track line digambarkan sebagai berikut.



Nilai X dapat ditentukan dengan perhitungan berikut.

$$\cos 53^\circ = \frac{X}{15 \text{ m}}$$

$$0,6 = \frac{X}{15 \text{ m}}$$

$$X = 9 \text{ m}$$

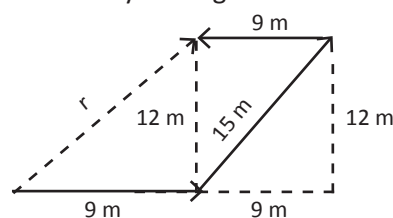
Nilai Y dapat ditentukan dengan perhitungan berikut.

$$\sin 53^\circ = \frac{Y}{15 \text{ m}}$$

$$0,8 = \frac{Y}{15 \text{ m}}$$

$$Y = 12 \text{ m}$$

Gambarnya sebagai berikut.



Perpindahan robot ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$r = \sqrt{(9 \text{ m})^2 + (12 \text{ m})^2}$$

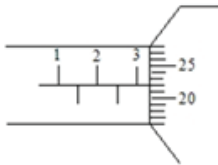
$$r = \sqrt{81 + 144} \text{ m}$$

$$r = \sqrt{225} \text{ m}$$

$$r = 15 \text{ m}$$

Jadi, perpindahan robot track line sejauh 15 m.

3. Pengukuran diameter lingkaran diperoleh seperti gambar berikut.



Besar luas lingkaran tersebut sebesar

....

- A. 8,12 mm<sup>2</sup>                      D. 8,24 mm<sup>2</sup>  
 B. 8,14 mm<sup>2</sup>                      E. 8,34 mm<sup>2</sup>  
 C. 8,23 mm<sup>2</sup>

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Hasil pengukuran mikrometer sekrup pada gambar sebagai berikut.

Skala tetap = 3 mm

Skala nonius = 22 × 0,01 mm = 0,22 mm

Hasil pengukuran diameter lingkaran, yaitu:

Hasil = skala tetap + skala nonius  
 = (3 + 0,22) mm = 3,22 mm

Jika diameter lingkaran 3,22 mm, jari-jari lingkaran sebesar 1,61 mm.

Luas lingkaran tersebut yaitu:

$$A = \pi r^2$$

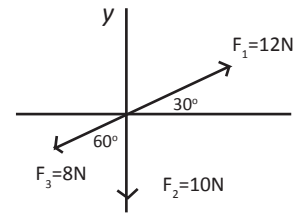
$$A = (3,14)(1,61 \text{ mm})^2$$

$$A = 8,139194 \text{ mm}^2$$

$$A = 8,14 \text{ mm}^2$$

Jadi, luas lingkaran tersebut 8,14 mm<sup>2</sup>.

4. Perhatikan gambar!



Vektor gaya  $F_1$ ,  $F_2$ , dan  $F_3$  terletak pada diagram kartesius. Resultan ketiga vektor adalah ....

- A.  $\sqrt{26}$  N                      D.  $\sqrt{168}$  N  
 B.  $\sqrt{76}$  N                      E.  $\sqrt{204}$  N  
 C.  $\sqrt{84}$  N

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$F_1 = 12 \text{ N} \quad F_3 = 8 \text{ N}$$

$$F_2 = 10 \text{ N}$$

Ditanyakan: R

Jawab:

Jika  $F_1$  dan  $F_3$  diproyeksikan ke sumbu X dan sumbu Y, akan diperoleh:

$$F_{1x} = F_1 \cos 30^\circ = (12) \left( \frac{1}{2} \sqrt{3} \right) = 6\sqrt{3} \text{ N}$$

$$F_{3x} = F_3 \sin 60^\circ = (8) \left( \frac{1}{2} \sqrt{3} \right) = 4\sqrt{3} \text{ N}$$

$$F_{1y} = F_1 \sin 30^\circ = (12) \left( \frac{1}{2} \right) = 6 \text{ N}$$

$$F_{3y} = F_3 \cos 60^\circ = (8) \left( \frac{1}{2} \right) = 4 \text{ N}$$

Resultan vektor di sumbu X, yaitu:

$$\Sigma F_x = F_{1x} - F_{3x} = (6\sqrt{3} - 4\sqrt{3}) \text{ N} = 2\sqrt{3} \text{ N}$$

Resultan vektor di sumbu Y, yaitu:

$$\Sigma F_y = F_{1y} - F_{3y} - F_2 = (6 - 4 - 10) \text{ N} = -8 \text{ N}$$

Resultan total:

$$F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$$

$$F = \sqrt{(2\sqrt{3})^2 + (-8)^2}$$

$$F = \sqrt{12 + 64}$$

$$F = \sqrt{76} \text{ N}$$

Jadi, jawaban yang tepat yaitu pilihan B.

5. Hasil pengukuran kapasitas panas  $C$  suatu zat padat sebagai fungsi temperatur  $T$  dinyatakan oleh persamaan  $C = \alpha T + \beta T^3$ . Satuan untuk  $\alpha$  dan  $\beta$  yang mungkin adalah ....
- A. J untuk  $\alpha$  dan  $JK^{-2}$  untuk  $\beta$
  - B.  $JK^2$  untuk  $\alpha$  dan J untuk  $\beta$
  - C. JK untuk  $\alpha$  dan  $JK^3$  untuk  $\beta$
  - D.  $JK^{-2}$  untuk  $\alpha$  dan  $JK^{-4}$  untuk  $\beta$
  - E. J untuk  $\alpha$  dan J untuk  $\beta$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Satuan dari kalor jenis adalah J/K sehingga untuk menentukan satuan untuk  $\alpha$  dan  $\beta$  sebagai berikut.

$C = \alpha T$  maka  $\alpha = \frac{C}{T}$  sehingga satuan dari  $\alpha$  adalah  $JK^{-2}$ .

Sementara itu,  $C = \beta T^3$  maka  $\beta = \frac{C}{T^3}$  sehingga satuan  $\beta$  adalah  $JK^{-4}$ .

BAB  
2

# Kinematika

## A. Perpindahan ( $\Delta s$ )

Perpindahan adalah perubahan posisi awal ( $s_0$ ) hingga posisi akhir garis ( $s$ ).

$$\Delta s = s - s_0$$

## B. Kecepatan dan Kelajuan Rata-Rata

### 1. KECEPATAN RATA-RATA

Kecepatan rata-rata dirumuskan:

$$\bar{v} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0}$$

### 2. KELAJUAN RATA-RATA

Kelajuan rata-rata dirumuskan:

$$\bar{v} = \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}} = \frac{s}{t}$$

### 3. KECEPATAN SESAAT ( $v$ )

Kecepatan sesaat dirumuskan:

$$v = \frac{ds}{dt}$$

## C. Percepatan

Percepatan adalah perubahan kecepatan benda dalam selang waktu tertentu.

### 1. PERCEPATAN RATA-RATA

Percepatan rata-rata dirumuskan:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

### 2. PERCEPATAN SESAAT

Percepatan sesaat dirumuskan:

$$a = \frac{dv}{dt}$$

## D. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak lurus beraturan adalah gerak benda dengan kecepatan konstan. Benda yang mengalami GLB tidak memiliki percepatan. Rumus GLB yaitu:

$$v = \frac{s}{t}$$

$v$  = kecepatan (m/s)

$s$  = jarak (m)

$t$  = waktu (s)

## E. Garis Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak benda yang memiliki kecepatan berubah secara beraturan, sehingga menyebabkan nilai percepatan benda konstan. Rumus GLBB sebagai berikut.

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_t = v_0 + a t$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 a s$$

$v_t$  = kecepatan akhir (m/s)

$s$  = jarak (m)

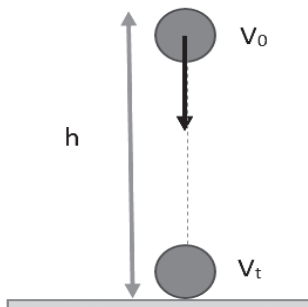
$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$t$  = waktu (s)

$a$  = percepatan (m/s<sup>2</sup>)

## F. Gerak Jatuh Bebas

Gerak jatuh bebas adalah gerak benda tanpa memiliki kecepatan awal. Rumus gerak jatuh bebas:



$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_t = g t$$

$$v_t = \sqrt{2 g h}$$

$h$  = ketinggian (m)

$g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

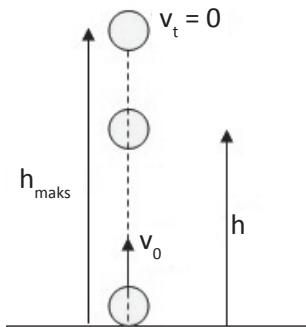
$t$  = waktu (sekon)

$v_t$  = kecepatan akhir (m/s)

## G. Gerak Vertikal Ke Atas

Pada gerak vertikal ke atas berlaku:

1. Kecepatan ketika di puncak sama dengan nol.
2. Percepatan gravitasi negatif.



$$v_t = v_0 - gt$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gh$$

$v_t$  = kecepatan akhir (m/s)

$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

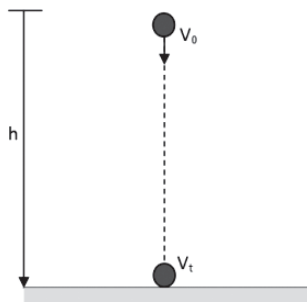
$h$  = ketinggian (m)

$t$  = waktu (s)

## H. Gerak Vertikal Ke Bawah

Pada gerak vertikal ke bawah, berlaku:

1. Memiliki kecepatan awal.
2. Percepatan gravitasi positif.



$$v_t = v_0 + gt$$

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

$v_t$  = kecepatan akhir (m/s)

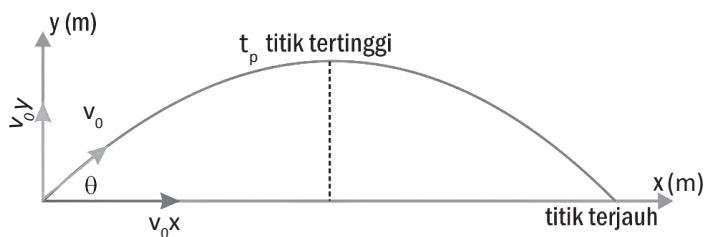
$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$h$  = ketinggian (m)

$t$  = waktu (s)

## I. Gerak Parabola



Besaran	Arah sumbu x	Arah sumbu y
Kecepatan awal	$v_0x = v_0 \cos \alpha$	$v_0y = v_0 \sin \alpha$
Kecepatan sesaat	$v_x = v_0 \cos \alpha$	$v_y = v_0 \cos \alpha - gt$
		$v_y^2 = v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh$
Posisi	$x = v_0 \cos \alpha t$	$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2}gt^2$

### 1. KETINGGIAN MAKSIMUM

Ketinggian maksimum benda saat melakukan gerak parabola, yaitu:

$$h_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

### 2. WAKTU YANG DIBUTUHKAN UNTUK KETINGGIAN MAKSIMUM

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketinggian maksimum dirumuskan dengan persamaan:

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

### 3. JANGKAUAN MAKSIMUM

Jangkauan maksimum benda yang melakukan gerak parabola, yaitu:

$$x_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

### 4. WAKTU YANG DIBUTUHKAN MENCAPAI JANGKAUAN MAKSIMUM

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai jangkauan maksimum dirumuskan dengan persamaan:

$$t_{\text{maks}} = 2t = \frac{2v_0 \sin 2\alpha}{g}$$

## J. Gerak Melingkar

### 1. Perpindahan Sudut ( $\Delta\theta$ )

Perpindahan sudut adalah sudut yang disapu oleh sebuah garis radial mulai dari posisi awal garis  $\theta_0$  hingga posisi akhir garis  $\theta$ . Rumus perpindahan sudut, yaitu:

$$\Delta\theta = \theta - \theta_0$$

Konversi satuan sudut

$$1 \text{ putaran} = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} \text{ putaran}$$

### 2. Kecepatan Sudut Rata-Rata dan Sesaat

a. Kecepatan Sudut Rata-rata ( $\bar{\omega}$ )  
Kecepatan sudut rata-rata dirumuskan sebagai berikut.

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta - \theta_0}{t - t_0}$$

b. Kecepatan Sudut Sesaat ( $\omega$ )  
Kecepatan sudut sesaat dirumuskan sebagai berikut.

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$



### 3. Percepatan Sudut

Percepatan sudut adalah perubahan kecepatan sudut benda dalam selang waktu tertentu dalam gerak melingkar.

- a. Percepatan Sudut Rata-rata

Percepatan sudut rata-rata dirumuskan dalam persamaan:

$$\bar{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

- b. Percepatan Sudut Sesaat

Percepatan sudut sesaat dirumuskan dalam persamaan:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

- c. Hubungan Percepatan Sudut ( $\alpha$ ) dan Percepatan Linier ( $a$ ):

$$\alpha = \frac{a}{R} \quad R = \text{jari-jari lingkaran (m)}$$

### 4. Gerak Melingkar Beraturan

Gerak melingkar beraturan (GMB) didefinisikan sebagai gerak benda pada lintasan berupa lingkaran dengan kecepatan sudut tetap.

- a. Frekuensi dan Periode

Frekuensi diartikan banyaknya putaran tiap satuan waktu. Rumus yang berlaku:

$$f = \frac{n}{t}$$

Periode diartikan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu putaran.

Rumus yang berlaku:

$$T = \frac{t}{n}$$

Hubungan antara frekuensi dan periode dituliskan dalam persamaan berikut.

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{atau} \quad T = \frac{1}{f}$$

$f$  = frekuensi (Hz)

$T$  = periode (sekon)

$t$  = waktu (sekon)

$n$  = banyaknya getaran

- b. Kecepatan Sudut

Kecepatan sudut adalah besarnya sudut yang ditempuh tiap satuan waktu. Rumus kecepatan sudut, yaitu:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$
$$v = \omega R$$

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)

$v$  = kecepatan linier (m/s)

$R$  = jari-jari lintasan (m)

Konversi satuan kecepatan sudut, yaitu:

1 putaran/sekon =  $2\pi$  rad/s

1 rps (rotasi per sekon) =  $2\pi$  rad/s

1 rpm (rotasi per menit) =  $\pi$  rad/s

c. Percepatan Sentripetal

Percepatan sentripetal adalah percepatan sebuah benda bergerak melingkar dan memiliki arah menuju ke pusat. Rumus percepatan sentripetal yaitu:

$$a_s = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

$a_s$  = percepatan sentripetal ( $m/s^2$ )

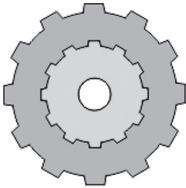
d. Percepatan Total

Percepatan total didefinisikan sebagai resultan dari percepatan linier/percepatan tangensial ( $a_t$ ) dengan percepatan sentripetal ( $a_s$ ).

$$a_{total} = \sqrt{a_t^2 + a_s^2}$$

### 5. Hubungan Roda-Roda Dalam Gerak Melingkar Beraturan

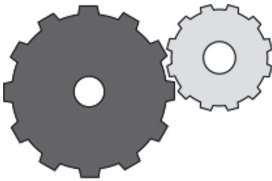
a. Hubungan Antarroda Satu Sumbu Putar



Rumus hubungan antarroda satu sumbu putar, yaitu:

$$\omega_A = \omega_B$$
$$\frac{v_A}{R_A} = \frac{v_B}{R_B}$$

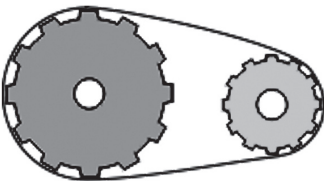
b. Hubungan Antarroda Bersinggungan



Rumus hubungan antarroda bersinggungan, yaitu:

$$v_A = v_B$$
$$\omega_A R_A = \omega_B R_B$$

c. Hubungan Antarroda Terhubung Rantai



Rumus hubungan antarroda terhubung rantai, yaitu:

$$v_A = v_B$$
$$\omega_A R_A = \omega_B R_B$$

$v_A$  = kecepatan roda A

$v_B$  = kecepatan roda B

$\omega_A$  = kecepatan sudut roda A

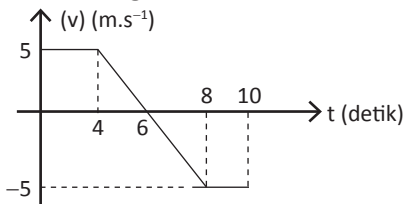
$\omega_B$  = kecepatan sudut roda B

$R_A$  = jari-jari roda A

$R_B$  = jari-jari roda B

## Soal Bahas Kinematika

1. Perhatikan grafik berikut!



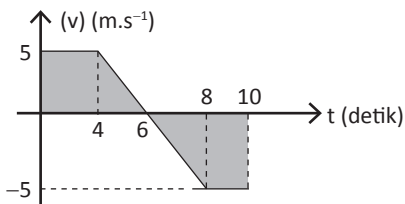
Jarak total yang ditempuh benda adalah ....

- A. 10 m                      D. 40 m  
B. 20 m                      E. 80 m  
C. 25 m

**Tipe Soal Aplikasi/ Terapan**

**Jawaban: A**

Jarak total yang ditempuh benda dapat ditentukan dengan menghitung luas benda yang diarsir. Perhatikan gambar berikut.



Perhitungan jarak yang ditempuh yaitu:

$$s = A_1 + A_2$$

$$s = \frac{(6+4)(5)}{2} + \frac{(4+2)(-5)}{2} \text{ m}$$

$$s = 25 - 15 \text{ m}$$

$$s = 10 \text{ m}$$

Jadi, jarak yang ditempuh benda adalah 10 meter.

2. Sebuah bola dilemparkan vertikal ke atas dengan kecepatan 10 m/s. Satu detik kemudian bola kedua dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan 25 m/s. Tinggi yang dicapai ketika bola kedua bertemu dengan bola pertama adalah .... ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
- A. 3,0 m                      D. 5,8 m  
B. 4,8 m                      E. 6,0 m  
C. 5,2 m

**Tipe Soal Penalaran/Logika**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$v_{0A} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_{0B} = 25 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: h

Jawab:

Semisal bola dengan kecepatan awal 10 m/s dianggap bola A dan bola dengan kecepatan awal 25 m/s sebagai bola B. Ketinggian maksimal bola dengan kecepatan awal 10 m/s sebagai berikut.

$$h_A = \frac{v_{0A}^2}{2g}$$

$$h_A = \frac{10^2}{2(10)} = 5 \text{ m}$$

Waktu yang dibutuhkan bola hingga mencapai ketinggian maksimum sebagai berikut.

$$t_A = \frac{v_0}{g}$$

$$t_A = \frac{10}{10} = 1 \text{ s}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, bola B dilempar saat bola A mencapai ketinggian maksimal. Bola A akan mengalami gerak jatuh bebas sedangkan bola B akan mengalami gerak vertikal ke atas.

Jika keduanya akan bertumbukan berarti kedua bola memiliki waktu yang sama saat tumbukan. Waktu yang dibutuhkan saat keduanya tumbukan sebagai berikut.

$$h = h_A + h_B$$

$$5 \text{ m} = \left( \frac{1}{2}gt^2 \right) + \left( v_{0B}t - \frac{1}{2}gt^2 \right)$$

$$5 \text{ m} = v_{0B}t$$

$$5 \text{ m} = (25 \text{ m/s})t$$

$$t = 0,2 \text{ s}$$

Ketinggian bola B saat tumbukan, yaitu:

$$h_b = v_{0B}t - \frac{1}{2}gt^2$$

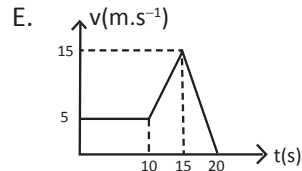
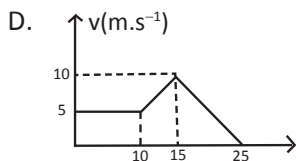
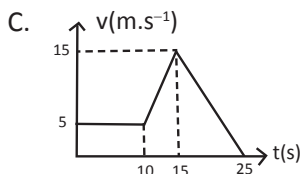
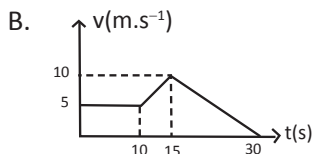
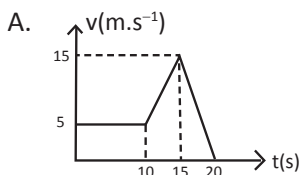
$$h_b = (25)(0,2) - \frac{1}{2}(10)(0,2)^2$$

$$h_b = 5 - 0,2$$

$$h_b = 4,8 \text{ m}$$

Jadi, ketinggian benda B saat tumbukan yaitu 4,8 m.

3. Sebuah mobil mula-mula bergerak lurus beraturan dengan kecepatan 5 m/s. Setelah mempertahankan kecepatan selama 10 s, mobil bergerak dipercepat sehingga dalam waktu 5 s berikutnya memiliki percepatan 1 m/s<sup>2</sup>. Kemudian mesin mobil dimatikan sehingga mobil berhenti setelah menempuh jarak total 137,5 m. Gerak mobil tersebut dapat digambarkan dengan grafik kecepatan (v) terhadap waktu (t) yang sesuai adalah ....



**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Diketahui:

$$\begin{aligned} v_1 &= 5 \text{ m/s} & a &= 1 \text{ m/s}^2 \\ t_1 &= 10 \text{ s} & s &= 137,5 \text{ m} \\ t_2 &= 5 \text{ s} \end{aligned}$$

Ditanyakan: grafik yang tepat

Jawab:

Awalnya mobil mula-mula bergerak lurus beraturan dengan kecepatan 5 m/s selama 10 s. Berarti kemungkinan semua pilihan benar. Sementara itu, jarak yang telah ditempuh, yaitu:

$$\begin{aligned} s_1 &= v_1 t_1 \\ s_1 &= (5)(10) \\ s_1 &= 50 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya mobil bergerak dipercepat sehingga dalam waktu 5 s berikutnya memiliki percepatan 1 m/s<sup>2</sup>. Kecepatan akhir mobil yaitu:

$$\begin{aligned} v_2 &= v_1 + at_2 \\ v_2 &= 5 + (1)(5) \\ v_2 &= 10 \end{aligned}$$

Kecepatan sebesar 10 m/s akan diperoleh saat mobil bergerak setelah 15 s. Waktu 15 s terjadi ketika 10 s awal ditambahkan 5 s. Jarak yang ditempuh mobil, yaitu:

$$\begin{aligned} v_2^2 &= v_1^2 + 2as_2 \\ 10^2 &= 5^2 + 2(1)s_2 \\ 100 &= 25 + 2s_2 \\ 2s_2 &= 75 \\ s_2 &= 37,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak akhir tempuh mobil, yaitu:

$$\begin{aligned} s_3 &= s - s_1 - s_2 \\ s_3 &= 137,5 - 50 - 37,5 \\ s_3 &= 50 \text{ meter} \end{aligned}$$

Perlambatan mobil ketika menempuh jarak 50 m, yaitu:

$$v_3^2 = v_2^2 - 2as_3$$

$$0^2 = (10)^2 - 2a(50)$$

$$0 = 100 - 100a$$

$$100a = 100$$

$$a = 1 \text{ m/s}^2$$

Waktu yang diperlukan hingga mobil berhenti, yaitu

$$v_3 = v_2 - at$$

$$0 = 10 - (1)t$$

$$t = 10 \text{ s}$$

Waktu ketika mobil berhenti, yaitu:

$$t = 15 \text{ s} + 10 \text{ s} = 25 \text{ s}$$

Jadi, grafik yang tepat ditunjukkan pilihan D.

4. Benda yang bergerak selama dua detik dari posisi diam dan kecepatannya berubah menjadi 4 m/s. Selanjutnya benda bergerak dengan kecepatan konstan. Waktu total yang dibutuhkan benda hingga mencapai jarak 10 meter adalah ....
- |          |          |
|----------|----------|
| A. 2 s   | D. 5,5 s |
| B. 3,5 s | E. 6 s   |
| C. 4 s   |          |

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: B**

Diketahui:

$$t_1 = 2 \text{ s} \quad v_2 = 4 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s} \quad s_{\text{total}} = 10 \text{ m}$$

Ditanyakan:  $t_{\text{total}}$

Jawab:

Berdasarkan soal, benda pada awalnya mengalami gerak lurus berubah beraturan kemudian bergerak lurus beraturan. Percepatan yang dialami benda adalah:

$$v_2 = v_1 + at_1$$

$$4 = 0 + a(2)$$

$$2a = 4$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

Jarak yang ditempuh ketika bergerak lurus berubah beraturan sebagai berikut.

$$s_1 = v_1 t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2$$

$$s_1 = (0)(2) + \frac{1}{2}(2)(2)^2$$

$$s_1 = 4 \text{ m}$$

Akibatnya, jarak yang ditempuh benda ketika melakukan gerak lurus beraturan:

$$s_2 = 10 - s_1$$

$$s_2 = 10 - 4$$

$$s_2 = 6 \text{ m}$$

Waktu ketika benda mengalami gerak lurus beraturan:

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2}$$

$$t_2 = \frac{6}{4}$$

$$t_2 = 1,5 \text{ s}$$

Waktu total pergerakan benda:

$$t = t_1 + t_2$$

$$t = 2 + 1,5$$

$$t = 3,5 \text{ s}$$

Jadi, waktu total pergerakan benda sebesar 3,5 s.

5. Mario berlatih basket dengan melemparkan bola basket dengan kecepatan awal  $v_0$  dengan sudut  $37^\circ$  terhadap arah horizontal. Jarak antara Mario dan tiang ring sejauh 12 m. Jika ketinggian ring basket 3,5 m dan percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ , besar perkiraan kecepatan awal sewaktu melakukan pelemparan adalah ....
- |             |             |
|-------------|-------------|
| A. 10 m/s   | D. 16 m/s   |
| B. 12,5 m/s | E. 17,5 m/s |
| C. 15 m/s   |             |

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: B**

Diketahui:

$$\theta = 37^\circ \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 3,5 \text{ m} \quad x = 12 \text{ m}$$

Ditanyakan:  $v_0$

Jawab:

Komponen-komponen kecepatan:

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

$$v_{0x} = v_0 \cos 37^\circ = 0,8v_0$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin 37^\circ = 0,6v_0$$

Pada sumbu X berlaku persamaan:

$$x = v_{0x}t$$

$$12 = 0,8v_0t$$

$$t = \frac{15}{v_0} \dots\dots \text{persamaan (1)}$$

Pada sumbu Y berlaku persamaan:

$$h = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$1,8 = 0,8v_0t - \frac{1}{2}(10)t^2$$

$$1,8 = 0,8v_0t - 5t^2 \dots\dots\dots \text{persamaan (2)}$$

Substitusikan persamaan (1) ke persamaan (2)

$$1,8 = 0,8v_0t - 5t^2$$

$$1,8 = 0,8v_0 \left( \frac{15}{v_0} \right) - 5 \left( \frac{15}{v_0} \right)^2$$

$$5 \left( \frac{15}{v_0} \right)^2 = 7,2 - 1,8$$

$$\left( \frac{15}{v_0} \right)^2 = 1,44$$

$$\frac{15}{v_0} = 1,2$$

$$v_0 = 12,5 \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan awal pelemparan adalah 12,5 m/s.

BAB  
3

DINAMIKA

A. Hukum Newton

Dalam konsep gerak, Newton menjelaskan tiga hukum gerak (hukum Newton), yaitu:

1. Hukum I Newton

Hukum I Newton berbunyi, "jika resultan gaya pada suatu benda sama dengan nol, maka benda mula-mula diam akan senantiasa diam, sedangkan benda yang mula-mula bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap".

Rumus hukum I Newton:

$$\Sigma F = 0$$

2. Hukum II Newton

Hukum II Newton berbunyi, "percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda". Rumus hukum II Newton:

$$a = \frac{\Sigma F}{m}$$

$a$  = percepatan ( $m/s^2$ )

$\Sigma F$  = resultan gaya (N)

$m$  = massa (kg)

3. Hukum III Newton

Hukum III Newton berbunyi, "jika A mengerjakan gaya pada B, maka B akan mengerjakan gaya pada A yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan". Rumus hukum III Newton:

$$F_{aksi} = -F_{reaksi}$$

B. Penerapan Hukum Newton

1. Benda Digantung Dengan Tali

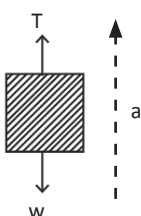
a. Digerakkan ke atas

Rumus yang berlaku:

$$\Sigma F = ma$$

$$T - w = ma$$

$$T = w + ma$$



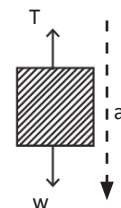
b. Digerakkan ke bawah

Rumus yang berlaku:

$$\Sigma F = ma$$

$$w - T = ma$$

$$T = w - ma$$



Keterangan:

$\Sigma F$  = resultan gaya (N)

$m$  = massa (kg)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$T$  = tegangan tali (N)

$w$  = berat benda (N)

## 2. Orang di Dalam Lift

a. Lift diam

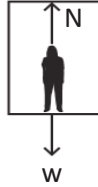
Rumus yang berlaku:

$$\Sigma F = 0$$

$$N - w = 0$$

$$N = w$$

$$N = mg$$



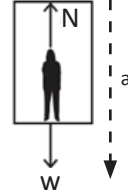
c. Lift bergerak ke bawah

Rumus yang berlaku:

$$\Sigma F = ma$$

$$w - N = ma$$

$$N = w - ma$$



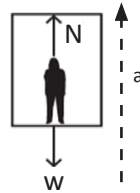
b. Lift bergerak ke atas

Rumus yang berlaku:

$$\Sigma F = ma$$

$$N - w = ma$$

$$N = w + ma$$



$\Sigma F$  = resultan gaya (N)

$m$  = massa (kg)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$N$  = gaya normal (N)

$w$  = berat benda (N)

## 3. Dua Benda Terhubung Katrol

Perhatikan gambar di samping!

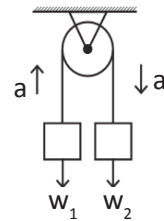
Jika massa katrol diabaikan dan  $w_2 > w_1$ , nilai percepatan sistem dapat dihitung dengan rumus:

$$a = \frac{w_2 - w_1}{m_1 + m_2}$$

$a$  = percepatan ( $m/s^2$ )  $m_1$  = massa benda 1 (kg)

$w_1$  = berat benda 1 (N)  $m_2$  = massa benda 2 (kg)

$w_2$  = berat benda 2 (N)



## 4. Benda Tergantung Dua Utas Tali

Perhatikan gambar di samping!

Kejadian tersebut akan berlaku rumus:

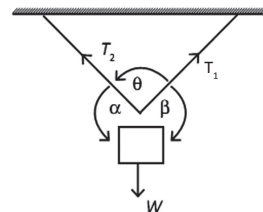
$$\frac{T_1}{\sin \alpha} = \frac{T_2}{\sin \beta} = \frac{w}{\sin \theta}$$

$T_1$  = tegangan tali 1 (N)

$T_2$  = tegangan tali 2 (N)

$w$  = berat benda (N)

$\alpha, \beta, \theta$  = nilai sudut





## C. Kelembaman, Massa, dan Berat

Kelembaman adalah sifat benda yang tidak mengubah keadaannya sehingga sukar bergerak. Massa adalah banyaknya zat yang terkandung pada suatu benda. Satuan massa adalah kilogram. Berat didefinisikan sebagai hasil kali massa dan percepatan gravitasi.

Rumus berat sebagai berikut.

$$w = mg$$

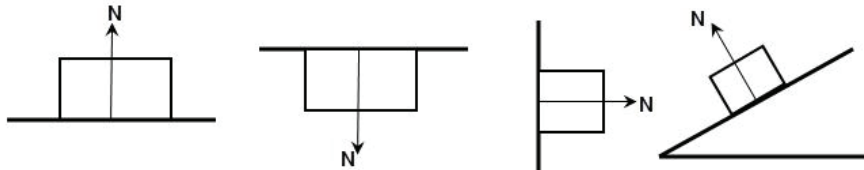
$w$  = berat benda (N)

$m$  = massa (kg)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

## D. Gaya Normal dan Gaya Gesek

1. Gaya normal adalah gaya yang ditimbulkan oleh alas bidang saat benda ditempatkan. Arah gaya normal selalu tegak lurus dengan bidang. Perhatikan gambar!



2. Gaya gesek adalah gaya yang ditimbulkan akibat persentuhan langsung antara dua permukaan. Gaya gesek arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak benda. Macam gaya gesek, antara lain:
  - a. Gaya gesek statis ( $f_s$ ) yaitu gaya gesekan yang bekerja pada benda ketika benda dalam keadaan diam.
  - b. Gaya gesek kinetik ( $f_k$ ) adalah gaya gesekan yang bekerja pada benda ketika benda mengalami pergerakan.

Aturan gerak benda berdasarkan gaya gesek:

1. Jika  $F < f_s$ , benda dalam keadaan diam.
2. Jika  $F = f_s$ , benda tepat akan bergerak
3. Jika  $F > f_s$ , benda bergerak dan gaya gesek statis  $f_s$  berubah menjadi gaya gesekan kinetis  $f_k$ .

Hubungan gaya gesek dan gaya normal, yaitu:

1. Gaya gesek statis  
Rumus yang berlaku:

$$F_s = \mu_s N$$

2. Gaya gesek dinamis  
Rumus yang berlaku:

$$F_k = \mu_k N$$

$F_s$  = gaya gesek statis (N)       $\mu_k$  = koefisien gesek kinetis

$F_k$  = gaya gesek kinetis (N)       $N$  = gaya normal (N)

$\mu_s$  = koefisien gesek statis

## E. Hukum Gravitasi Newton

Hukum gravitasi Newton berbunyi: “Gaya gravitasi antara dua benda berbanding lurus dengan massa setiap benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya”. Rumus yang berlaku:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R_{12}^2}$$

F = gaya gravitasi (N)  
G = konstanta gravitasi (m/kgs<sup>2</sup>)  
m<sub>1</sub> = massa benda 1 (kg)  
m<sub>2</sub> = massa benda 2 (kg)  
R<sub>12</sub> = jarak dengan dua benda (m)

Kuat medan gravitasi diartikan sebagai gaya yang bekerja pada satuan massa yang terjadi dalam medan gravitasi. Rumus yang berlaku:

$$g = G \frac{m}{R^2}$$

g = kuat medan gravitasi (N)  
m = massa benda (kg)  
G = konstanta gravitasi (m/kgs<sup>2</sup>)  
R = jarak (m)

### 1. Perbandingan Percepatan Gravitasi Bumi

Benda berada pada posisi berbeda akan mengalami perbedaan nilai percepatan gravitasi.

Perhatikan gambar disamping!

Jika dituliskan melalui rumus sebagai berikut.

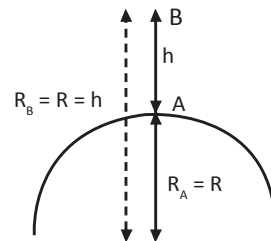
$$\frac{g_A}{g_B} = \left( \frac{R+h}{R} \right)^2$$

g<sub>A</sub> = percepatan gravitasi pada permukaan bumi (m/s<sup>2</sup>)

g<sub>B</sub> = percepatan gravitasi pada ketinggian di atas permukaan bumi (m/s<sup>2</sup>)

R = jari-jari bumi (m)

h = ketinggian benda (m)



### 2. Perbandingan Percepatan Gravitasi Dua Buah Planet

Perbandingan percepatan gravitasi dua buah planet dituliskan dalam persamaan:

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{m_1}{m_2} \left( \frac{R_2}{R_1} \right)^2$$

g<sub>1</sub> = percepatan gravitasi planet 1 (m/s<sup>2</sup>)

g<sub>2</sub> = percepatan gravitasi planet 2 (m/s<sup>2</sup>)

m<sub>1</sub> = massa planet 1 (kg)

m<sub>2</sub> = massa planet 2 (kg)

R<sub>1</sub> = jari-jari planet 1 (m)

R<sub>2</sub> = jari-jari planet 2 (m)

### 3. Hukum Kepler Tentang Planet

Hukum Kepler ada tiga yaitu:

- Hukum I Kepler  
"Semua planet bergerak pada lintasan elips mengitari matahari dengan matahari berada di salah satu fokus elips".
- Hukum II Kepler  
"Suatu garis khayal yang menghubungkan matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam selang waktu yang sama".
- Hukum III Kepler  
"Perbandingan kuadrat periode terhadap pangkat tiga dari setengah sumbu panjang elips adalah sama untuk semua planet". Hukum III Kepler jika ditulis dalam persamaan matematis sebagai berikut.

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{konstan}$$

T : periode revolusi

R : jari-jari rata-rata orbit planet

## F.

### Gaya Pegas

#### 1. Tegangan, Regangan, dan Modulus Elastik

- Tegangan  
Tegangan didefinisikan perbandingan antara gaya yang diberikan dengan luas penampang benda. Persamaan matematis tegangan, yaitu:

$$\text{Tegangan} = \frac{F}{A}$$

F = gaya (N)

A = luas permukaan (m<sup>2</sup>)

- Regangan  
Regangan didefinisikan perbandingan antara perubahan panjang dan panjang mula-mula. Persamaan matematis regangan, yaitu:

$$\text{Regangan} = \frac{\Delta l}{l}$$

$\Delta l$  = perubahan panjang (m)

l = panjang mula-mula (m)

- Modulus Elastik  
Modulus elastik disebut juga modulus Young. Modulus elastik merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan. Modulus elastik Y jika dirumuskan sebagai berikut.

$$Y = \frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}}$$

$$Y = \frac{F/A}{\Delta l/l} = \frac{F l}{\Delta l A}$$

## 2. Hukum Hooke dan Energi Potensial Pegas

Menurut Hooke, pertambahan panjang pegas berbanding lurus dengan gaya yang diberikan pada benda. Rumus hukum Hooke, yaitu:

$$F = k \Delta x$$

F = gaya (newton)

$\Delta x$  = pertambahan panjang (m)

k = konstanta pegas (N/m)

Pegas dapat disusun secara seri, paralel, maupun campuran antara seri dan paralel.

a. Pegas tersusun secara seri

$$\frac{1}{k_{\text{tot}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$$

b. Pegas tersusun secara paralel

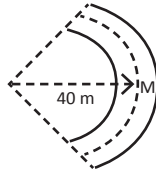
$$k_{\text{tot}} = k_1 + k_2 + \dots + k_n$$

c. Energi potensial pegas dirumuskan sebagai berikut.

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2 \text{ atau } E_p = \frac{1}{2} Fx$$

## Soal Bahas Dinamika

1. Mobil melaju pada sebuah tikungan jalan raya di posisi M seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Koefisien gesekan statik antara roda dan jalan 0,4 sedangkan percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ . Mobil tidak keluar jalur jika kecepatan minimumnya adalah ....

- A.  $\sqrt{10} \text{ m/s}$       D.  $5\sqrt{10} \text{ m/s}$   
 B.  $2\sqrt{10} \text{ m/s}$       E.  $6\sqrt{10} \text{ m/s}$   
 C.  $4\sqrt{10} \text{ m/s}$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Diketahui:

$R = 40 \text{ m}$

$\mu = 0,4$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

Ditanyakan: v

Jawab:

Rumus kecepatan pergerakan pada tikungan dapat ditentukan sebagai berikut.

1. Tikungan datar dan kasar

$$v = \sqrt{\mu g R}$$

2. Tikungan miring dan licin

$$v = \sqrt{g R \tan \theta}$$

3. Tikungan miring dan kasar

$$v = \sqrt{g r \left( \frac{\mu_s + \tan \theta}{1 - \mu_s \tan \theta} \right)}$$

Pada soal lintasan yang dilewati mobil tikungan datar dan kasar. Kecepatan mobil supaya tidak tergelincir dapat ditentukan sebagai berikut.

$$v = \sqrt{\mu g R}$$

$$v = \sqrt{(0,4)(10)(40)} \text{ m/s}$$

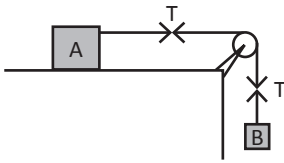
$$v = \sqrt{160} \text{ m/s}$$

$$v = 4\sqrt{10} \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan minimumnya sebesar

$$4\sqrt{10} \text{ m/s.}$$

2. Dua buah balok dihubungkan dengan katrol licin dan massa katrol diabaikan seperti pada gambar.



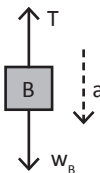
Massa A =  $m_A$  dan massa B =  $m_B$  serta balok B turun dengan percepatan. Jika percepatan gravitasinya, besar tegangan tali yang terjadi pada balok B adalah ....

- A.  $T = m_B a$                       D.  $T = m_B (a - g)$   
 B.  $T = m_A (a - g)$             E.  $T = m_B (g - a)$   
 C.  $T = m_A (g - a)$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Tegangan tali pada balok B dapat ditentukan dengan melihat balok B yang tergantung. Arah gaya yang terjadi pada balok B digambarkan sebagai berikut.



Gambar tersebut jika diuraikan dalam persamaan sebagai berikut.

$$\Sigma F = m_B a$$

$$w_B - T = m_B a$$

$$T = w_B - m_B a$$

$$T = m_B g - m_B a$$

$$T = m_B (g - a)$$

Jadi, jawaban yang tepat pilihan E.

3. Perhatikan tabel!

Karet	m (kg)	$\Delta x$ (cm)
P	2	1
Q	1	1
R	5	0,1
S	0,5	0,1
T	0,25	1

Tabel berikut menunjukkan hasil pengukuran pertambahan panjang ( $\Delta x$ ) pada percobaan pengukuran konstanta elastisitas karet dengan menggunakan lima bahan karet ban P, Q, R, S, dan T. Konstanta elastisitas karet terbesar ditunjukkan oleh bahan ....

- A. P                                      D. S  
 B. Q                                      E. T  
 C. R

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Konstanta elastisitas suatu pegas atau karet dapat ditentukan dengan persamaan:

$$F = k \Delta x$$

$$w = k \Delta x$$

$$mg = k \Delta x$$

$$k = \frac{mg}{\Delta x}$$

Melalui persamaan di atas dapat diketahui bahwa konstanta elastisitas berbanding lurus dengan massa dan berbanding terbalik dengan perubahan panjang. Jika percepatan gravitasi selalu konstan dan dihitung massa dan perubahan panjangnya, diperoleh nilai sebagai berikut.

$$\text{Karet P} = \frac{m}{\Delta x} = \frac{2}{1} = 2$$

$$\text{Karet Q} = \frac{m}{\Delta x} = \frac{1}{1} = 1$$

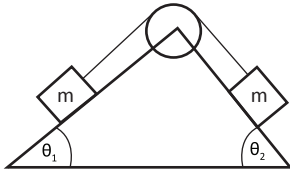
$$\text{Karet R} = \frac{m}{\Delta x} = \frac{5}{0,1} = 50$$

$$\text{Karet S} = \frac{m}{\Delta x} = \frac{0,5}{0,1} = 5$$

$$\text{Karet T} = \frac{m}{\Delta x} = \frac{0,25}{1} = 0,25$$

Berdasarkan perhitungan di atas, konstanta elastisitas karet terbesar yaitu karet R.

4. Dua balok masing-masing bermassa m dihubungkan dengan seutas tali dan ditempatkan pada bidang miring licin menggunakan sebuah katrol. Jika massa tali dan katrol diabaikan dan sistem bergerak ke kiri, besar tegangan tali dituliskan dalam persamaan ....



- A.  $\frac{1}{2}mg(\sin\theta_1 - \sin\theta_2)$
- B.  $\frac{1}{2}mg(\sin\theta_1 + \sin\theta_2)$
- C.  $mg(\sin\theta_1 - \sin\theta_2)$
- D.  $mg(\sin\theta_1 + \sin\theta_2)$
- E.  $2mg(\sin\theta_1 - \sin\theta_2)$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Percepatan yang dihasilkan oleh pergerakan benda dapat dinyatakan melalui persamaan berikut.

$$a = \frac{w_2 \sin\theta_2 - w_1 \sin\theta_1}{m_1 + m_2} = \frac{mg(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)}{2m}$$

$$a = \frac{g(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)}{2}$$

Tegangan tali yang diperoleh yaitu:

$$w_2 \sin\theta_2 - T = m_2 a$$

$$mg \sin\theta_2 - T = m \frac{g(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)}{2}$$

$$T = \frac{1}{2}mg(\sin\theta_1 + \sin\theta_2)$$

Jadi, jawaban yang tepat adalah pilihan B.

5. Sebuah benda bermassa 2 kg diletakkan pada bidang miring dengan sudut kemiringan 30 derajat. Jika percepatan gravitasi sebesar 9,8 m/s<sup>2</sup>, nilai koefisien gesekan gesekan maksimum antara benda dengan bidang miring adalah ....

- A.  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$
- B.  $\frac{1}{3}\sqrt{3}$
- C.  $\frac{1}{4}\sqrt{3}$
- D.  $\frac{1}{5}\sqrt{3}$
- E.  $\frac{1}{6}\sqrt{3}$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\theta = 30^\circ$$

Ditanyakan:  $\mu_s$

Jawab:

$$\Sigma F = 0$$

$$w \sin\alpha - f_s = 0$$

$$w \sin\alpha = f_s$$

$$w \sin\alpha = \mu_s w \cos\alpha$$

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \mu_s$$

$$\mu_s = \tan\alpha$$

$$\mu_s = \tan 30^\circ$$

$$\mu_s = \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

Jadi, jawaban yang tepat adalah pilihan B.

BAB  
4

# USAHA DAN ENERGI

## A. Usaha

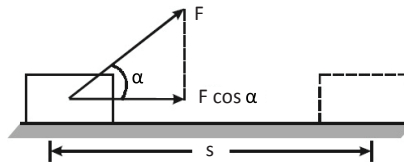
Usaha didefinisikan gaya yang diberikan pada suatu benda sehingga benda berpindah. Rumus dari usaha, yaitu:

$$W = Fs$$

W = usaha (joule)  
s = perpindahan (m)

F = gaya (N)

Perhatikan gambar!



Jika benda dikenai gaya dengan sudut  $\alpha$ , besar usaha yang dilakukan dengan rumus berikut.

$$W = F s \cos \alpha$$

W = usaha (joule)  
F = gaya (N)

s = perpindahan (m)  
 $\alpha$  = sudut antara gaya dan perpindahan

## B. Energi

Energi diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha.

### 1. Energi Potensial

Energi potensial adalah energi pada benda yang dipengaruhi posisi benda. Rumus energi potensial, yaitu:

$$E_p = mgh$$

$E_p$  = energi potensial (joule)  
m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )  
h = ketinggian benda (m)

### 2. Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi pada suatu benda yang dipengaruhi kecepatan benda ketika bergerak. Rumus energi kinetik, yaitu:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$E_k$  = energi kinetik (joule)  
m = massa benda (kg)  
v = kecepatan benda (m/s)

### 3. Energi Mekanik

Energi mekanik didefinisikan sebagai penjumlahan energi kinetik dan energi potensial.

Rumus energi mekanik, yaitu:

$$E_M = E_p + E_k$$

$$E_M = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$E_M$  = energi mekanik (joule)

$E_p$  = energi potensial (joule)

$E_k$  = energi kinetik (joule)

$v$  = kecepatan benda (m/s)

$m$  = massa benda (kg)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$h$  = ketinggian benda (m)

### C. Hubungan Antara Usaha dan Energi

Usaha dapat dikatakan sebagai perubahan energi. Jika usaha dihubungkan dengan energi kinetik akan diperoleh persamaan:

$$W = \Delta E_k$$

$$W = E_{k_2} - E_{k_1}$$

$W$  = usaha (joule)

$\Delta E_k$  = perubahan energi kinetik (joule)

$E_{k_2}$  = energi kinetik akhir (joule)

$E_{k_1}$  = energi kinetik awal (joule)

Sementara itu, hubungan antara usaha dan energi potensial dirumuskan sebagai berikut.

$$W = \Delta E_p$$

$$W = E_{p_1} - E_{p_2}$$

$W$  = usaha (joule)

$\Delta E_p$  = perubahan energi potensial (joule)

$E_{p_1}$  = energi potensial awal (joule)

$E_{p_2}$  = energi potensial akhir (joule)

### D. Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Pada hukum Kekekalan Energi Mekanik akan berlaku bahwa besarnya energi mekanik awal sama dengan besarnya energi mekanik akhir. Jika dituliskan dalam bentuk persamaan:

$$E_{M_1} = E_{M_2}$$

$$E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2}$$

$E_{M_1}$  = energi mekanik awal (joule)

$E_{M_2}$  = energi mekanik akhir (joule)

$E_{k_1}$  = energi kinetik awal (joule)

$E_{k_2}$  = energi kinetik akhir (joule)

$E_{p_1}$  = energi potensial awal (joule)

$E_{p_2}$  = energi potensial akhir (joule)



Daya didefinisikan energi yang digunakan tiap satuan waktu. Jika dituliskan dalam persamaan matematis sebagai berikut.

$$P = \frac{W}{t}$$

P = daya (watt)  
W = energi (joule)  
t = waktu (sekon)

Besarnya efisiensi mesin dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$

$\eta$  = efisiensi mesin  
 $P_{\text{in}}$  = daya masuk (watt)  
 $P_{\text{out}}$  = daya keluar (watt)

### Soal Bahas Usaha dan Energi

1. Perhatikan gambar berikut.



Sebuah bola sedang meluncur menuruni lintasan licin. Jika kecepatan benda di titik A 6 m/s dan percepatan gravitasi 10 m/s<sup>2</sup>, kecepatan benda di titik B adalah ....

- A.  $\sqrt{52}$  m/s      D.  $\sqrt{95}$  m/s  
B.  $\sqrt{65}$  m/s      E.  $\sqrt{128}$  m/s  
C.  $\sqrt{92}$  m/s

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: E**

Diketahui:

$$h_A = 5,6 \text{ m} \quad v_A = 6 \text{ m/s}$$

$$h_B = 1 \text{ m} \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan:  $v_B$

Jawab:

Kecepatan benda saat di titik B dapat ditentukan dengan konsep hukum Kekekalan Energi Mekanik.

Perhitungannya sebagai berikut.

$$E_{M_A} = E_{M_B}$$

$$E_{k_A} + E_{p_A} = E_{k_B} + E_{p_B}$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$$

$$\frac{1}{2}v_A^2 + gh_A = \frac{1}{2}v_B^2 + gh_B$$

$$\frac{1}{2}(6)^2 + (10)(5,6) = \frac{1}{2}v_B^2 + (10)(1)$$

$$18 + 56 = \frac{1}{2}v_B^2 + 10$$

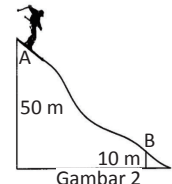
$$\frac{1}{2}v_B^2 = 64 \Rightarrow v_B = \sqrt{128} \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan benda saat di titik B adalah  $\sqrt{128}$  m/s.

2. Pada musim dingin di negara Swedia diadakan perlombaan ski es di daerah pegunungan. Pemain ski es meluncur dari ketinggian A seperti gambar 2.



Gambar 1



Gambar 2

Jika kecepatan awal pemain ski bernilai nol dan percepatan gravitasi 10 m/s<sup>2</sup>, kecepatan pemain pada saat ketinggian B adalah ....

- A.  $\sqrt{2}$  m/s                      D.  $20\sqrt{2}$  m/s  
 B.  $5\sqrt{2}$  m/s                    E.  $25\sqrt{2}$  m/s  
 C.  $10\sqrt{2}$  m/s

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: D**

Diketahui:

$$h_A = 50 \text{ m} \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h_B = 10 \text{ m} \quad v_A = 0 \text{ m/s}$$

Ditanyakan:  $v_B$

Jawab:

Kecepatan pada ketinggian B dapat ditentukan sebagai berikut.

$$E_{M_A} = E_{M_B}$$

$$E_{p_A} + E_{k_A} = E_{p_B} + E_{k_B}$$

$$mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$gh_A + \frac{1}{2}v_A^2 = gh_B + \frac{1}{2}v_B^2$$

$$(10)(50) + \frac{1}{2}(0)^2 = (10)(10) + \frac{1}{2}(v_B)^2$$

$$500 + 0 = 100 + \frac{1}{2}(v_B)^2$$

$$\frac{1}{2}(v_B)^2 = 400$$

$$v_B = \sqrt{800} = 20\sqrt{2} \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan pemain saat ketinggian B yaitu  $20\sqrt{2}$  m/s.

3. Pernyataan berikut ini dapat digunakan untuk memperbesar energi potensial suatu benda yaitu ....
- Memindahkan benda ke tempat yang lebih tinggi
  - Memperbesar gaya yang bekerja pada benda
  - Memperkecil gaya yang bekerja pada benda
  - Memperbesar percepatan benda
  - Memperbesar kecepatan benda

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Energi potensial adalah energi yang dipengaruhi oleh massa benda, percepatan gravitasi dan ketinggian benda. Oleh karena itu, untuk memperbesar energi potensial benda dapat dengan memperbesar massa dan ketinggian benda.

4. Agus melempar bola basket dengan sudut elevasi tertentu sehingga bola membentuk lintasan parabola. Jika pada titik tertinggi perbandingan energi kinetik dan energi potensial sebesar 1 : 4, sudut elevasi bola adalah ....
- $63,4^\circ$
  - $64,5^\circ$
  - $65^\circ$
  - $64,8^\circ$
  - $67,5^\circ$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: A**

Diketahui:

$$E_k : E_p = 1 : 4$$

Ditanyakan:  $\theta$

Jawab:

Energi potensial di titik tertinggi:

$$E_p = mgh$$

$$E_p = mg \left( \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \right)$$

$$E_p = \frac{mv_0^2 \sin^2 \theta}{2}$$

Besarnya energi kinetik di titik tertinggi:

$$E_{m1} = E_{m2}$$

$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$$

$$0 + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{mv_0^2}{2} \sin^2 \theta + E_{k2}$$

$$E_{k2} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \sin^2 \theta$$

$$E_{k2} = \frac{1}{2}mv_0^2 (1 - \sin^2 \theta)$$

$$E_{k2} = \frac{mv_0^2 \cos^2 \theta}{2}$$

Perbandingan energi potensial dan kinetik di titik tertinggi:

$$\frac{E_k}{E_p} = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2 \cos^2 \theta}{\frac{1}{2}mv_0^2 \sin^2 \theta}$$

$$\frac{1}{4} = \left( \frac{1}{\tan \theta} \right)^2$$

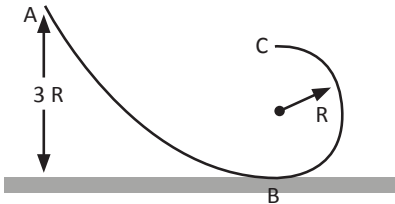
$$\tan \theta = \sqrt{4} = 2$$

$$\theta = \arctan(2)$$

$$= 63,4^\circ$$

Jadi, besar sudut elevasi bola sebesar  $63,4^\circ$ .

5. Arnold bereksperimen dengan bola pada lintasan seperti berikut.



Kelereng bermassa  $m$  diletakkan di titik A sehingga bergerak menuruni permukaan lintasan licin. Jika percepatan gravitasi  $g$ , kecepatan di titik C dinyatakan dalam nilai ... m/s.

- A.  $\sqrt{gR}$                       D.  $\frac{1}{\sqrt{gR}}$   
 B.  $\sqrt{2gR}$                     E.  $gR$   
 C.  $\frac{1}{\sqrt{gR}}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$h_A = 3R \qquad h_C = 2R$$

$$h_B = 0 \qquad v_A = 0$$

Ditanyakan:  $v_C$

Jawab:

$$E_{MA} = E_{MB}$$

$$E_{PA} + E_{KA} = E_{PB} + E_{KB}$$

$$mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$g(3R) = \frac{1}{2}v_B^2$$

$$v_B^2 = 6gR$$

$$E_{MB} = E_{MC}$$

$$E_{PB} + E_{KB} = E_{PC} + E_{KC}$$

$$0 + \frac{1}{2}mv_B^2 = mg(2R) + \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$\frac{1}{2}m(6gR) = mg(2R) + \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$\frac{1}{2}v_C^2 = gR$$

$$v_C^2 = 2gR$$

$$v_C = \sqrt{2gR}$$

Jadi, kecepatan kelereng di titik C sebesar  $\sqrt{2gR}$  m/s.

BAB  
5

## MOMENTUM DAN IMPULS

## A. Impuls

Impuls adalah gaya yang diperlukan untuk menggerakkan benda dari keadaan diam dalam interval waktu tertentu. Rumus impuls, yaitu:

$$I = F\Delta t$$

$I$  = momentum (Ns)       $t$  = waktu (s)  
 $F$  = gaya (N)

## B. Momentum

Momentum adalah kecenderungan benda bergerak dengan kelajuan konstan dalam proses gerakannya. Rumus momentum, yaitu:

$$p = mv$$

$p$  = momentum (Ns)       $v$  = kecepatan (m/s)  
 $m$  = massa (kg)

## C. Hubungan Antara Impuls dan Momentum

Impuls dapat dikatakan sebagai perubahan momentum. Jika dihubungkan dengan persamaan sebagai berikut.

$$I = \Delta p$$

$$I = p_2 - p_1$$

$$I = m(v_2 - v_1)$$

$I$  = impuls (Ns)

$\Delta p$  = perubahan momentum (Ns)

$p_1$  = momentum awal (Ns)

$p_2$  = momentum akhir (Ns)

$m$  = massa (kg)

$v_1$  = kecepatan awal (m/s)

$v_2$  = kecepatan akhir (m/s)

## D. Hukum Kekekalan Momentum

“Dalam peristiwa tumbukan, momentum total sistem sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sistem sesaat sesudah tumbukan, asalkan tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem”. Rumus hukum kekekalan momentum:

$$p_{\text{awal}} = p_{\text{akhir}}$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$P_{\text{awal}}$  = momentum sebelum tumbukan  
 $P_{\text{akhir}}$  = momentum setelah tumbukan  
 $m_1$  = massa benda pertama  
 $m_2$  = massa benda kedua

$v_1$  = kecepatan awal benda pertama  
 $v_2$  = kecepatan awal benda kedua  
 $v_1'$  = kecepatan akhir benda pertama  
 $v_2'$  = kecepatan akhir benda kedua

## E. Koefisien Restitusi

Koefisien restitusi diartikan sebagai harga negatif dari perbandingan antara beda kecepatan yang bertumbukan sesaat sesudah tumbukan dan sesaat sebelum tumbukan. Rumus koefisien restitusi sebagai berikut.

$$e = \left( \frac{v_1' - v_2'}{v_1 - v_2} \right)$$

$v_1$  = kecepatan awal benda pertama

$v_2'$  = kecepatan akhir benda kedua

$v_2$  = kecepatan awal benda kedua

$e$  = koefisien restitusi

$v_1'$  = kecepatan akhir benda pertama

Nilai koefisien restitusi yaitu  $0 \leq e \leq 1$

## F. Jenis-Jenis Tumbukan

### 1. Tumbukan Lenting Sempurna

Apabila tidak ada energi yang hilang selama tumbukan dan jumlah energi kinetik kedua benda sebelum dan sesudah tumbukan sama maka tumbukan itu disebut tumbukan lenting sempurna.

a. Berlaku hukum kekekalan momentum:  $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$

b. Berlaku hukum kekekalan energi kinetik

$$\frac{1}{2}m_1(v_1)^2 + \frac{1}{2}m_2(v_2)^2 = \frac{1}{2}m_1(v_1')^2 + \frac{1}{2}m_2(v_2')^2$$

c. Koefisien restitusi ( $e$ ) = 1

### 2. Tumbukan Lenting Sebagian

Pada tumbukan lenting sebagian, beberapa energi kinetik akan diubah menjadi energi bentuk lain seperti panas, bunyi, dan sebagainya. Akibatnya, energi kinetik sebelum tumbukan lebih besar daripada energi kinetik sesudah tumbukan.

a. Berlaku hukum kekekalan momentum:  $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$

b. Tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik

c. Koefisien restitusi ( $e$ ) =  $0 < e < 1$

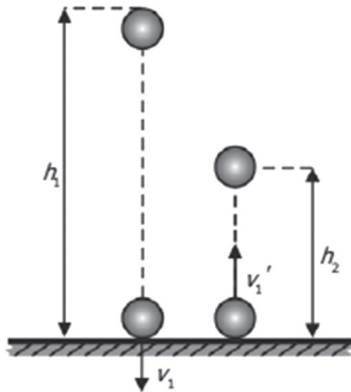
### 3. Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali, sesudah tumbukan kedua benda bersatu, sehingga kecepatan kedua benda sesudah tumbukan besarnya sama, yaitu  $v_1' = v_2' = v$  sehingga:

- a. Berlaku hukum kekekalan momentum:  $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$
- b. Tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik
- c. Koefisien restitusi ( $e$ ) = 0

## G. Koefisien Restitusi Bola Terpental Di Lantai

Perhatikan gambar!



Pantulan Bola

Rumus yang berlaku:  $e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$

### Soal Bahas Momentum & Impuls

1. Partikel A bergerak dengan kecepatan awal  $v_0$  menumbuk lenting sempurna partikel B yang sedang diam sehingga partikel A terpental dalam arah  $\varphi$  dan partikel B terpental ke arah  $\theta$  terhadap arah gerak partikel A mula-mula. Partikel A dan partikel B memiliki massa sama. Jika kecepatan partikel A setelah tumbukan adalah  $v$ , nilai  $\tan \theta$  adalah ....

- A.  $\frac{v \sin \varphi}{v_0 + v \cos \varphi}$
- B.  $\frac{v \sin \varphi}{v_0 - v \cos \varphi}$
- C.  $\frac{v_0 - v \cos \varphi}{v \sin \varphi}$
- D.  $\frac{v_0 - v \sin \varphi}{v \cos \varphi}$
- E.  $\frac{v \sin \varphi}{v_0 + v \cos \theta}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

$$m_A = m_B = m$$

Besarnya momentum sebelum tumbukan:

$$p_A = m_A v_A = m(v_0 \hat{i})$$

$$p_B = m_B v_B = 0$$

Besarnya momentum setelah tumbukan:

$$p'_A = m v'_A = m(v \cos \varphi \hat{i} + v \sin \varphi \hat{j})$$

$$p'_B = m v'_B = m(v \cos \theta \hat{i} + v \sin \theta \hat{j})$$

Hukum Kekekalan Momentum

$$p_A + p_B = p'_A + p'_B$$

$$m(v_0 \hat{i}) + 0 = m(v \cos \varphi \hat{i} + v \sin \varphi \hat{j}) +$$

$$m(v \cos \theta \hat{i} + v \sin \theta \hat{j})$$

Pada komponen  $\hat{i}$  berlaku:

$$m v_0 = m v \cos \varphi + m v \cos \theta$$

$$v \cos \theta = v_0 - v \cos \varphi$$

Pada komponen  $\hat{j}$  berlaku:

$$v \sin \varphi = v \sin \theta$$

Nilai  $\tan\theta$  :

$$\frac{v \sin\theta}{v \cos\theta} = \frac{v \sin\phi}{v_0 - v \cos\phi}$$

$$\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{v \sin\phi}{v_0 - v \cos\phi}$$

$$\tan\theta = \frac{v \sin\phi}{v_0 - v \cos\phi}$$

2. Sebuah bola bermassa 0,8 kg jatuh bebas dari ketinggian 180 cm di atas lantai tanpa kecepatan awal. Jika setelah menumbuk lantai, bola terpantul ke atas dengan kecepatan 5 m/s (percepatan gravitasi = 10 m/s<sup>2</sup>), besar impuls pada bola adalah ....
- A. 6,0 Ns                      D. 18,0 Ns  
 B. 7,2 Ns                      E. 24,0 Ns  
 C. 8,8 Ns

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: C**

Diketahui:

$$m = 0,8 \text{ kg}$$

$$h = 180 \text{ cm} = 1,8 \text{ m}$$

$$v' = 5 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: I

Jawaban:

Kecepatan bola sebelum menumbuk lantai

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2(10)(1,8)}$$

$$v = \sqrt{36}$$

$$v = 6 \text{ m/s}$$

Impuls pada bola:

$$I = \Delta p$$

$$I = m\Delta v$$

$$I = (0,8)(v' - v)$$

$$I = (0,8)(5 - (-6))$$

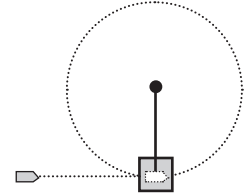
$$I = (0,8)(11)$$

$$I = 8,8 \text{ Ns}$$

Jadi, momen inersia sistem sebesar 8,8 Ns.

3. Balok bermassa  $m_b$  digantung pada tali yang panjangnya R. Balok ditembak dengan peluru yang massanya 0,25  $m_b$ . Jika peluru bersarang dalam balok dan berputar satu lingkaran penuh, kecepatan minimum peluru adalah ....

- A.  $\sqrt{5gR}$   
 B.  $2\sqrt{5gR}$   
 C.  $3\sqrt{5gR}$   
 D.  $4\sqrt{5gR}$   
 E.  $5\sqrt{5gR}$



**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: E**

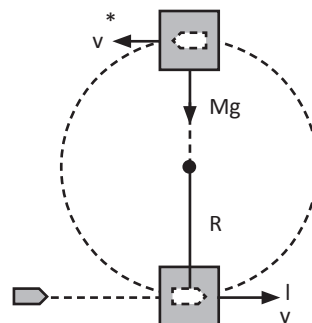
Berdasarkan hukum kekekalan momentum akan berlaku persamaan:

$$m_p v_p + m_b v_b = (m_p + m_b) v'$$

$$(0,25m_b) v_p + m_b (0) = (0,25m_b + m_b) v'$$

$$0,25m_b v_p = 1,25m_b v'$$

$$v_p = 5v'$$



Jika balok dan peluru bergerak melingkar akan berlaku hubungan antara gaya sentripetal dan berat, yaitu

$$F = w$$

$$\frac{M(v'')^2}{R} = Mg$$

$$(v'')^2 = gR$$

Kecepatan minimum peluru ( $v_p$ ):

$$E_{p_A} + E_{k_A} = E_{p_B} + E_{k_B}$$

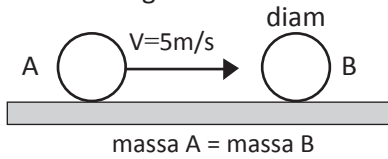
$$0 + \frac{1}{2}M(v')^2 = Mg(2R) + \frac{1}{2}M(v'')^2$$

$$(v')^2 = 4MgR + MgR$$

$$v' = \sqrt{5gR}$$

Jika  $v' = \sqrt{5gR}$  maka  $v_p$  :  
 $v_p = 5v'$   
 $v_p = 5\sqrt{5gR}$

4. Perhatikan gambar !



Perhatikan pernyataan di bawah ini!

- (1) Jika tumbukan lenting sempurna, maka A diam dan B bergerak dengan kecepatan 5 m/s.
- (2) Jika tumbukan lenting sempurna, maka B tetap diam dan A bergerak dengan kecepatan berlawanan arah (-5m/s).
- (3) Jika tumbukan tidak lenting sama sekali maka  $v_A = v_B = 2,5$  m/s.

Pernyataan yang benar berkaitan dengan gerak benda A dan B setelah tumbukan adalah ....

- A. (1) saja                      D. (1) dan (3)  
 B. (2) saja                      E. (2) dan (3)  
 C. (3) saja

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Diketahui:

$m_A = m_B$   
 $v_A = 5$  m/s  
 $v_B = 0$  (diam)

Ditanyakan: kesimpulan pernyataan yang benar.

Tumbukan Lenting Sempurna

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$$

$$5 + 0 = v'_A + v'_B$$

$$v'_A + v'_B = 5 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Tumbukan Lenting Sempurna berlaku

$$e = 1$$

$$e = -\left(\frac{v'_A - v'_B}{v_A - v_B}\right)$$

$$1 = -\left(\frac{v'_A - v'_B}{5 - 0}\right)$$

$$v'_A - v'_B = -5 \quad \dots\dots\dots(2)$$

Persamaan (1) dan (2) diperoleh nilai

$$v'_A \text{ dan } v'_B$$

$$v'_A = 0 \text{ (diam)}$$

$$v'_B = 5 \text{ m/s}$$

Hal tersebut membuktikan bahwa pernyataan (1) benar.

Jika tumbukan tidak lenting sama sekali

$$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v'$$

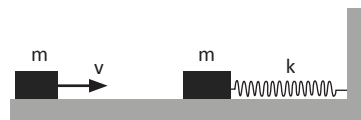
$$5m + 0 = (2m) v'$$

Sehingga besarnya kecepatan setelah tumbukan sebesar:

$$v_A = v_B = v' = 2,5 \text{ m/s}$$

Dari hasil tersebut diketahui besarnya kecepatan setelah pantulan sebesar 2,5 m/s. Jadi, jawaban yang tepat adalah pilihan D.

5. Benda bermassa  $m$  berada pada bidang licin terikat pada pegas dengan tetapan  $k$ . Benda lain juga bermassa  $m$  mendekati dan menumbuk benda pertama dengan kecepatan  $v$  seperti ditunjukkan pada gambar di bawah.



Setelah tumbukan kedua benda saling menempel dan bersama-sama bergetar dengan pegas. Amplitudo getaran tersebut adalah ....

A.  $A = v\sqrt{(m/k)}$       D.  $A = v\sqrt{(m/2k)}$

B.  $A = v\sqrt{(k/m)}$       E.  $A = 2v\sqrt{(m/k)}$

C.  $A = v\sqrt{(2m/k)}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Ketika kedua benda saling menempel, maka akan terjadi momentum dengan tumbukan tidak lenting sama sekali. Benda yang terikat pada pegas pada mulanya tidak memiliki kecepatan. Adapun kecepatan setelah tumbukan sebagai berikut.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$$

$$mv + m(0) = (m + m) v'$$

$$mv = 2mv'$$

$$v' = \frac{v}{2}$$



Ketika menekan pegas terjadi konsep hukum kekekalan energi mekanik yang dituliskan dalam persamaan berikut.

$$EM_1 = EM_2$$

$$Ep_1 + Ek_1 = Ep_2 + Ek_2$$

$$0 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}ky^2 + 0$$

$$\frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}ky^2$$

Dari persamaan di atas, jika dihubungkan dengan konsep energi mekanik pada pegas, maka amplitudo yang dihasilkan:

$$Em = Ep + Ek$$

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}ky^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2$$

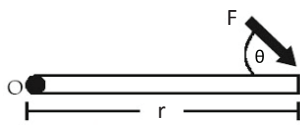
$$A = v\sqrt{(m/2k)}$$

BAB  
6

# DINAMIKA ROTASO DAN KESETIMBANGAN BENDA TEGAR

## A. Momen Gaya

Momen gaya atau torsi merupakan besaran yang dapat menyebabkan berputarnya suatu benda. Perhatikan gambar di bawah!



$\tau$  = momen gaya (N m)

F = gaya (N)

d = jarak lengan momen (m)

r = jarak sumbu putar (m)

$\theta$  = sudut antara jarak sumbu putar dan gaya

Rumus yang berlaku:

$$\tau = Fd = Fr \sin \theta$$

## B. Momen Inersia

Momen inersia merupakan ukuran kelembaman suatu benda untuk berputar. Rumus momen inersia pada suatu partikel, yaitu:

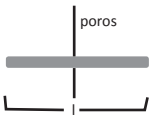
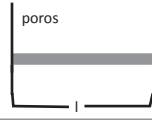
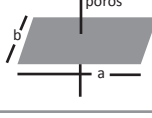

$$I = mr^2$$

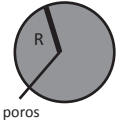
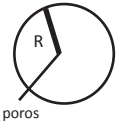
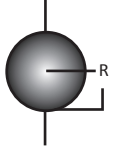
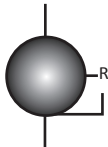
I = momen inersia (kg m<sup>2</sup>)

r = jarak massa ke sumbu putar (m)

m = massa benda (kg)

Rumus momen inersia berbagai bentuk:

No.	Benda	Momen Inersia
1.	Batang Silinder, poros melalui pusat 	$I = \frac{1}{12} ml^2$
2.	Batang Silinder, poros melalui ujung 	$I = \frac{1}{3} ml^2$
3.	Pelat Besi persegi panjang, poros melalui pusat 	$I = \frac{1}{2} m(a^2 + b^2)$
4.	Silinder Berongga 	$I = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2)$

5.	Silinder Pejal		$I = \frac{1}{2}mR^2$
6.	Silinder Tipis Berongga		$I = mR^2$
7.	Bola Pejal		$I = \frac{2}{5}mR^2$
8.	Bola Tipis Berongga		$I = \frac{2}{3}mR^2$

Momen inersia benda terhadap sembarang sumbu rotasi yang paralel dengan sumbu pusat massa akan berlaku persamaan:

$$I = I_{PM} + Md^2$$

$I$  = momen inersia ( $\text{kg m}^2$ )

$M$  = massa benda ( $\text{kg}$ )

$I_{PM}$  = momen inersia pusat massa ( $\text{kg m}^2$ )

$d$  = jarak sumbu rotasi ke pusat massa ( $\text{m}$ )

### C. Momentum Sudut

Momentum sudut didefinisikan sebagai hasil kali antara momen inersia dan kecepatan sudut. Rumus yang berlaku sebagai berikut.

$$L = I\omega$$

$L$  = momentum sudut ( $\text{kg m}^2 \text{ rad/s}$ )  
 $I$  = momen inersia ( $\text{kg m}^2$ )  
 $\omega$  = kecepatan sudut ( $\text{rad/s}$ )

### D. Hubungan Antara Momentum Gaya dan Percepatan Sudut

Hubungan antara momen gaya dengan percepatan sudut memenuhi persamaan Hukum II Newton dirumuskan:

$$\tau = I\alpha$$

$\tau$  = momen gaya ( $\text{N m}$ )  
 $I$  = momen inersia ( $\text{kg m}^2$ )  
 $\alpha$  = percepatan sudut ( $\text{rad/s}^2$ )

## E. Energi Kinetik Rotasi

Energi kinetik yang dimiliki oleh benda yang berotasi disebut energi kinetik rotasi ( $E_{K\text{rot}}$ ).  
Rumus:

$$E_{K\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$E_{K\text{rot}}$  = energi kinetik rotasi (joule)  
 $I$  = momen inersia ( $\text{kg m}^2$ )  
 $\omega$  = kecepatan sudut (rad /s)

## F. Gabungan Energi Kinetik

Benda yang bergerak menggelinding memiliki kecepatan linier  $v$  untuk bergerak translasi dan kecepatan sudut  $\omega$  untuk bergerak rotasi. Akibatnya benda tersebut memiliki energi kinetik translasi dan energi kinetik rotasi. Energi kinetiknya dirumuskan melalui persamaan:

$$E_K = E_{K\text{trans}} + E_{K\text{rot}}$$

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

$E_K$  = energi kinetik (joule)  
 $E_{K\text{rot}}$  = energi kinetik rotasi (joule)  
 $E_{K\text{trans}}$  = energi kinetik translasi (joule)  
 $I$  = momen inersia ( $\text{kg m}^2$ )  
 $m$  = massa benda (kg)  
 $\omega$  = kecepatan sudut (rad /s)  
 $v$  = kecepatan linier (m /s)

## G. Hukum Kekekalan Momentum Sudut

Hukum kekekalan momentum sudut menyatakan bahwa apabila tidak ada momen gaya yang bekerja pada sistem, momentum linier sistem bersifat kekal. Rumus yang berlaku:

$$L_1 = L_2$$

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

$L_1$  = momentum sudut awal ( $\text{kg m}^2/\text{s}$ )       $L_2$  = momentum sudut akhir ( $\text{kg m}^2/\text{s}$ )  
 $I_1$  = momen inersia awal ( $\text{kg m}^2$ )       $I_2$  = momen inersia akhir ( $\text{kg m}^2$ )  
 $\omega_1$  = kecepatan sudut awal (rad/s)       $\omega_2$  = kecepatan sudut akhir (rad/s)

## H. Dinamika Rotasi

Dalam konsep kesetimbangan benda tegar akan berlaku persamaan:

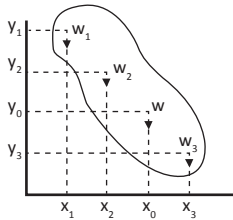
$$\sum F = ma \text{ dan } \sum \tau = I\alpha$$

$\sum F$  = resultan gaya (N)

$\sum \tau$  = resultan momen gaya (Nm)

# I. Titik Berat Benda

Titik berat adalah titik tangkap gaya berat benda. Letak titik berat benda dapat ditentukan melalui percobaan maupun perhitungan.



$$x_0 = \frac{\sum W_n x_n}{\sum W_n}$$

$$y_0 = \frac{\sum W_n y_n}{\sum W_n}$$

- $x_0$  = letak titik berat benda pada sumbu x
- $W_n$  = berat benda ke-n
- $x_n$  = letak titik berat benda ke-n pada sumbu x
- $y_0$  = letak titik berat benda pada sumbu y
- $y_n$  = letak titik berat benda ke-n pada sumbu y

Untuk nilai percepatan gravitasi  $g$  yang dapat dianggap konstan, maka titik pusat massa dirumuskan sebagai:

$$x_{pm} = \frac{\sum m_n x_n}{\sum m_n} \quad y_{pm} = \frac{\sum m_n y_n}{\sum m_n}$$

- $x_{pm}$  = pusat massa benda pada sumbu x
- $m_n$  = massa benda ke-n
- $x_n$  = pusat massa benda ke-n pada sumbu x
- $y_{pm}$  = pusat massa benda pada sumbu y
- $y_n$  = pusat massa benda ke-n pada sumbu y

Titik berat benda homogen:

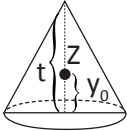
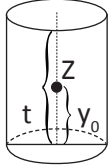
## 1. Benda Berbentuk Ruang (Dimensi tiga)

$$x_0 = \frac{\sum V_n x_n}{\sum V_n} \quad y_0 = \frac{\sum V_n y_n}{\sum V_n}$$

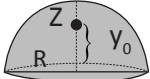

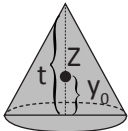
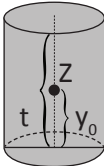
- $x_0$  = titik berat benda pada sumbu x
- $V_n$  = volume benda ke-n
- $x_n$  = titik berat benda ke-n pada sumbu x
- $y_0$  = titik berat benda pada sumbu y
- $y_n$  = titik berat benda ke-n pada sumbu y

### Titik berat berupa selimut ruang

No.	Gambar	Letak Titik Berat	Keterangan
1.		$y_0 = \frac{1}{2}R$	R = jari-jari
2.		$y_0 = \frac{1}{3}t$	t = tinggi limas

3.		$y_0 = \frac{1}{3}t$	t = tinggi kerucut
4.		$y_0 = \frac{1}{2}t$	t = tinggi silinder

### Titik berat benda berbentuk ruang

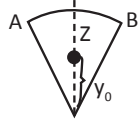
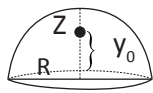
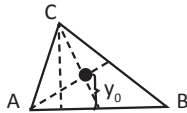
No	Gambar	Letak Titik Berat	Keterangan
1.		$y_0 = \frac{3}{8}R$	R = jari-jari
2.		$y_0 = \frac{1}{4}t$	t = tinggi limas
3.		$y_0 = \frac{1}{4}t$	t = tinggi kerucut
4.		$y_0 = \frac{1}{2}t$	t = tinggi silinder

## 2. Benda Berbentuk Luasan (Dimensi Dua)

$$x_0 = \frac{\sum A_n x_n}{\sum A_n} \quad y_0 = \frac{\sum A_n y_n}{\sum A_n}$$

$x_0$  = titik berat benda pada sumbu x  
 $A_n$  = luasan benda ke-n  
 $x_n$  = titik berat benda ke-n pada sumbu x  
 $y_n$  = titik berat benda ke-n pada sumbu y

### Titik berat benda berbentuk luasan

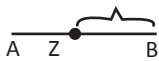
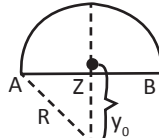

No	Gambar	Latak Titik Berat	Keterangan
1.		$y_0 = \frac{\overline{AB}^2}{AB} R$	$\overline{AB}$ = tali busur AB = busur AB R = jari-jari
2.		$y_0 = \frac{4R}{3\pi}$	R = jari-jari
3.		$y_0 = \frac{1}{3}t$	t = tinggi segitiga

### 3. Benda Berbentuk Garis (Dimensi Satu)

$$x_0 = \frac{\sum l_n x_n}{\sum l_n} \quad y_0 = \frac{\sum l_n y_n}{\sum l_n}$$

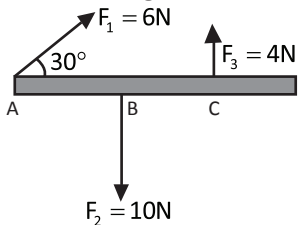
$x_0$  = titik berat benda pada sumbu x  
 $l_n$  = panjang benda ke-n  
 $x_n$  = titik berat benda ke-n pada sumbu x  
 $y_0$  = titik berat benda pada sumbu y  
 $y_n$  = titik berat benda ke-n pada sumbu y

### Titik berat benda berbentuk luasan

No	Gambar	Latak Titik Berat	Keterangan
1.		$y_0 = \frac{1}{2}AB$	Z ditegah-tengah AB
2.		$y_0 = \frac{\overline{AB}}{AB} R$	$\overline{AB}$ = tali busur AB = busur AB R = jari-jari
3.		$y_0 = \frac{2R}{3\pi}$	R = jari-jari

## Soal Bahas Dinamika Rotasi & Keseimbangan Benda Tegar

1. Perhatikan gambar berikut!



$AB = BC = CD = 1$  meter

Pada batang ABCD yang massanya diabaikan, bekerja tiga gaya. Momen gaya sistem dengan poros titik D adalah ....

- A. 7 Nm searah jarum jam
- B. 7 Nm berlawanan arah jarum jam
- C. 2 Nm searah jarum jam
- D. 2 Nm berlawanan arah jarum jam
- E. 1 Nm berlawanan arah jarum jam

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$F_1 = 6 \text{ N}$$

$$F_2 = 10 \text{ N}$$

$$F_3 = 4 \text{ N}$$

$$l_1 = 3 \text{ m}$$

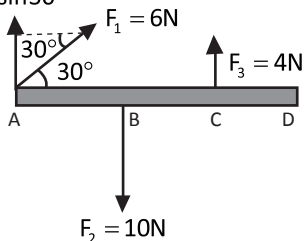
$$l_2 = 2 \text{ m}$$

$$l_3 = 1 \text{ m}$$

Ditanyakan:  $\tau_D$

Jawab:

$$F_1 \sin 30^\circ$$



$$\tau_D = F_1 \sin 30^\circ l_1 - F_2 l_2 + F_3 l_3$$

$$\tau_D = (6) \left( \frac{1}{2} \right) (3) - (10)(2) + (4)(1)$$

$$\tau_D = 9 - 20 + 4$$

$$\tau_D = -7$$

Tanda negatif menunjukkan arahnya berlawanan jarum jam. Jadi, besar momen gaya pada sistem adalah 7 Nm berlawanan jarum jam.

2. Benda bermassa  $M$  berbentuk silinder pejal/ massif homogen dengan jari-jari  $R$  dililit dengan tali halus (massa tali diabaikan). Jika ujung tali dimatikan di titik tetap dan benda dibiarkan terjatuh berotasi seperti pada gambar serta percepatan gravitasi  $g$ , besar tegangan tali pada sistem tersebut adalah ....



- A.  $Mg$
- B.  $2Mg/3$
- C.  $Mg/2$
- D.  $Mg/3$
- E.  $Mg/4$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Persamaan momen inersia dari silinder pejal sebagai berikut.

$$I = \frac{1}{2} MR^2$$

Apabila persamaan tersebut dihubungkan dengan persamaan hubungan antara momen gaya dan percepatan sudut akan diperoleh persamaan:

$$\Sigma \tau = I \alpha$$

$$TR = \frac{1}{2} MR^2 \left( \frac{a}{R} \right)$$

$$T = \frac{1}{2} Ma$$

$$a = \frac{2T}{M}$$

Benda bergerak sehingga akan berlaku hukum II Newton dan persamaan di atas dimasukkan ke dalamnya akan memperoleh:

$$\Sigma F = ma$$

$$w - T = Ma$$

$$Mg - T = M \frac{2T}{M}$$

$$Mg = 3T$$

$$T = \frac{Mg}{3}$$

Jadi, besarnya tegangan tali adalah  $\frac{Mg}{3}$ .



3. Perhatikan pernyataan berikut!
- (1) Massa benda.
  - (2) Bentuk benda.
  - (3) Kecepatan sudut rotasi benda.
  - (4) Letak sumbu putar terhadap gaya.
- Energi kinetik rotasi benda bergantung pada pilihan nomor ....
- A. (1) dan (3)
  - B. (2) dan (4)
  - C. (3) dan (4)
  - D. (1), (2), dan (3)
  - E. (1), (2), (3), dan (4)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Energi kinetik rotasi dituliskan melalui persamaan:

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$$

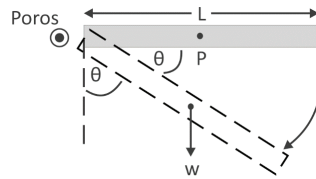
Berdasarkan persamaan tersebut, energi kinetik rotasi dipengaruhi oleh:

- (1) Massa benda
  - (2) Bentuk benda
  - (3) Kecepatan sudut rotasi benda
  - (4) Letak sumbu putar terhadap gaya
- Oleh karena itu, jawaban yang paling tepat adalah pilihan E.
4. Suatu batang tipis dengan panjang  $L$  bermassa  $m$  dapat berputar pada sumbu yang terletak di ujung batang. Pada awalnya batang berada pada posisi horizontal kemudian dilepas. Pada saat batang membentuk sudut  $\theta$  dengan arah vertikal, percepatan sudut rotasi batang adalah ....
- A.  $\frac{g}{L}$
  - B.  $\frac{3g \sin \theta}{2L}$
  - C.  $\frac{6g}{L \sin \theta}$
  - D.  $\frac{3g \cos \theta}{2L}$
  - E.  $\frac{6g}{L \cos \theta}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Untuk memahami proses pengerjaan, sebelumnya perhatikan gambar berikut.



Berdasarkan gambar tersebut, gaya yang menyebabkan batang berputar adalah gaya berat batang di titik P dengan lengan momen  $OP_1$ . Adapun nilai  $OP_1$  adalah:

$$OP_1 = OP \sin \theta$$

$$OP_1 = \frac{L}{2} \sin \theta$$

Hal tersebut menyebabkan nilai percepatan sudut sebagai berikut.

$$\Sigma \tau = I \alpha$$

$$mg OP_1 = \left( \frac{1}{3} mL^2 \right) \alpha$$

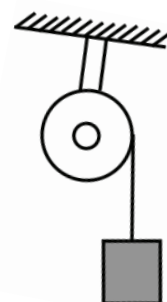
$$g \left( \frac{L}{2} \sin \theta \right) = \left( \frac{1}{3} L^2 \right) \alpha$$

$$\alpha = \frac{3g \sin \theta}{2L}$$

Jadi, jawaban yang paling tepat adalah pilihan B.

5. Perhatikan sistem katrol di bawah ini. Katrol berbentuk lempeng pejal homogen bermassa  $2M$  dan memiliki jari-jari  $R$ . Beban bermassa  $M$  dihubungkan melalui tali yang tidak bermassa dan dililitkan pada katrol. Ketika dilepas, sistem bergerak dari keadaan diam. Anggap semua gesekan diabaikan, percepatan sudut rotasi katrol dinyatakan dalam ....

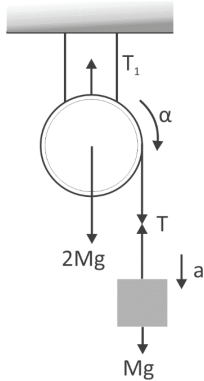
- A.  $\frac{2g}{R}$
- B.  $\frac{4g}{R}$
- C.  $\frac{2g}{R}$
- D.  $\frac{g}{R}$
- E.  $\frac{g}{2R}$



**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Gaya-gaya yang terjadi pada katrol dapat dilihat melalui gambar berikut.



Gaya-gaya yang bekerja pada katrol adalah gaya berat dan gaya tegang tali T. Beban M bergerak vertikal ke bawah dengan percepatan a sehingga berlaku:

$$\Sigma F_y = Ma$$

$$Mg - T = Ma \dots \text{persamaan (1)}$$

Momen inersia pada katrol akan berlaku:

$$I = \frac{1}{2} mR^2$$

$$I = \frac{1}{2} (2M)R^2$$

$$I = MR^2 \dots \text{persamaan (2)}$$

Gaya-gaya yang bekerja pada katrol 2M adalah berat

katrol ( $2Mg$ ), tegangan batang ( $T_1$ ), dan tegangan

tali ( $T$ ). Berat  $2Mg$  dan  $T_1$  melalui poros O sehingga

tidak memberikan torsi. Jika  $I = MR^2$  akibatnya akan menghasilkan nilai T yaitu:

$$\Sigma \tau = I\alpha$$

$$TR = (MR^2) \left( \frac{a}{R} \right)$$

$$T = Ma \dots \text{persamaan (3)}$$

Jika persamaan (3) disubstitusikan ke persamaan (1) akan menghasilkan nilai  $\alpha$  yaitu:

$$Mg - T = Ma$$

$$Mg - Ma = Ma$$

$$Mg = 2Ma$$

$$a = \frac{g}{2}$$

Oleh karena itu, nilai percepatan sudutnya:

$$\alpha = \frac{a}{R} = \frac{g/2}{R} = \frac{g}{2R}$$

Jadi, jawaban yang paling tepat adalah pilihan E.

BAB  
7

# FLUIDA STATIS

## A. Massa Jenis

Massa jenis zat diartikan sebagai perbandingan massa zat dengan volume zat tersebut.

Rumus yang berlaku:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$\rho$  = massa jenis zat ( $\text{kg/m}^3$ )

$m$  = massa zat (kg)

$V$  = volume zat ( $\text{m}^3$ )

## B. Tekanan

Tekanan dapat didefinisikan sebagai gaya yang bekerja tegak lurus pada suatu bidang per satuan luas. Rumus yang berlaku:

$$P = \frac{F}{A}$$

$P$  = tekanan ( $\text{N/m}^2$ )

$F$  = gaya (N)

$A$  = luas bidang tekan ( $\text{m}^2$ )

Satuan tekanan antara lain:

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = \text{Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

## C. Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik bergantung pada kedalaman, percepatan gravitasi, dan massa jenis. Tekanan dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \rho gh$$

$P$  = tekanan ( $\text{N/m}^2$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )

$h$  = kedalaman dari permukaan fluida cair (m)

## D. Tekanan Total Pada Kedalaman

Tekanan pada kedalaman tertentu juga dipengaruhi tekanan atmosfer yang menekan permukaan atas lapisan zat cair. Rumus yang berlaku, yaitu:

$$P = P_0 + \rho gh$$

$P$  = tekanan total ( $\text{N/m}^2$  atau pascal)  
 $P_0$  = tekanan atmosfer ( $\text{N/m}^2$  atau pascal)  
 $\rho$  = massa jenis zat ( $\text{kg/m}^3$ )

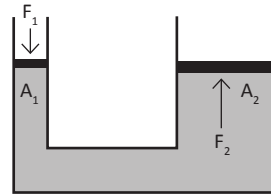
$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )  
 $h$  = kedalaman (m)

## E. Hukum-Hukum Fluida Statis

### 1. Hukum Pascal

Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan kepada fluida di dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah.

Penerapan hukum Pascal yaitu dongkrak hidrolik, pompa hidrolik, mesin pengepres hidrolik, kursi pasien dokter gigi, dan rem piringan hidrolik pada mobil. Rumus yang berlaku:



$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$F_1, F_2$  = gaya pada penampang 1 dan 2 (N)

$A_1, A_2$  = luas penampang 1 dan 2 ( $\text{m}^2$ )

$$\frac{F_1}{r_1^2} = \frac{F_2}{r_2^2}$$

$$\frac{F_1}{d_1^2} = \frac{F_2}{d_2^2}$$

$r_1^2, r_2^2$  = jari-jari penampang 1 dan 2 (m)

$d_1^2, d_2^2$  = diameter penampang 1 dan 2 (m)

### 2. Hukum Archimedes

Hukum Archimedes berbunyi, "Setiap benda yang terendam seluruhnya atau sebagian di dalam fluida akan mendapatkan gaya apung dengan arah ke atas yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda itu". Jika berat benda di udara disimbolkan  $w_u$ , berat benda di dalam fluida disimbolkan  $w_f$ , maka gaya ke atas dituliskan dalam persamaan

$$F_A = w_u - w_f \text{ atau } F_A = \rho_f g V_{bt}$$

$F_A$  = gaya Archimedes (N)

$w_u$  = berat benda ketika di udara (N)

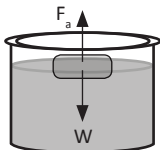
$\rho_f$  = massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$V_{bt}$  = volume benda tercelup ( $\text{m}^3$ )

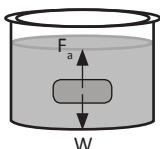
Kondisi benda ketika di dalam fluida dapat mengapung, melayang, dan tenggelam

a. Mengapung



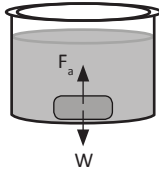
Benda mengapung jika  $F_a > W$  dan  $\rho_b < \rho_f$

b. Melayang



Benda melayang jika  $F_a = W$  dan  $\rho_b = \rho_f$ .

c. Tenggelam



Benda tenggelam jika  $F_a < W$  dan  $\rho_b > \rho_f$ .

Rumus yang berlaku untuk kondisi benda di dalam air, yaitu:

$$\begin{aligned} w &= F_A \\ mg &= \rho_f g V_{bt} \\ \rho_b g V_b &= \rho_f g V_{bt} \\ \rho_b V_b &= \rho_f V_{bt} \end{aligned}$$

$\rho_b$  = massa jenis benda ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $V_b$  = volume benda ( $\text{m}^3$ )  
 $\rho_f$  = massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $V_{bt}$  = volume benda tercelup ( $\text{m}^3$ )

## F. Tegangan Permukaan Zat Cair

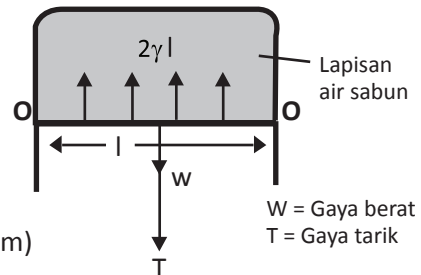
Tegangan permukaan merupakan kecenderungan zat cair untuk meregang sehingga permukaan cairan terlihat seperti terdapat lapisan.

Rumus dari tegangan permukaan, yaitu  $\gamma = \frac{F}{l}$ .

Jika zat cair memiliki dua permukaan seperti air sabun, maka dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\gamma = \frac{F}{2l}$$

$\gamma$  = tegangan permukaan zat cair ( $\text{N/m}$ )  
 $F$  = gaya tegang permukaan ( $\text{N}$ )  
 $l$  = panjang permukaan ( $\text{m}$ )



$W$  = Gaya berat  
 $T$  = Gaya tarik

## G. Sudut Kontak dan Kapilaritas

### 1. Sudut Kontak

Gaya tarik-menarik antarpartikel yang sama dinamakan kohesi, sementara itu gaya tarik-menarik antarpartikel yang berlainan jenis dinamakan adhesi. Kelengkungan air maupun kelengkungan raksa ditarik garis lurus akan membentuk sudut terhadap dinding vertikal. Sudut  $\theta$  dinamakan sudut kontak dengan sudut  $\theta$  kontak air adalah sudut lancip ( $\theta < 90^\circ$ ), sedangkan sudut kontak raksa adalah sudut tumpul ( $90^\circ < \theta < 180^\circ$ ).

### 2. Kapilaritas

Kapilaritas adalah peristiwa naik atau turunnya permukaan zat cair di dalam pipa kapiler. Naik turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$y = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

$y$  = kenaikan zat cair ( $\text{m}$ )  
 $\gamma$  = tegangan permukaan zat cair ( $\text{N/m}$ )  
 $\rho$  = massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )  
 $r$  = jari-jari pipa kapiler ( $\text{m}$ )

## H. Viskositas

Viskositas fluida menyatakan gesekan fluida. Semakin besar viskositas, semakin sulit benda bergerak di dalam fluida. Dalam kehidupan sehari-hari, viskositas lebih dikenal sebagai ukuran kekentalan fluida. Viskositas zat cair dapat ditentukan secara kuantitatif dengan besaran koefisien viskositas ( $\eta$ ). Gaya yang diperlukan untuk menggerakkan benda di dalam fluida sebagai berikut.

$$F = \frac{\eta Av}{l}$$

F = gaya untuk pergerakan benda (N)

A = luas permukaan papan ( $m^2$ )

v = kecepatan (m/s)

l = jarak antar dua keping (m)

$\eta$  = koefisien viskositas (kg/ms)

## I. Kecepatan Terminal

### 1. Hukum Stokes

Hukum Stokes menjelaskan bahwa sebuah benda melaju dalam suatu fluida, benda akan memperoleh gaya hambat. Besar gaya hambat dirumuskan sebagai berikut.

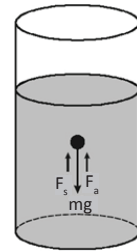
$$F_s = 6\pi\eta rv$$

$F_s$  = gaya hambat (N)

$\eta$  = koefisien viskositas (kg/ms)

r = jari-jari bola (m)

v = kelajuan bola (m/s)



### 2. Kecepatan Terminal

Kecepatan terminal adalah kecepatan bola yang bergerak dalam fluida kental dengan kecepatan konstan. Rumus kecepatan terminal, yaitu:

$$v = \frac{2r^2g}{9\eta}(\rho_b - \rho_f)$$

v = kecepatan terminal (m/s)

r = jari-jari bola (m)

g = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$\eta$  = koefisien viskositas (kg/ms)

$\rho_b$  = massa jenis benda ( $kg/m^3$ )

$\rho_f$  = massa jenis fluida ( $kg/m^3$ )

## Soal Bahas Fluida Statis

1. Balok yang tingginya 40 cm dan massa jenisnya  $0,75 \text{ gram cm}^{-3}$  mengapung di atas zat cair yang massa jenisnya  $1,5 \text{ gram cm}^{-3}$ , maka tinggi balok yang muncul di permukaan zat cair adalah ....
- A. 10 cm                      D. 60 cm  
 B. 20 cm                      E. 80 cm  
 C. 40 cm

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$h_B = 40 \text{ cm}$$

$$\rho_B = 0,75 \text{ gram cm}^{-3}$$

$$\rho_f = 1,5 \text{ gram cm}^{-3}$$

Ditanyakan:  $h_{\text{muncul}}$

Jawab:

Ketinggian balok yang tercelup di dalam zat cair dapat ditentukan dengan perhitungan berikut.

$$\rho_B h_B = \rho_f h_{BT}$$

$$(0,75)(40) = (1,5)h_{BT}$$

$$h_{BT} = \frac{(0,75)(40)}{1,5} = 20 \text{ cm}$$

Tinggi balok yang muncul di atas permukaan zat cair dapat ditentukan dengan perhitungan:

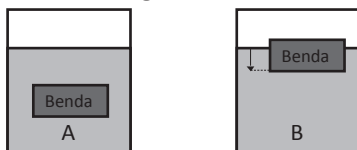
$$h_{\text{muncul}} = h_B - h_{BT}$$

$$h_{\text{muncul}} = 40 - 20$$

$$h_{\text{muncul}} = 20 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi balok yang muncul di permukaan zat cair adalah 20 cm.

2. Perhatikan gambar!



Sebuah benda ketika dimasukkan ke dalam air melayang dan ketika dimasukkan ke dalam zat cair B terapung dengan  $\frac{3}{4}$  bagian volumenya

berada di bawah permukaan zat cair, maka perbandingan massa jenis air dan cairan B adalah ....

- A. 1 : 2                      D. 3 : 4  
 B. 2 : 3                      E. 4 : 3  
 C. 3 : 2

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Ketika benda dimasukkan ke dalam air akan berlaku persamaan:

$$\rho_b = \rho_{\text{air}}$$

Ketika dimasukkan ke dalam zat cair B, perbandingan antara massa jenis air dan massa jenis zat cair B:

$$\rho_b V_B = \rho_f V_{BT}$$

$$\rho_{\text{air}} V_B = \rho_f \frac{3}{4} V_B$$

$$\frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_f} = \frac{3}{4}$$

Jadi, perbandingan massa jenis air dan massa jenis cairan adalah 3:4.

3. Perhatikan pernyataan di bawah ini!

- (1) Sudut kontak permukaan fluida
  - (2) Jari-jari pipa kapiler
  - (3) Massa jenis fluida
  - (4) Tegangan permukaan fluida
- Kenaikan permukaan fluida yang cekung dalam pipa kapiler berbanding lurus dengan ....

- A. (1)                      D. (4)  
 B. (2)                      E. Semua benar  
 C. (3)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

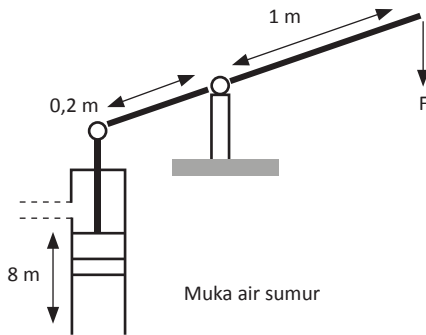
Kenaikan permukaan fluida dalam pipa kapiler dirumuskan dalam persamaan berikut.

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

Berdasarkan persamaan di atas diketahui bahwa kenaikan permukaan fluida (h) berbanding lurus dengan tegangan permukaan ( $\gamma$ ). Oleh karena

itu, pilihan yang tepat adalah pilihan nomor (4).

4. Sebuah pompa air dengan luas penampang sebesar  $75 \text{ cm}^2$  ingin digunakan untuk memompa air dari kedalaman  $8 \text{ m}$  (lihat gambar). Ambillah percepatan gravitasi sebesar  $10 \text{ m/s}^2$ . Jika pada saat memompa timbul gaya gesekan pada penghisap sebesar  $20 \text{ N}$ , sedangkan gesekan lainnya diabaikan maka gaya yang diperlukan untuk memompa adalah sebesar ....



- A.  $124 \text{ N}$                       D.  $100 \text{ N}$   
 B.  $120 \text{ N}$                       E.  $40 \text{ N}$   
 C.  $116 \text{ N}$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: A**

Diketahui:

$$A = 75 \text{ cm}^2 \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 8 \text{ m} \quad f_s = 20 \text{ N}$$

Ditanyakan:  $F$

Jawab:

Gaya yang terjadi pada sumur

$$F_y = F_s + F_H$$

$$F_y = 20 + \rho g V$$

$$F_y = 20 + (1.000)(10)Ah$$

$$F_y = 20 + (1.000)(10)(75 \times 10^{-4})(8)$$

$$F_y = 20 + 600 = 620 \text{ N}$$

Perhatikan pada titik tengah pompa.

Dengan menggunakan konsep momen

gaya di titik tengah nol sehingga

diperoleh:

$$F_y(0,2) = F(1)$$

$$(620)(0,2) = F$$

$$F = 124 \text{ N}$$

Jadi, gaya yang diperlukan untuk memompa sebesar  $124 \text{ N}$ .

5. Seongkah es dengan massa jenis  $0,90 \text{ gram/cm}^3$  dimasukkan ke dalam minyak dengan massa jenis  $0,80 \text{ gram/cm}^3$ . Gejala yang terjadi adalah ....

- A. es terapung  
 B.  $\frac{1}{9}$  bagian es tenggelam  
 C.  $\frac{1}{2}$  bagian es tenggelam  
 D.  $\frac{8}{9}$  bagian es tenggelam  
 E. Es tenggelam seluruhnya

**Tipe Soal Penalaran & Logika**  
**Jawaban: E**

Berdasarkan soal diketahui bahwa:

$$\rho_B = 0,90 \text{ gram/cm}^3$$

$$\rho_f = 0,80 \text{ gram/cm}^3$$

Massa jenis bongkahan es lebih besar dibandingkan massa jenis fluida sehingga benda akan tenggelam seluruhnya. Jadi, jawaban yang tepat adalah pilihan E.



BAB  
8

# FLUIDA DINAMIS

## A. Debit

Debit dapat diartikan sebagai volume fluida yang mengalir tiap satuan waktu.

$$Q = Av \text{ atau } Q = \frac{V}{t}$$

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

V = volume fluida (m<sup>3</sup>)

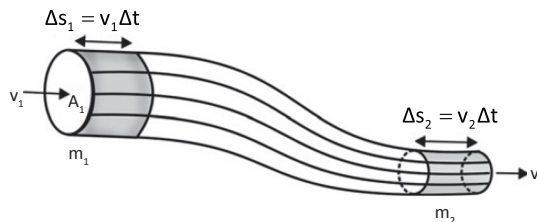
t = waktu (s)

A = luas (m<sup>2</sup>)

v = kecepatan (m/s)

## B. Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas menyatakan bahwa debit fluida yang memasuki pipa sama dengan debit fluida yang keluar dari pipa.



$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Q<sub>1</sub> = debit ketika masuk (m<sup>3</sup>/s)

Q<sub>2</sub> = debit ketika keluar (m<sup>3</sup>/s)

A<sub>1</sub> = luas penampang 1 (m<sup>2</sup>)

A<sub>2</sub> = luas penampang 2 (m<sup>2</sup>)

v<sub>1</sub> = kecepatan fluida ketika masuk (m/s)

v<sub>2</sub> = kecepatan fluida ketika keluar (m/s)

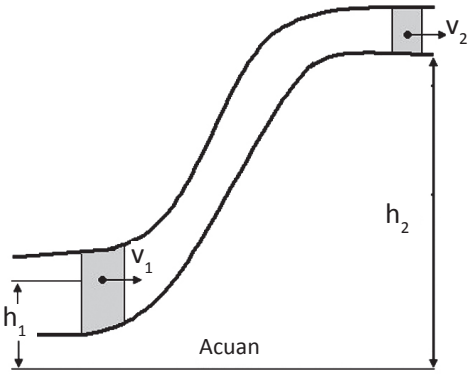
## C. Asas Bernoulli

Asas Bernoulli menyatakan bahwa dalam pipa horizontal, tekanan fluida paling besar terdapat dalam fluida dengan kelajuan aliran kecil, sedangkan tekanan paling kecil terdapat dalam fluida dengan kelajuan aliran besar.

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$$

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

$p_1, p_2$  = tekanan di titik 1 dan 2 (N/m<sup>2</sup>)  
 $v_1, v_2$  = kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/s)  
 $h_1, h_2$  = ketinggian di titik 1 dan 2 (m)  
 $\rho$  = massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)  
 $g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)



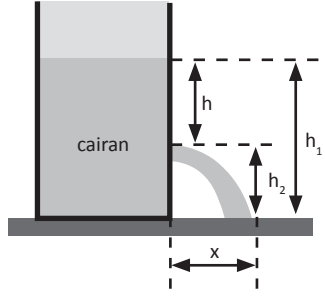
## D. Penerapan Asas Bernoulli

### 1. Tangki Berlubang

Kecepatan semburan air dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$v = \sqrt{2gh}$$

$v$  = kecepatan semburan (m/s)  
 $g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)  
 $h$  = tinggi lubang dari permukaan air (m)  
 Waktu yang dibutuhkan semburan air mencapai tanah dirumuskan sebagai berikut.



$$t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$t$  = waktu yang dibutuhkan air mencapai tanah (s)  
 $g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)  
 $h_2$  = ketinggian lubang diukur dari permukaan tanah (m)

Jarak jangkauan air ( $x$ ) dirumuskan sebagai berikut.

$$x = \sqrt{2hh_2}$$

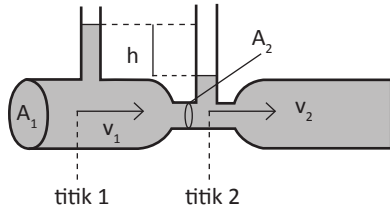
$h$  = tinggi lubang dari permukaan air (m)  
 $h_2$  = ketinggian lubang diukur dari permukaan tanah (m)

### 2. Venturimeter

a. Venturimeter tanpa manometer  
 Kelajuan fluida pada luas penampang sebagai berikut.

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

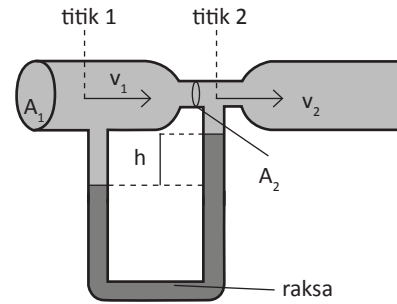
$v_1$  = kelajuan fluida pada penampang 1  
 $v_2$  = kelajuan fluida pada penampang 2  
 $g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)  
 $h$  = perbedaan ketinggian pada fluida (m)  
 $A_1$  = luas penampang 1 (m<sup>2</sup>)  
 $A_2$  = luas penampang 2 (m<sup>2</sup>)



- b. Venturimeter dengan manometer  
 Kelajuan fluida pada luas penampang  $A_1$   
 sebagai berikut.

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\rho_r g h}{\rho_u \left( \frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1}}$$

$\rho_r$  = massa jenis raksa ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $\rho_u$  = massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

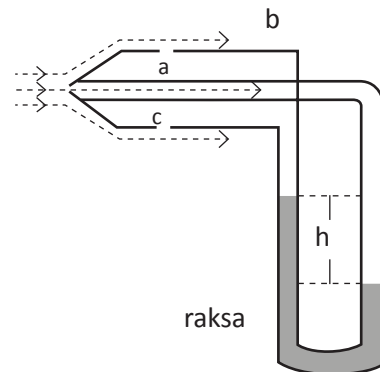


### 3. Tabung Pitot

Tabung pitot adalah alat yang digunakan untuk mengukur kelajuan gas. Kecepatan aliran gas dirumuskan sebagai berikut.

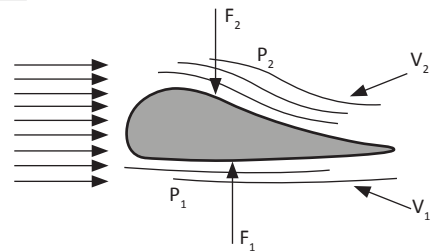
$$v = \sqrt{\frac{2\rho_r g h}{\rho_u}}$$

$v$  = kecepatan aliran gas ( $\text{m/s}$ )  
 $\rho_r$  = massa jenis raksa ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $\rho_u$  = massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )  
 $h$  = perbedaan ketinggian pada fluida ( $\text{m}$ )



### 4. Gaya Angkat Pesawat

Perhatikan gambar di samping!  
 Pesawat akan terangkat jika  $p_1 > p_2$  dan  $v_1 < v_2$ .  
 Sementara itu, pesawat akan turun jika  
 $p_1 < p_2$  dan  $v_1 > v_2$ .  
 Rumus gaya angkat pesawat:



$$F_1 - F_2 = (p_1 - p_2)A$$

$$F_1 - F_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)A$$

$F_1 - F_2$  = gaya angkat pesawat terbang ( $\text{N}$ )

$p_1$  = tekanan pada sayap bagian bawah ( $\text{N/m}^2$ )

$p_2$  = tekanan pada sayap bagian atas ( $\text{N/m}^2$ )

$A$  = luas penampang sayap ( $\text{m}^2$ )

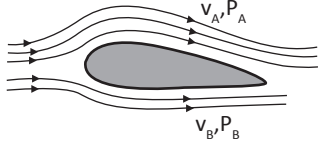
$v_1$  = kecepatan udara sayap bagian atas ( $\text{m/s}$ )

$v_2$  = kecepatan udara sayap bagian bawah ( $\text{m/s}$ )

$\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )

## Soal Bahas Fluida Dinamis

1. Sayap pesawat terbang dirancang agar memiliki gaya angkat ke atas maksimum seperti gambar.



Jika  $v$  adalah kecepatan aliran udara dan  $P$  adalah tekanan udara, sesuai dengan azas Bernoulli rancangan tersebut dibuat agar ....

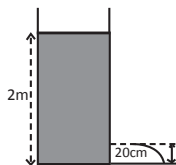
- A.  $v_A > v_B$  sehingga  $P_A > P_B$
- B.  $v_A > v_B$  sehingga  $P_A < P_B$
- C.  $v_A < v_B$  sehingga  $P_A < P_B$
- D.  $v_A < v_B$  sehingga  $P_A > P_B$
- E.  $v_A > v_B$  sehingga  $P_A = P_B$

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa kecepatan fluida dan tekanannya berbanding terbalik. Semakin besar kecepatan fluida, maka semakin kecil tekanannya. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil kecepatan fluida maka semakin besar tekanannya. Pada azas Bernoulli, gaya angkat maksimum terjadi jika  $P_A < P_B$  sehingga  $v_A > v_B$ .

2. Perhatikan gambar! Pada sebuah tangki berisi air setinggi 2 m terdapat lubang kecil 20 cm dari dasar. Jika percepatan gravitasinya  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , maka kecepatan keluarnya air dari lubang adalah ....



- A. 6 m/s
- B. 8 m/s
- C. 10 m/s
- D. 12 m/s
- E. 14 m/s

**Tipe Soal Aplikasi**

**Jawaban: A**

Diketahui:

$$h = (2 - 0,2) \text{ m} = 1,8 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan:  $v$

Jawab:

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2(10)(1,8)}$$

$$v = \sqrt{36} = 6$$

Jadi, kecepatan aliran air sebesar 6 m/s.

3. Berikut ini merupakan alat-alat yang berhubungan dengan fisika.
- (1) Pompa hidrolik
  - (2) Karburator
  - (3) Venturimeter
  - (4) Termometer
- Alat-alat di atas yang menerapkan prinsip kerja hukum Bernoulli adalah ....
- A. (1) dan (2)
  - B. (1) dan (3)
  - C. (1) dan (4)
  - D. (2) dan (3)
  - E. (2) dan (4)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: D**

Prinsip kerja hukum Bernoulli digunakan pada karburator dan venturimeter. Sementara itu, pompa hidrolik menerapkan hukum Pascall dan termometer menerapkan prinsip pemuaian.

4. Sebuah pompa air yang memiliki daya 100 watt digunakan untuk mengambil air tanah pada kedalaman 9 meter. Air disalurkan melalui pipa dan ditampung dalam bak yang memiliki ukuran  $0,5 \text{ m}^3$ . Jika bak penuh setelah dialiri air selama 15 menit, efisiensi pompa air yang dihasilkan sebesar ....
- A. 25%
  - B. 50%
  - C. 60%
  - D. 75%
  - E. 90%

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$P = 100 \text{ watt}$$

$$h = 9 \text{ meter}$$

$$V = 0,5 \text{ m}^3$$

$$t = 15 \text{ menit} = 900 \text{ sekon}$$

Ditanyakan:  $\eta$

Jawab:

Debit akibat pengisian air pada bak:

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$Q = \frac{0,5}{900} = \frac{1}{1.800}$$

Efisiensi dihasilkan melalui persamaan:

$$\eta = \frac{mgh}{Pt} \times 100\%$$
$$\eta = \frac{\rho Vgh}{Pt} \times 100\%$$
$$\eta = \frac{\rho Qgh}{P} \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan di atas, akan diperoleh nilai efisiensi:

$$\eta = \frac{\rho Qgh}{P} \times 100\%$$
$$\eta = \frac{(1.000) \left( \frac{1}{1.800} \right) (10)(9)}{100} \times 100\%$$
$$\eta = 50\%$$

Jadi, efisiensi pompa air sebesar 50%.

5. Sebuah pipa pitot yang dilengkapi manometer raksa ( $\rho = 13,6 \text{ gram/cm}^3$ ) digunakan untuk mengukur kelajuan aliran gas ( $\rho = 0,004 \text{ gram/cm}^3$ ). Perbandingan luas penampang besar dan kecil adalah 3:1. Apabila beda ketinggian kaki manometer 1 cm dan percepatan gravitasi 10 m/s, kelajuan aliran gas tersebut adalah ....
- A. 9,12 m/s      D. 9,71 m/s  
B. 9,22 m/s      E. 9,88 m/s  
C. 9,56 m/s

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$\rho_{\text{raksa}} = 13,6 \text{ gram/cm}^3 = 13.600 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{gas}} = 0,004 \text{ gram/cm}^3 = 4 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$A_1 : A_2 = 3 : 1$$

Ditanyakan: v

Jawab:

Pada pipa pitot akan berlaku persamaan:

$$v = \sqrt{\frac{2\rho_{\text{Hg}}gh}{\rho_{\text{gas}} \left( \left( \frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right)}}$$
$$v = \sqrt{\frac{2(13.600)(10)(1 \times 10^{-2})}{(4) \left( \left( \frac{3}{1} \right)^2 - 1 \right)}}$$
$$v = \sqrt{85}$$
$$v = 9,22$$

Jadi, kelajuan aliran gas sebesar 9,22 m/s.

BAB  
9

# GETARAN, GELOMBANG, DAN BUNYI

## A. Getaran, Periode Getaran, dan Frekuensi Getaran

Getaran diartikan sebagai gerak bolak-balik secara periodik melalui titik keseimbangan. Periode (T) diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk satu getaran.

Frekuensi getaran (f) diartikan sebagai banyaknya getaran dalam setiap satuan waktu. Rumus periode getaran dan frekuensi getaran sebagai berikut.

$$T = \frac{t}{N} \text{ dan } f = \frac{N}{t}$$

T = periode (sekon)  
t = waktu (sekon)  
N = banyaknya getaran  
f = frekuensi (Hertz)

Hubungan antara periode dan frekuensi sebagai berikut.

$$f = \frac{1}{T} \rightarrow T = \frac{1}{f}$$

## B. Persamaan Simpangan, Kecepatan, dan Percepatan

Simpangan dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$y = A \sin(\omega t + \theta_0)$$

y = simpangan (meter)       $\omega$  = frekuensi sudut (rad/s)  
A = amplitudo (meter)       $\theta_0$  = sudut fase awal (rad)

Persamaan kecepatan getaran harmonik dinyatakan sebagai turunan pertama dari fungsi simpangan. Adapun persamaannya adalah  $v = A\omega \cos(\omega t + \theta_0)$ .

Adapun persamaan dari percepatan gerak harmonik sederhana diperoleh dari turunan pertama dari kecepatan yang dinyatakan sebagai  $a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \theta_0)$ .

## C. Sudut Fase, Fase, dan Beda Fase

Berdasarkan persamaan simpangan  $y = A \sin(\omega t + \theta_0)$ , sudut  $(\omega t + \theta_0)$  dinamakan sebagai **sudut fase** yang dinotasikan dengan  $\theta$ . Sudut fase dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\theta = (\omega t + \theta_0)$$

$$\theta = \left( \frac{2\pi t}{T} + \theta_0 \right)$$

$$\theta = 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi} \right)$$

$$\theta = 2\pi\phi$$

Dengan  $\phi$  sebagai **fase**. Pada saat  $t = t_1$  dengan fase  $\phi_1$  dan pada saat  $t = t_2$  dengan fase  $\phi_2$ , **beda fase** yang dihasilkan antara kedua kedudukan  $\Delta\phi$  adalah:

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$$

$$\Delta\phi = \frac{t_2 - t_1}{T}$$

## D. Getaran Pada Pegas

Periode dan frekuensi pada pegas dituliskan dalam persamaan berikut.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ dan } f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$T$  = periode (s)  
 $f$  = frekuensi (Hz)  
 $m$  = massa benda (kg)  
 $k$  = tetapan gaya (N/m)

Adapun percepatan pegas ( $a$ ) dihitung dengan persamaan:  $a = \frac{-ky}{m}$

## E. Getaran Beban Pada Ayunan Sederhana

Ayunan yang bergetar memiliki frekuensi yang dituliskan dalam persamaan:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ dan } f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

$T$  = periode  
 $f$  = frekuensi (Hz)  
 $g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )  
 $l$  = panjang tali (m)

## F. Hukum Kekekalan Energi Mekanik Pada Getaran Harmonik

Hukum kekekalan energi mekanik dinyatakan bahwa “Pada getaran harmonik terjadi pertukaran energi potensial menjadi energi kinetik atau sebaliknya. Sementara itu, energi mekanik yaitu energi potensial dan energi kinetik bernilai tetap”

### 1. Energi Potensial

Energi potensial dirumuskan sebagai berikut.

$$E_p = \frac{1}{2}ky^2$$

$$E_p = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2 \omega t$$

$E_p$  = energi potensial (joule)  
 $m$  = massa benda (kg)  
 $A$  = amplitudo (m)  
 $\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)  
 $t$  = waktu (sekon)

## 2. Energi Kinetik

Energi kinetik dirumuskan sebagai berikut.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \cos^2 \omega t$$

$$E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - y^2)$$

## 3. Energi Mekanik

Energi Mekanik merupakan jumlah energi potensial dan energi kinetik.

$$E_M = \frac{1}{2}kA^2$$

## G. Superposisi Getaran

Penjumlahan simpangan-simpangan getaran dinamakan sebagai *superposisi getaran*.

Misalkan suatu gelombang memiliki dua getaran yaitu

$$y_1 = A \sin \omega_1 t$$

$$y_2 = A \sin \omega_2 t$$

Getaran resultannya adalah

$$y = 2A \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}\right) t \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}\right) t$$

## H. Pengertian Gelombang

Gelombang merupakan getaran yang merambat baik melalui medium maupun tanpa medium. Gelombang yang dapat merambat dengan medium dinamakan gelombang mekanik, sedangkan gelombang yang dapat merambat baik ada medium maupun tanpa medium dinamakan gelombang elektromagnetik. Sementara itu, gelombang berdasarkan arah perambatannya dibedakan menjadi gelombang transversal maupun gelombang longitudinal.

### 1. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah perambatannya. Gelombang transversal dicontohkan dalam gelombang pada tali atau gelombang pada air.

### 2. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya searah dengan arah perambatannya. Dalam gelombang longitudinal terdapat renggangan dan rapatan. Contoh dari gelombang longitudinal adalah gelombang pada slinki dan gelombang bunyi.



### 3. Hubungan Antara Panjang Gelombang, Cepat Rambat, Periode, dan Frekuensi Suatu Gelombang

Hubungan dari keempat besaran tersebut dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$v = \lambda f \text{ atau } v = \frac{\lambda}{T}$$

$v$  = cepat rambat gelombang (m/s)

$f$  = frekuensi (Hertz)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$T$  = periode gelombang (sekon)

## I. Gelombang Berjalan

### 1. Simpangan Gelombang

Gelombang berjalan dituliskan dalam persamaan berikut.

$$y = \pm A \sin(\omega t \pm kx)$$

$y$  = simpangan gelombang (m)

$\omega$  = frekuensi sudut (rad/s)

$A$  = amplitudo (m)

$k$  = bilangan gelombang

$A (+)$  perambatan awal ke atas

$(\omega t - kx)$  gelombang merambat ke kanan

$A (-)$  perambatan awal ke bawah

$(\omega t + kx)$  gelombang merambat ke kiri

Jika  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  dan  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ , maka persamaan gelombang berjalan berubah menjadi

$$y = \pm A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t \pm \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$$

### 2. Kecepatan Partikel dan Percepatan Partikel Pada Gelombang Berjalan

Kecepatan partikel disuatu titik yang berjarak meter dari titik asal setelah bergetar selama sekon dituliskan dalam persamaan berikut.

$$v = A\omega \cos(\omega t \pm kx)$$

Sementara itu, percepatan partikel merupakan turunan pertama dari fungsi kecepatan.

$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t \pm kx)$$

### 3. Sudut Fase, Fase, dan Beda Fase Dari Gelombang Berjalan

Sudut fase dari gelombang berjalan dituliskan dalam persamaan berikut.

$$\theta = \omega t - kx$$

Fase gelombang

$$\phi = \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}$$

Beda fase

$$\Delta\phi = -\frac{\Delta x}{\lambda}$$

## J. Gelombang Stasioner

Gelombang stasioner adalah gelombang yang terjadi karena terjadi interferensi terus-menerus antara gelombang datang dan gelombang pantul.

### 1. Gelombang Stasioner Dengan Ujung Terikat

Persamaan simpangan gelombang stasioner dengan ujung terikat

$$y = 2A \sin kx \cos \omega t$$

Letak simpul pada gelombang stasioner dengan ujung terikat

$$\Delta x = \frac{(n-1)}{2} \lambda \text{ dengan } n = 1, 2, 3, \dots$$

Letak perut pada gelombang stasioner dengan ujung terikat

$$\Delta x = \frac{(2n-1)}{4} \lambda \text{ dengan } n = 1, 2, 3, \dots$$

### 2. Gelombang Stasioner Dengan Ujung Bebas

Persamaan simpangan gelombang stasioner dengan ujung bebas.

$$y = 2A \cos kx \sin \omega t$$

Letak simpul pada gelombang stasioner dengan ujung bebas.

$$\Delta x = \frac{(2n-1)}{4} \lambda \text{ dengan } n = 1, 2, 3, \dots$$

Letak perut pada gelombang stasioner dengan ujung bebas.

$$\Delta x = \frac{(n-1)}{2} \lambda \text{ dengan } n = 1, 2, 3, \dots$$

## K. Gelombang Bunyi

Intensitas bunyi yang dihasilkan dari sebuah sumber bunyi dirumuskan sebagai berikut.

$$I = \frac{P}{A} \text{ atau } I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$I$  = intensitas bunyi ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$A$  = luas ( $\text{m}^2$ )

$P$  = daya (watt)

$r$  = jarak sumber bunyi (m)

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh hubungan antara intensitas dan jarak sumber bunyi sebagai berikut.

$$\frac{I_1}{I_2} = \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$I_1$  = intensitas pada keadaan 1 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$r_1$  = jarak pada keadaan 1 (m)

$I_2$  = intensitas pada keadaan 2 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$r_2$  = jarak pada keadaan 2 (m)

Tingkat intensitas kekuatan bunyi dapat diartikan sebagai taraf intensitas bunyi. Taraf intensitas bunyi dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Persamaan taraf intensitas sebagai berikut.

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Taraf intensitas bunyi jika dihubungkan dengan jumlah sumber bunyi sebagai berikut.

$$TI = TI_0 + 10 \log \frac{n_2}{n_1}$$

TI = taraf intensitas bunyi (dB)

$TI_0$  = taraf intensitas bunyi dengan jumlah sumber mula-mula (dB)

$n_1$  = jumlah sumber bunyi mula-mula

$n_2$  = jumlah sumber bunyi akhir

Jika menentukan taraf intensitas bunyi berdasarkan jarak sumber bunyi sebagai berikut.

$$TI = TI_0 - 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

TI = taraf intensitas bunyi (dB)

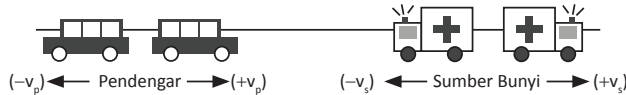
$TI_0$  = taraf intensitas bunyi pada jarak mula-mula (dB)

$r_2$  = jarak akhir dari sumber bunyi (m)

$r_1$  = jarak awal sumber bunyi (m)

## L. Efek Doppler

Efek Doppler adalah peristiwa bertambah atau berkurangnya frekuensi sumber yang didengar oleh frekuensi pendengar yang diakibatkan adanya gerak relatif antara sumber bunyi dan pendengar sehingga bunyi seolah-olah terdengar lebih keras atau pelan.



Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$$

$f_p$  = frekuensi bunyi yang diterima pendengar (Hz)

$v$  = kecepatan bunyi di udara = 340 m/s

$v_p$  = kecepatan pendengar (m/s)

$v_s$  = kecepatan sumber bunyi (m/s)

$f_s$  = frekuensi bunyi dari sumber bunyi (Hz)

## M. Layangan Bunyi

Layangan bunyi merupakan selisih frekuensi yang didengar oleh pendengar yang terjadi jika ada dua frekuensi yang berbeda terdengar oleh pendengar. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\Delta f = |f_1 - f_2|$$

$\Delta f$  = layangan bunyi (Hz)

$f_1$  = frekuensi yang didengar pertama (Hz)

$f_2$  = frekuensi yang didengar kedua (Hz)

## N. Gelombang Elektromagnetik

### 1. Sifat Gelombang

- Gelombang elektromagnetik memiliki sifat-sifat seperti cahaya sebagai berikut.
- Dapat merambat dalam ruang hampa (tidak memerlukan medium untuk merambat).
  - Tidak bermuatan listrik.
  - Merupakan gelombang transversal, yaitu arah getarnya tegak lurus dengan arah perambatannya.
  - Arah perambatannya tidak dibelokkan, baik pada medan listrik maupun medan magnet.
  - Memiliki sifat umum gelombang, seperti dapat mengalami polarisasi, pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), interferensi, dan lenturan (difraksi).

### 2. Frekuensi, Panjang Gelombang, dan Kecepatan

Gelombang elektromagnetik juga memiliki frekuensi, panjang gelombang dan kecepatan rambat yang memenuhi persamaan berikut.

$$c = \lambda f$$

$c$  = kecepatan cahaya (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$f$  = frekuensi gelombang (Hz)

### 3. Jenis-Jenis Gelombang Elektromagnetik

Berbagai jenis spektrum gelombang elektromagnetik dari panjang gelombang terbesar ke panjang gelombang terkecil akan dijelaskan sebagai berikut.

- Gelombang radio dan TV  
Gelombang radio memiliki panjang gelombang  $10^4$  m ~ 0,1 m. Gelombang radio dihasilkan melalui perangkat elektronik seperti LC oscillator. Gelombang radio digunakan pada radio dan televisi sebagai alat untuk komunikasi.
- Gelombang mikro  
Gelombang mikro memiliki panjang gelombang antara 0,3 m ~  $10^4$  m. Manfaat gelombang mikro antara lain:
  - untuk memasak makanan oven *microwave*.
  - untuk menganalisa struktur atomik dan molekul.
  - dapat digunakan untuk mengukur kedalaman laut.
  - gelombang RADAR diaplikasikan untuk mendeteksi suatu objek, memandu pendaratan pesawat terbang, membantu pengamatan di kapal laut dan pesawat terbang pada malam hari atau cuaca kabut, serta untuk menentukan arah dan posisi yang tepat.
- Gelombang inframerah  
Gelombang inframerah memiliki panjang gelombang  $10^{-3}$  m ~  $7 \times 10^{-7}$  m. Sinar inframerah banyak digunakan dalam bidang kedokteran digunakan untuk mendeteksi masalah sirkulasi darah, radang sendi, dan kanker. Selain itu, dapat digunakan untuk menyembuhkan penyakit cacar dan encok. Teknologi inframerah juga dapat digunakan pada *remote control*, fotografi kamera inframerah dan alarm pencuri, serta untuk pengeringan cat mobil dengan cepat.

d. Cahaya tampak

Cahaya tampak merupakan spektrum elektromagnetik yang dapat dilihat oleh mata. Cahaya tampak terdiri dari beberapa jenis sinar dengan urutan panjang gelombang paling panjang ke paling pendek yaitu sinar merah, jingga, kuning, hijau, biru, dan ungu. Gelombang sinar tampak memiliki panjang gelombang antara  $7 \times 10^{-7} \text{ m}$  ( $\lambda_{\text{merah}}$ )  $\sim 4 \times 10^{-7} \text{ m}$  ( $\lambda_{\text{ungu}}$ ). Cahaya tampak dapat dimanfaatkan dalam bidang telekomunikasi yakni sinar laser dalam serat optik.

e. Sinar ultraviolet (UV)

Gelombang ultraviolet memiliki panjang gelombang antara  $4 \times 10^{-7} \text{ m} \sim 6 \times 10^{-10} \text{ m}$ . Sumber utama sinar ultraviolet (UV) adalah matahari. Sinar UV merupakan bagian terpenting dari tumbuhan karena membantu dalam proses fotosintesis.

Dalam bidang kedokteran dapat dimanfaatkan untuk membunuh virus dan bakteri sehingga sangat cocok untuk sterilisasi ruang dan peralatan bedah. Manfaat lain sinar UV adalah dapat digunakan untuk memeriksa keaslian uang, serta membantu pembentukan vitamin D pada tulang, namun jika kulit terkena paparan sinar UV yang berlebihan dapat menyebabkan kehitaman (kulit terbakar) bahkan kanker kulit.

f. Sinar X

Sinar X (*X-Ray*) juga dikenal sebagai sinar Rontgen. Sinar X memiliki panjang gelombang  $10^{-8} \text{ m} \sim 10^{-12} \text{ m}$ . Manfaat gelombang sinar X antara lain:

- 1) Sebagai alat pendeteksi penyakit organ dalam.
- 2) Untuk terapi kanker.
- 3) Memeriksa struktur kristal pada zat padat.
- 4) Memeriksa barang-barang di bandara/pelabuhan.

Meskipun memiliki banyak manfaat, jika digunakan terus-menerus sinar X dapat merusak jaringan tubuh.

g. Sinar Gamma

Sinar gamma dihasilkan melalui emisi radiasi nuklir (seperti  $^{60}\text{Co}$  dan  $^{137}\text{Cs}$ ). Sinar gamma memiliki panjang gelombang antara  $10^{-10} \text{ m} \sim 10^{-14} \text{ m}$ . Berbagai manfaat sinar gamma antara lain:

- 1) Dapat digunakan untuk terapi.
- 2) Untuk sterilisasi peralatan rumah sakit, makanan, bahan makanan kaleng.
- 3) Pembuatan varietas tanaman unggul.
- 4) Mengurangi populasi hama tanaman (serangga).
- 5) Perunut aliran fluida dan mendeteksi kebocoran pipa.

Bahaya dari radiasi sinar gamma antara lain adalah dapat mengakibatkan kerusakan pada jaringan tubuh serta kemandulan.

## Soal Bahas Getaran, Gelombang, & Bunyi

1. Sebuah gelombang berjalan merambat dengan persamaan  $y = 0,02\sin(50\pi t + \pi x)$  m. Dari persamaan tersebut, maka:
- (1) Frekuensi gelombang 25 Hz.
  - (2) Panjang gelombang 4 m.
  - (3) Cepat rambat gelombang 50 m/s.
  - (4) Jarak dua titik berurutan yang sefase 5 m.

Pernyataan yang benar adalah ....

- A. (1) dan (3)      D. (2) dan (4)  
 B. (1) dan (4)      E. (3) dan (4)  
 C. (2) dan (3)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: A**

Persamaan gelombang:

$$y = 0,02\sin(50\pi t + \pi x) \text{ m.}$$

Berdasarkan persamaan tersebut akan diperoleh:

$$A = 0,02 \text{ meter}$$

$$\omega = 50\pi$$

$$k = \pi$$

Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh nilai:

- a. Frekuensi:

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$f = \frac{50\pi}{2\pi} = 25 \text{ Hz}$$

- b. Panjang gelombang

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{\pi}$$

$$\lambda = 2 \text{ meter}$$

- c. Cepat rambat gelombang:

$$v = \lambda f$$

$$v = (2 \text{ meter})(25 \text{ Hz})$$

$$v = 50 \text{ m/s}$$

- d. Pada jarak 5 meter bukan sefase.  
 Jadi, jawaban yang tepat pilihan A.

2. Sebuah mobil ambulans bergerak dengan kelajuan 30 m/s sambil membunyikan sirine dengan frekuensi 1.500 Hz. Sebuah sepeda motor bergerak dengan kelajuan 108 km/jam berlawanan arah dengan mobil ambulans. Jika kecepatan bunyi di udara 330 m/s, perbedaan frekuensi yang didengar oleh pengendara sepeda motor saat mendekat dan menjauhi ambulans adalah ....

- A. 15:26                      D. 26:25  
 B. 25:36                      E. 36:25  
 C. 26:15

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Diketahui:

$$v_s = 30 \text{ m/s}$$

$$f_s = 1.500 \text{ Hz}$$

$$v_p = 108 \text{ km/jam} = 30 \text{ m/s}$$

$$v = 330 \text{ m/s}$$

Ditanyakan:  $f_{p1} : f_{p2}$

Jawab:

Jika  $f_{p1}$  dianggap sebagai frekuensi pendengar saat mendekati dan  $f_{p2}$  dianggap sebagai frekuensi pendengar saat menjauhi maka hasilnya seperti berikut.

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} \times f_s$$

$$f_{p1} = \frac{330 + 30}{330 - 30} \times 1.500$$

$$f_{p1} = \frac{360}{300} \times 1.500$$

$$f_{p1} = 1.800 \text{ Hz}$$

$$f_{p2} = \frac{v - v_p}{v + v_s} \times f_s$$

$$f_{p2} = \frac{330 - 30}{330 + 30} \times 1.500$$

$$f_{p2} = \frac{300}{360} \times 1.500$$

$$f_{p2} = 1.250 \text{ Hz}$$

Perbandingan antara  $f_{p1}$  dan  $f_{p2}$ , yaitu:

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{1.800 \text{ Hz}}{1.250 \text{ Hz}}$$

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{36}{25}$$

Jadi, perbandingan frekuensi yang didengar oleh pengendara sepeda motor saat mendekat dan menjauhi ambulans adalah 36:25.

3. Sebuah benda melakukan gerak harmonik sederhana dengan amplitudo  $A$  dan frekuensi sudut  $\omega$ . Pada saat kecepatan benda sama dengan  $\frac{4}{5}$  kecepatan maksimumnya, percepatannya adalah ....

- A.  $-\left(\frac{4}{5}\right)A\omega^2$       D.  $\frac{3}{5}A\omega^2$   
 B.  $-\left(\frac{3}{5}\right)A\omega^2$       E.  $\frac{4}{5}A\omega^2$   
 C.  $-\left(\frac{1}{5}\right)A\omega^2$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Berdasarkan soal dijelaskan bahwa kecepatan benda sama dengan  $\frac{4}{5}$  kecepatan maksimum sehingga apabila dituliskan dalam persamaan seperti berikut.

$$v = \frac{4}{5}v_{\max}$$

$$A\omega \cos \theta = \frac{4}{5}A\omega$$

$$\cos \theta = \frac{4}{5}$$

$$\sin \theta = \frac{3}{5}$$

Oleh karena itu nilai dari percepatannya adalah:

$$a = -A\omega^2 \sin \theta$$

$$a = -\frac{3}{5}A\omega^2$$

Jadi, jawaban yang tepat adalah pilihan B.

4. Seseorang mendengarkan kembali suaranya sebagai gema dari sebuah tebing setelah waktu 4 detik. Apabila  $\gamma$  adalah perbandingan panas jenis udara pada tekanan dan suhu konstan dan orang tersebut mengetahui suhu saat itu  $T$  kelvin dan massa molekul relatif udara  $M$ , maka orang tersebut dapat menentukan jarak tebing menurut persamaan ....

- A.  $\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$       D.  $6\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$   
 B.  $2\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$       E.  $8\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$   
 C.  $4\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Cepat rambat di dalam suatu gas dirumuskan dalam persamaan

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

Dalam soal dijelaskan bahwa terjadi gema akibat adanya suara. Oleh karena itu, untuk menentukan jarak sebagai berikut.

$$d = \frac{vt}{2} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \frac{(4)}{(2)} = 2\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

5. Marni berdiri di pinggir jalan. Dari arah kanan dan kirinya ada dua mobil bergerak mendekatinya dengan kecepatan sama yaitu 15 m/s dan membunyikan klaron masing-masing berfrekuensi 400 Hz dan 420 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara saat itu 325 Hz, pelayangan yang di dengar marni sebesar ....
- A. 20 Hz      D. 27 Hz  
 B. 21 Hz      E. 30 Hz  
 C. 25 Hz

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

$$v_A = v_B = 15 \text{ m/s} \quad f_A = 400 \text{ Hz}$$

$$v_p = 0 \text{ m/s} \quad f_B = 420 \text{ Hz}$$

$$v = 320 \text{ m/s}$$

Ditanyakan:  $\Delta f$

Jawab:

$$\begin{aligned} f_{pA} &= \frac{v - v_p}{v - v_A} f_A \\ &= \frac{320 - 0}{320 - 15} (400) \text{ Hz} \\ &= 419,7 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{pB} &= \frac{v - v_p}{v - v_B} f_B \\ &= \frac{320 - 0}{320 - 15} (420) \text{ Hz} \\ &= 440,7 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta f &= |f_A - f_B| \\ &= |419,7 - 440,7| \text{ Hz} \\ &= 21 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Jadi, frekuensi pelayangan yang didengar

Marni sebesar 21 Hz.



BAB  
10

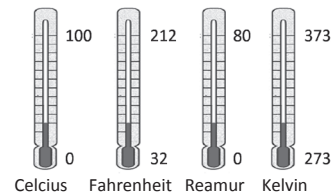
# suhu dan kalor

## A. Suhu dan Termometer

Suhu merupakan tingkat atau ukuran panas dinginnya suatu benda. Alat ukur suhu adalah termometer.

Perbandingan beberapa skala termometer adalah sebagai berikut:

$$T_C : (T_F - 32) : T_R = 5 : 9 : 4$$



Konversi antara skala Celsius dan skala Fahrenheit dituliskan:

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) \text{ atau } T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

Konversi antara skala Celsius dan skala Reamur dituliskan:

$$T_C = \frac{5}{4}T_R \text{ atau } T_R = \frac{4}{5}T_C$$

Konversi antara skala Fahrenheit dan skala Reamur dituliskan:

$$T_R = \frac{4}{9}(T_F - 32) \text{ atau } T_F = \frac{9}{4}T_R + 32$$

Jika ada termometer x ingin dikonversikan ke bentuk lain

$$\frac{(T_{x\text{maks}} - T_x)}{(T_{x\text{maks}} - T_{x\text{min}})} = \frac{(T_{C\text{maks}} - T_C)}{(T_{C\text{maks}} - T_{C\text{min}})}$$

- $T_{x\text{maks}}$  = titik didih termometer x
- $T_{x\text{min}}$  = titik beku termometer x
- $T_x$  = suhu pada termometer x

- $T_{C\text{maks}}$  = titik didih termometer Celsius
- $T_{C\text{min}}$  = titik beku termometer Celsius
- $T_C$  = suhu pada termometer Celsius

## B. Kalor

Kalor adalah energi panas zat yang dapat berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah. Besarnya kalor jika mengalami perubahan suhu dituliskan dalam persamaan berikut.

$$Q = m c \Delta T$$

$$Q = C \Delta T$$

Besarnya kalor lebur ditentukan dengan persamaan:  $Q = m L$

Besarnya kalor uap ditentukan dengan persamaan:  $Q = m U$

$Q$  = kalor (Joule)

$\Delta T$  = perubahan suhu zat (K)

$c$  = kalor jenis zat (J/kg K)

$L$  = kalor laten lebur (J/kg)

$C$  = kapasitas panas suatu benda (J/K)

$U$  = kalor laten uap (J/kg)

### Konversi Satuan Kalor

1 kalori = 4,2 Joule

1 Joule = 0,24 kalori

## C. Pemuaiian

Pemuaiian adalah bertambah besarnya ukuran suatu benda karena kenaikan suhu yang terjadi pada benda tersebut.

### 1. Pemuaiian Zat Padat

Ada tiga jenis pemuaiian pada zat padat, yaitu:

a. Pemuaiian Panjang

$$l_t = l_0 + \Delta l$$

$$l_t = l_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

b. Pemuaiian Luas

$$A_t = A_0 + \Delta A$$

$$A_t = A_0 (1 + \beta \Delta T)$$

c. Pemuaiian Volume

$$V_t = V_0 + \Delta V$$

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \Delta T)$$

$l_t$  = panjang akhir setelah pemuaiian (m)

$l_0$  = panjang awal sebelum pemuaiian (m)

$\Delta l$  = perubahan panjang (m)

$A_t$  = luas akhir setelah pemuaiian (m<sup>2</sup>)

$A_0$  = luas awal sebelum pemuaiian (m<sup>2</sup>)

$\Delta A$  = perubahan luas (m<sup>2</sup>)

$V_t$  = volume akhir setelah pemuaiian (m<sup>3</sup>)

$V_0$  = volume awal sebelum pemuaiian (m<sup>3</sup>)

$\Delta V$  = perubahan volume (m<sup>3</sup>)

$\alpha$  = koefisien muai panjang

$\beta$  = koefisien muai luas

$\gamma$  = koefisien muai volume

Hubungan antara koefisien muai panjang, koefisien muai luas, dan koefisien muai volume:

$$\alpha = \frac{1}{2} \beta = \frac{1}{3} \gamma$$

## 2. Pemuaiian Zat Cair

Pada zat cair terjadi pemuaiian volume. Persamaan matematisnya sebagai berikut.

$$V_t = V_0 + \Delta V$$

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \Delta T)$$

$V_t$  = volume akhir setelah pemuaiian ( $m^3$ )

$V_0$  = volume awal sebelum pemuaiian ( $m^3$ )

$\Delta V$  = perubahan volume ( $m^3$ )

## 3. Pemuaiian Zat Gas

Pada zat gas terjadi pemuaiian volume. Persamaan matematisnya sebagai berikut.

$$V_t = V_0 + \Delta V$$

$$V_t = V_0 + V_0 \frac{1}{273} \Delta T$$

$V_t$  = Volume akhir setelah pemuaiian ( $m^3$ )

$V_0$  = Volume awal sebelum pemuaiian ( $m^3$ )

$\Delta V$  = Perubahan volume ( $m^3$ )

$\Delta T$  = Perubahan suhu (k)

## D. Perpindahan Kalor

Energi panas/kalor dapat berpindah melalui berbagai cara antara lain:

### 1. Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan kalor tanpa disertai perpindahan partikel-partikelnya.

$$H = \frac{Q}{t} = k \frac{A \Delta T}{L}$$

$k$  = konduktivitas bahan ( $Wm^{-2}K^{-1}$ )

### 2. Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan kalor dengan disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya.

$$H = \frac{Q}{t} = h A \Delta T$$

$h$  = tetapan konveksi ( $Wm^{-2}K^{-1}$ )

### 3. Radiasi

Radiasi adalah perpindahan kalor tanpa zat perantara.

$$P = \frac{Q}{t} = e \sigma A T^4$$

$e$  = emisivitas bahan

$\sigma$  = tetapan Boltzmann Besarnya  $5,67 \times 10^{-8}$  ( $Wm^{-2}K^{-4}$ )

## Soal Bahas Suhu & Kalor

1. Dua batang logam P dan Q yang mempunyai panjang dan luas penampang sama disambung menjadi satu pada salah satu ujungnya dan pada ujung-ujung yang lain dikenakan suhu seperti pada gambar.

$$25\text{ }^{\circ}\text{C} \quad \boxed{\text{P}} \quad \boxed{\text{Q}} \quad 200\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Bila konduktivitas termal logam P = 4 kali konduktivitas termal logam Q, maka suhu sambungan kedua logam saat terjadi keseimbangan termal adalah ....

- A. 120°C                      D. 80°C  
B. 100°C                      E. 60°C  
C. 90°C

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: E**

Diketahui:

$$A_p = A_q$$

$$l_p = l_q$$

$$k_p = 4k_q$$

$$T_p = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_q = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Ditanyakan: T

Jawab:

$$H_p = H_q$$

$$\frac{k_p A_p \Delta T_p}{l_p} = \frac{k_q A_q \Delta T_q}{l_q}$$

$$4k_q (T - 25) = k_q (200 - T)$$

$$4(T - 25) = (200 - T)$$

$$4T - 100 = 200 - T$$

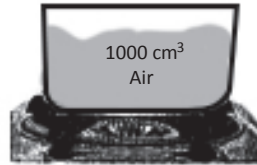
$$5T = 200 + 100$$

$$5T = 300$$

$$T = 60$$

Jadi, suhu sambungan kedua logam sebesar 60 °C.

2. Gelas kaca yang berisi penuh dengan air bersuhu 225°C dipanaskan hingga suhunya naik menjadi 100°C.



Jika koefisien muai linier gelas  $2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  dan koefisien muai volume air ( $\gamma$ ) adalah  $2,1 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  maka volume air yang tumpah adalah ....

- A. 1,125 cm<sup>3</sup>                      D. 15,75 cm<sup>3</sup>  
B. 4,50 cm<sup>3</sup>                      E. 112,5 cm<sup>3</sup>  
C. 11,25 cm<sup>3</sup>

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: C**

Diketahui:

$$\alpha_{\text{gelas}} = 2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\gamma_{\text{gelas}} = 3\alpha_{\text{gelas}} = 3(2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}) = 6 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\gamma_{\text{air}} = 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$V_0 = 1.000 \text{ cm}^3$$

Ditanyakan:  $\Delta V$

Jawab:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

$$\Delta V = (1.000)(2,1 \times 10^{-4} - 0,6 \times 10^{-4})(75) \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = (1.000)(1,5 \times 10^{-4})(75) \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = 11,25 \text{ cm}^3$$

Jadi, volume air yang tumpah adalah 11,25 cm<sup>3</sup>.

3. Perhatikan tabel berikut!

Jenis Zat	Koefisien Muai Panjang
Benda 1	0,000019/ °C
Benda 2	0,000017/ °C
Benda 3	0,000011/ °C
Benda 4	0,000009/ °C

Jika benda-benda tersebut dipanaskan pada suhu yang sama secara bersamaan maka pertambahan panjang benda tersebut adalah ....

- A. benda 1 lebih panjang dibandingkan benda 4
- B. benda 2 lebih panjang dibandingkan benda 1
- C. benda 4 lebih panjang dibandingkan benda 3
- D. benda 4 lebih panjang dibandingkan benda 1
- E. benda 3 lebih panjang dibandingkan benda 2

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Pertambahan panjang benda dipengaruhi oleh koefisien pemuaian panjang. Semakin besar koefisien pemuaian panjang berarti semakin panjang pertambahan benda. Oleh karena itu, urutan benda dari terpanjang hingga terkecil sebagai berikut.

- a. Benda 1
- b. Benda 2
- c. Benda 3
- d. Benda 4

Jadi, pernyataan yang tepat adalah benda 1 lebih panjang dibandingkan benda 4.

4. Sebuah kubus dengan volume  $V$  terbuat dari bahan yang koefisien muai panjangnya  $\alpha$ . Jika suhu kubus dinaikkan sebesar  $\Delta T$  maka luasnya akan bertambah ....
- A.  $\alpha V \Delta T$
  - B.  $6\alpha V \Delta T$
  - C.  $12\alpha V \Delta T$
  - D.  $6\alpha V^{\frac{2}{3}} \Delta T$
  - E.  $12\alpha V^{\frac{2}{3}} \Delta T$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Volume kubus adalah  $v = s^3$

Kubus memiliki 6 bidang luasan persegi yang sama luasnya, sehingga sedangkan luas persegi adalah  $A = s^2$   
 Untuk kubus seluruh luasannya mula-mula adalah  $A_0 = 6 V^{\frac{2}{3}}$

Koefisien muai luas ( $\beta$ ) adalah 2 kali koefisien muai panjang ( $\alpha$ )

Maka untuk pertambahan luasnya menjadi

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

$$\Delta A = 6 V^{\frac{2}{3}} \cdot 2\alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta A = 12\alpha V^{\frac{2}{3}} \Delta T$$

Jadi, jawaban yang tepat pilihan E.

5. Suatu kalorimeter berisi es (kalor jenis es = 0,5 kal/g °C, kalor lebur es 80 kal/g sebanyak 36 gr pada suhu -6°C. Kapasitas kalor kalorimeter ialah 27 kal/ °C. Kemudian ke dalam kalorimeter itu dituangkan alkohol (kalor jenis 0,58 kal/g K °C) pada suhu 50°C yang menyebabkan suhu akhir menjadi 8°C. Maka massa alkohol yang dituangkan adalah ....
- A. 27 gram
  - B. 39 gram
  - C. 42 gram
  - D. 47 gram
  - E. 52 gram

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$c_{es} = 0,5 \text{ kal/g } ^\circ\text{C} \quad C_k = 27 \text{ kal/}^\circ\text{C}$$

$$L = 80 \text{ kal/g} \quad c_{al} = 0,58 \text{ kal/g } ^\circ\text{C}$$

$$m_{es} = 36 \text{ g} \quad T_{al} = 50^\circ\text{C}$$

$$T_{es} = -6^\circ\text{C} \quad T = 8^\circ\text{C}$$

Ditanyakan:  $m_{al}$

Jawab:

$$Q_{lepas} = Q_{serap}$$

$$m_{al} c_{al} (T_{al} - T) = m_{es} c_{es} (0 - T_{es}) + m_{es} L + m_{es} c_{air} (T - 0) + m_k c_k (T - T_k)$$

$$m_{al} (0,58)(50 - 8) = (36)(0,5)(0 - (-6)) + (36)(80) + (36)(1)(8 - 0) + 27(8 - (-6))$$

$$m_{al} = \frac{108 + 180 + 288 + 378}{24,36} = 39,1 \text{ g} \approx 39 \text{ g}$$

Jadi, massa alkohol yang dicampurkan sebesar 39 gram.

# BAB 11

## TEORI KINETIK GAS DAN TERMODINAMIKA

### A. Ciri-Ciri Gas Ideal

Gas dikatakan ideal jika memenuhi kriteria berikut.

1. Terdiri dari molekul identik.
2. Molekul bergerak secara acak.
3. Tidak terjadi gaya interaksi antarmolekul.
4. Ukuran molekul gas diabaikan terhadap ukuran wadah.
5. Molekul gas terdistribusi merata dalam wadah.
6. Tumbukan antar molekul bersifat elastis sempurna.

### B. Hukum-Hukum Tentang Gas

Ada beberapa hukum yang terdapat pada teori kinetik gas diantaranya sebagai berikut.

#### 1. Hukum Boyle

Hukum Boyle berbunyi, "Jika suhu gas berada dalam bejana tertutup dipertahankan konstan maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya".

$$p \sim \frac{1}{V}$$

Apabila dituliskan dalam persamaan matematis akan berlaku persamaan berikut:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$P_1$  = tekanan ketika kondisi awal (Pa)

$P_2$  = tekanan ketika kondisi akhir (Pa)

$V_1$  = volume ketika kondisi awal ( $m^3$ )

$V_2$  = volume ketika kondisi akhir ( $m^3$ )

#### 2. Hukum Charles

Hukum Charles berbunyi, "Jika tekanan gas yang berada dalam bejana tertutup dipertahankan konstan maka volume gas sebanding dengan suhu mutlaknya".

$$V \sim T$$

Berdasarkan hubungan di atas akan berlaku persamaan berikut:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$V_1$  = volume ketika kondisi awal ( $m^3$ )

$V_2$  = volume ketika kondisi akhir ( $m^3$ )

$T_1$  = suhu ketika kondisi awal (K)

$T_2$  = suhu ketika kondisi akhir (K)

### 3. Hukum Gay-Lussac

Hukum Gay-Lussac berbunyi, "Jika tekanan gas yang berada dalam bejana tertutup dipertahankan konstan maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlaknya".

$$P \sim T$$

Jika ditulis dalam persamaan matematis sebagai berikut.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

### 4. Hukum Boyle-Gay Lussac

Hukum Boyle - Gay Lussac merupakan gabungan dari hukum Boyle, hukum Charles, dan hukum Gay Lussac sehingga berlaku persamaan berikut.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

## C. Persamaan Umum Gas Ideal

Persamaan umum gas ideal dirumuskan dalam persamaan berikut.

$$PV = NkT \text{ atau } PV = nRT$$

P = tekanan gas ideal ( $N/m^2$ )

V = volume gas ideal ( $m^3$ )

N = jumlah molekul zat

n = perbandingan massa suatu partikel terhadap massa relatifnya (mol)

k = konstanta Boltzmann ( $k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ )

R = konstanta gas umum ( $R = 8,31 \text{ J/mol K}$ )

T = suhu gas ideal (K)

Jumlah mol zat (n) dapat ditentukan dengan persamaan.

$$n = \frac{N}{N_A} \text{ atau } n = \frac{m}{M_r}$$

N = jumlah partikel

$N_A$  = bilangan Avogadro ( $6,02 \times 10^{23}$  partikel)

m = massa partikel gas

$M_r$  = massa relatif molekul gas

## D. Kelajuan Efektif

### 1. Tekanan Gas

Tekanan gas partikel berbanding lurus dengan energi kinetik suatu partikel. Rumusnya sebagai berikut.

$$P = \frac{2 N \overline{E_k}}{3 V}$$

P = tekanan (Pa)

N = jumlah partikel

V = volume ( $m^3$ )

$\overline{E_k}$  = energi kinetik rata-rata suatu partikel (joule)

## 2. Suhu Gas

Suhu gas ideal jika dipandang dari sudut mikroskopik akan berlaku persamaan berikut.

$$T = \frac{2}{3k} \overline{E_k} \quad \begin{array}{l} T = \text{suhu gas ideal (K)} \\ k = \text{tetapan Boltzman } (1,38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}) \\ \overline{E_k} = \text{energi kinetik rata-rata suatu partikel (joule)} \end{array}$$

## 3. Kecepatan Efektif

Rata-rata kuadrat kecepatan partikel gas  $\overline{v^2}$  dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\overline{v^2} = \frac{N_1 v_1^2 + N_2 v_2^2 + \dots}{N_1 + N_2 + \dots} = \frac{\sum (N_i v_i^2)}{N}$$

Kecepatan efektif didefinisikan sebagai akar dari rata-rata kuadrat kecepatan. Rumusnya sebagai berikut.

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_r}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

N = jumlah partikel zat

$E_k$  = energi kinetik rata-rata (J)

$m_0$  = massa sebuah partikel gas (kg)

$M_r$  = massa molekul relatif (kg/mol)

$\rho$  = massa jenis gas ideal (kg/m<sup>3</sup>)

## E. Energi Dalam

Energi dalam suatu gas ideal didefinisikan sebagai jumlah energi kinetik translasi, rotasi, dan vibrasi seluruh molekul gas yang terdapat di dalam suatu wadah tertentu. Energi dalam dirumuskan dalam persamaan berikut.

$$U = N \overline{E_k} = Nf \left( \frac{1}{2} kT \right)$$

$f$  = derajat kebebasan molekul gas  
U = energi dalam (joule)  
N = jumlah partikel zat  
 $E_k$  = energi kinetik gas (joule)  
T = suhu (kelvin)

Derajat kebebasan suatu gas dipengaruhi jenis gas, baik gas monoatomik maupun gas diatomik.

1. Gas monoatomik ( $f = 3$  seperti He, Ne, dan Ar)

$$U = N \overline{E_k} = \frac{3}{2} NkT$$

2. Gas diatomik seperti H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>

- a. Suhu rendah ( $T = \pm 250 \text{ K}$ ),  $f = 3$

$$U = N \overline{E_k} = \frac{3}{2} NkT$$

- c. Suhu tinggi ( $T = \pm 1000 \text{ K}$ ),  $f = 7$

$$U = N \overline{E_k} = \frac{7}{2} NkT$$

- b. Suhu sedang ( $T = \pm 500 \text{ K}$ ),  $f = 5$

$$U = N \overline{E_k} = \frac{5}{2} NkT$$



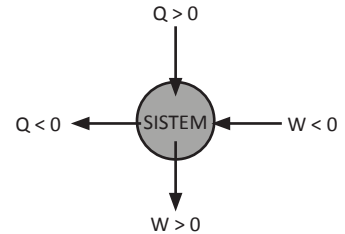
### 1. Hukum I Termodinamika

Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa untuk setiap proses, dalam termodinamika apabila kalor  $Q$  diberikan kepada sistem dan sistem melakukan usaha  $W$ , maka akan terjadi perubahan energi dalam  $\Delta U$ .

$$Q = \Delta U + W$$

Perjanjian tanda untuk  $Q$  dan  $W$  adalah sebagai berikut.

- $W$  bertanda positif jika sistem melakukan usaha terhadap lingkungan
- $W$  bertanda negatif jika sistem menerima usaha dan lingkungan.
- $Q$  bertanda positif jika sistem menerima kalor dari lingkungan.
- $Q$  bertanda negatif jika sistem memberikan kalor kepada lingkungan.



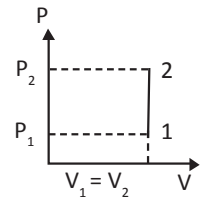
### 2. Proses Termodinamika

- Proses Isokhorik

Proses isokhorik merupakan proses termodinamika yang terjadi pada gas dalam keadaan volum tetap.

Pada proses isokhorik berlaku persamaan. Usaha  $W = 0$  maka  $Q = \Delta U$  sehingga:

$$Q = \frac{3}{2}nRT(T_2 - T_1)$$



- Proses Isobarik

Proses isobarik merupakan proses termodinamika yang terjadi pada gas keadaan tekanan tetap.

Usaha  $W$  dapat diselesaikan melalui persamaan.

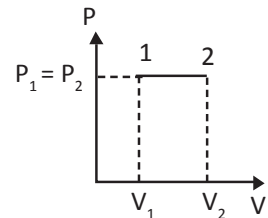
$$W = P(V_2 - V_1)$$

Perubahan energi dalam  $\Delta U$

$$\Delta U = \frac{3}{2}P(V_2 - V_1)$$

Besarnya kalor dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q = \frac{5}{2}P(V_2 - V_1)$$



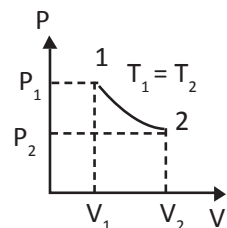
- Proses Isotermik

Proses isotermik merupakan proses termodinamika yang terjadi pada gas keadaan suhu tetap.

Besar Usaha  $W$  yang dihasilkan sebagai berikut.

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Perubahan energi dalam  $\Delta U = 0$  sehingga besarnya kalor  $Q = W$



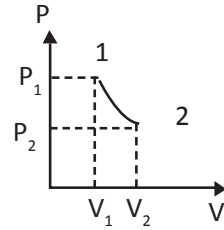
d. Proses Adiabatik

Proses adiabatik merupakan proses termodinamika yang berlangsung tanpa adanya pertukaran kalor antara sistem dan lingkungan.

Usaha  $W$  dapat ditentukan dengan persamaan:

$$W = \frac{1}{\gamma - 1} (P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

Karena  $Q = 0$  sehingga  $\Delta U = -W$   
dengan  $\gamma =$  konstanta Laplace



## G. Mesin Carnot dan Mesin Pendingin

### 1. Mesin Carnot

Mesin Carnot adalah mesin efisien yang bekerja dalam suhu reservoir tinggi dan suhu reservoir rendah. Rumus dari efisiensi mesin Carnot sebagai berikut.

$$\eta = \left( 1 - \frac{T_2}{T_1} \right) \times 100\%$$
$$\eta = \left( 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \right) \times 100\%$$
$$\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\%$$

$\eta$  = efisiensi mesin kalor

$T_2$  = suhu pada reservoir rendah (K)

$T_1$  = suhu pada reservoir tinggi (K)

$W$  = usaha (joule)

$Q_1$  = kalor yang diserap (joule)

$Q_2$  = kalor yang dilepas (joule)

### 2. Mesin Pendingin

Prinsip kerja dari lemari es dan penyejuk ruangan merupakan kebalikan dari siklus Carnot atau mesin pemanas. Unjuk kerja dari lemari es dapat ditentukan melalui koefisien performansi  $K_p$ .

$$K_p = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

## Soal Bahas Teori Kinetik Gas & Termodinamika

1. Berikut ini adalah pernyataan-pernyataan yang berkaitan dengan molekul gas!
- (1). Partikel-partikelnya bergerak secara acak.
  - (2). Energi antar partikel mengalami perubahan karena tumbukan.
  - (3). Gaya tarik menarik antar partikel di abaikan.
  - (4). Tumbukan yang terjadi antar partikel bersifat lenting sempurna.
  - (5). Saat terjadi tumbukan, partikel gas mengalami perubahan kecepatan karena memindahkan sebagian energi ke dinding.

Pernyataan-pernyataan di atas yang sesuai dengan sifat gas ideal adalah ....

- A. (1), (3), dan (5)
- B. (1), (3), dan (4)
- C. (2), (3), dan (4)
- D. (2), (4), dan (5)
- E. (3), (4), dan (5)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Ciri-ciri gas ideal antara lain:

- a. Jumlah partikel gas banyak sekali tetapi tidak ada gaya tarik menarik (interaksi) antarpartikel.
- b. Setiap partikel gas selalu bergerak dengan arah sembarang (acak).
- c. Ukuran partikel gas dapat diabaikan terhadap ukuran wadah.
- d. Setiap tumbukan yang terjadi bersifat lenting sempurna.
- e. Partikel gas terdistribusi merata pada seluruh ruangan dalam wadah.
- f. Partikel gas memenuhi hukum Newton tentang gerak.

Pernyataan yang menerangkan sifat gas ideal adalah pernyataan (1), (3), dan (4). Jadi, jawaban yang tepat adalah pilihan B.

2. Suatu gas ideal mula-mula menempati ruang yang volumenya  $V_1$  pada suhu  $T_1$  dan tekanan  $P_1$ . Jika suhu gas menjadi  $3T_1$  dan tekanan menjadi  $\frac{5}{3}P_1$  maka perbandingan volume gas akhir dengan volume gas mula-mula adalah ....
- A. 3:5
  - B. 5:9
  - C. 9:5
  - D. 9:15
  - E. 15:9

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$p_2 = \frac{5}{3}p_1, T_2 = 3T_1$$

Ditanyakan:  $V_1 : V_2$

Jawab:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Leftrightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{\frac{5}{3} p_1 V_2}{3 T_1}$$

$$V_1 = \frac{5}{9} V_2 \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{5}{9}$$

Jadi, perbandingan volume awal dibandingkan dengan volume akhir adalah 5:9.

3. Separuh mol gas ideal menempati volume  $x \text{ m}^3$  pada tekanan  $y \text{ Pa}$ . Suhu gas ideal adalah ... K.
- A.  $\frac{xy}{8,31}$
  - B.  $\frac{xy}{16,68}$
  - C.  $\frac{8,34}{xy}$
  - D.  $\frac{16,68}{xy}$
  - E.  $\frac{xy}{4,16}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Diketahui:

$$n = 0,5 \text{ mol} \quad P = y$$

$$V = x$$

Ditanyakan: T

Jawab:

$$pV = nRT$$

$$T = \frac{pV}{nR}$$

$$T = \frac{xy}{(0,5)(8,31)}$$

$$T = \frac{xy}{4,16}$$

Jadi, jawaban yang tepat adalah pilihan E.

4. Sebuah sistem 1 mol gas ideal monoatomik ( $C_p = \frac{5}{2}R$ ) mengalami ekspansi isobarik pada tekanan  $10^5$  pa sehingga volumenya menjadi 2 kali volume awal. Bila volume awal 25 liter maka kalor yang diserap gas pada proses ini adalah ....
- A. 2550 J                      D. 5730 J  
B. 3760 J                      E. 6250 J  
C. 4750 J

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Diketahui:

$$V_1 = 25 \text{ liter} = 25 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_2 = 2V_1 = 2(25 \times 10^{-3}) = 50 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$p = 10^5 \text{ Pa}$$

Ditanyakan: Q

Jawab:

$$Q = \Delta U + W$$

$$Q = \frac{3}{2}nR\Delta T + p\Delta V$$

$$Q = \frac{3}{2}p\Delta V + p\Delta V$$

$$Q = \frac{5}{2}p\Delta V$$

$$Q = \frac{5}{2}(10^5)(50 \times 10^{-3} - 25 \times 10^{-3})$$

$$Q = 6.250 \text{ J}$$

Jadi, kalor yang diserap pada proses adalah 6.250 Joule.

5. Satu mol gas ideal mengalami proses isothermal pada suhu T sehingga volumenya menjadi dua kali. Jika R adalah konstanta gas molar, usaha yang dikerjakan oleh gas selama proses tersebut adalah ....

- A. RTV                      D. RT ln2  
B. RT lnV                      E. RT ln(2V)  
C. 2RT

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Dalam soal dijelaskan gas ideal mengalami proses isothermal.

Pada proses isothermal, tidak ada perubahan energi dalam ( $\Delta U = 0$ ).

Adapun usaha yang dilakukan dalam proses tersebut adalah

$$W = nRT \ln \frac{V_1}{V_2}$$

$$W = (1 \text{ mol})RT \ln \frac{2V}{V}$$

$$W = RT \ln 2$$

Jadi, jawaban yang tepat pilihan D.

BAB  
12

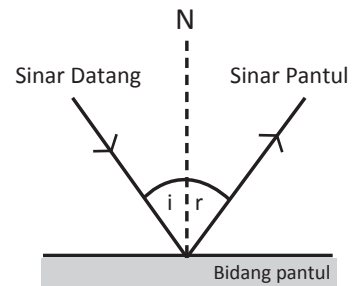
OPTIK GEOMETRI

A. Pemantulan (Refleksi)

Perhatikan gambar di samping!

Hukum Snellius tentang pemantulan cahaya sebagai berikut.

1. Sinar datang, sinar pantul dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
2. Sudut datang sama dengan sudut pantul.



B. Cermin Datar

Pada cermin datar berlaku:

1. Jarak bayangan di belakang cermin datar sama dengan jarak benda di depan cermin datar.
2. Bayangan bersifat sama besar, maya, dan tegak.
3. Bayangan dan benda saling berhadapan sama persis.

Jika dua cermin mendatar dirangkai membentuk sudut  $\alpha$ , maka jumlah bayangan yang dibentuk dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

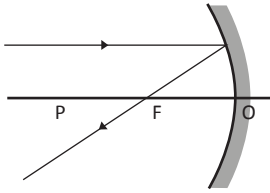
$n$  = banyaknya bayangan  
 $\alpha$  = sudut antara dua cermin

C. Cermin Lengkung

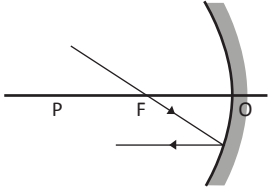
Secara umum cermin lengkung dibedakan menjadi dua yaitu cermin cekung dan cermin cembung.

1. Cermin Cekung

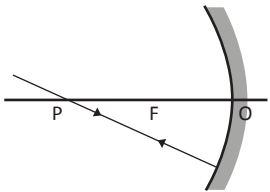
Fokus cermin cekung bernilai positif. Sinar istimewa pada cermin cekung dapat dilihat melalui gambar berikut.



- a. Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan melalui titik fokus.



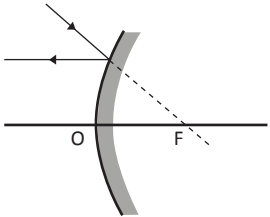
- b. Sinar datang melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama.



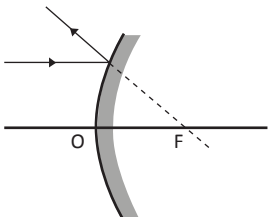
- c. Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin dipantulkan melalui titik itu juga.

## 2. Cermin Cembung

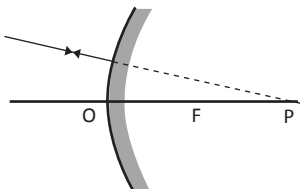
Fokus cermin cembung bernilai negatif. Sinar istimewa pada cermin cembung dapat dilihat melalui gambar berikut.



- a. Sinar datang sejajar seolah-olah menuju titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama.



- b. Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah dari titik fokus.



- c. Sinar datang menuju titik pusat kelengkungan cermin dipantulkan melalui titik itu juga.

Hubungan antara jari-jari cermin dengan fokus cermin dirumuskan sebagai berikut.

$$R = 2f$$

R = jari-jari cermin  
f = fokus cermin

Hubungan antara fokus cermin, jarak benda dengan cermin, dan jarak bayangan dengan cermin dituliskan dalam persamaan berikut.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

f = jarak fokus cermin  
s = jarak benda dengan cermin  
s' = jarak bayangan dengan cermin

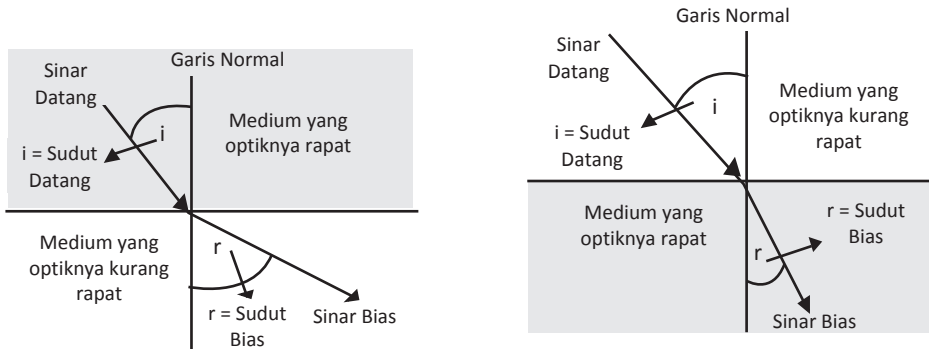
Perbesaran bayangan cermin cembung ditentukan dengan persamaan berikut.

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{h'}{h} \right|$$

M = perbesaran bayangan  
h = tinggi benda  
h' = tinggi bayangan

## D. Pembiasan (Refraksi)

Pembiasan terjadi karena cahaya melewati dua medium yang berbeda kerapatannya. Perhatikan gambar!



Pembiasan Cahaya

Sinar datang dari medium rapat ke renggang akan menjauhi garis normal, sedangkan sinar datang dari medium renggang ke rapat akan mendekati garis normal.

Pada pembiasan cahaya berlaku persamaan:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

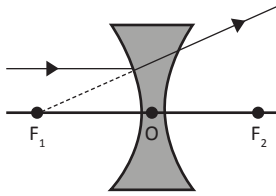
$n_1$  = indeks bias medium 1  
 $n_2$  = indeks bias medium 2  
i = sudut sinar datang  
r = sudut sinar bias

$v_1$  = kecepatan cahaya di medium 1  
 $v_2$  = kecepatan cahaya di medium 2  
 $\lambda_1$  = panjang gelombang pada medium 1  
 $\lambda_2$  = panjang gelombang pada medium 2

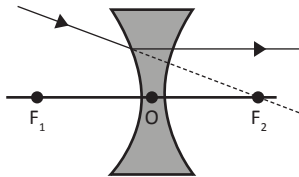
## E. Pembiasan Pada Lensa

### 1. Lensa Cekung

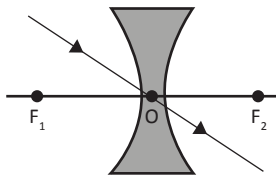
Fokus lensa cekung bernilai negatif. Sinar istimewa pada lensa cekung dapat dilihat pada gambar berikut.



- a. Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah-olah dari titik fokus lensa ( $F_1$ ).



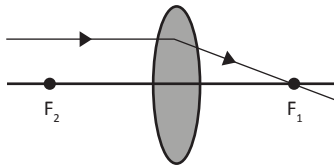
- b. Sinar datang seolah-olah menuju titik fokus lensa ( $F_2$ ) dibiaskan sejajar sumbu utama.



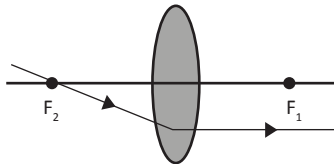
- c. Sinar datang melalui pusat lensa akan diteruskan.

## 2. Lensa Cembung

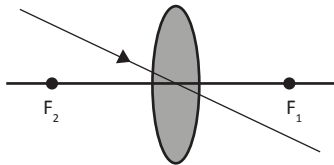
Fokus lensa cembung bernilai positif. Sinar istimewa pada lensa cembung dapat dilihat pada gambar berikut.



- a. Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan menuju titik fokus lensa ( $F_1$ ).



- b. Sinar datang menuju titik fokus lensa ( $F_2$ ) dibiaskan sejajar sumbu utama.



- c. Sinar datang melalui pusat optik akan diteruskan.

Hubungan antara jari-jari lensa dengan fokus lensa dirumuskan sebagai berikut.

$$\boxed{R = 2f}$$

$R$  = jari-jari lensa cembung  
 $f$  = fokus lensa cembung

Hubungan antara fokus cermin, jarak benda dengan lensa, dan jarak bayangan dengan lensa dituliskan dalam persamaan berikut.

$$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}}$$

$f$  = jarak fokus lensa  
 $s$  = jarak benda dengan lensa  
 $s'$  = jarak bayangan dengan lensa



Perbesaran bayangan lensa cembung ditentukan dengan persamaan berikut.

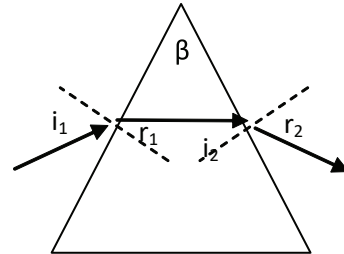
$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{h'}{h} \right|$$

$M$  = perbesaran bayangan  
 $h$  = tinggi benda  
 $h'$  = tinggi bayangan

## F. Pembiasan Pada Prisma

Pembiasan pada prisma berlaku,  
 Sudut puncak/pembias  $\beta = r_1 + i_2$   
 Sudut deviasi  $\delta = i_1 + r_2 - \beta$   
 Deviasi minimum berlaku bila  $i_1 = r_2$

maka 
$$\frac{\sin\left(\frac{\delta_m + \beta}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)} = \frac{n_2}{n_1}$$



Untuk sudut pembias yang kecil dimana  $\beta < 15^\circ$

$$\delta_m = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \beta \text{ atau } \delta_m = 2i_1 - \beta$$

$\beta$  = sudut pembias  
 $\delta$  = sudut deviasi  
 $\delta_m$  = sudut deviasi minimum

## G. Mata

Mata merupakan satu-satunya alat optik yang dimiliki manusia. Tidak semua mata manusia dapat membentuk bayangan tepat pada retina. Hal ini dapat terjadi karena daya akomodasi mata sudah berkurang sehingga titik jauh atau titik dekat mata sudah bergeser. Keadaan mata yang demikian disebut *cacat mata*. Secara umum cacat mata dibedakan menjadi:

### 1. Miopi (Rabun Jauh)

*Miopi* adalah kondisi mata yang tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya jauh. Penderita miopi titik jauhnya lebih dekat daripada tak terhingga (titik jauh  $< \infty$ ) dan titik dekatnya kurang dari 25 cm. Pada penderita ini dapat ditolong dengan lensa cekung (negatif). Kekuatan lensa dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P = -\frac{100}{PR}$$

$PR$  = titik terjauh dari mata

### 2. Hipermetropi (Rabun Dekat)

*Hipermetropi* adalah cacat mata dimana mata tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya dekat. Titik dekatnya lebih jauh daripada titik dekat mata normal (titik dekat  $> 25$  cm). Pada penderita ini dapat ditolong dengan lensa cembung (positif). Kekuatan lensa dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P = 4 - \frac{100}{PP}$$

$PP$  = titik terdekat dari mata

### 3. Presbiopi (Mata Tua)

Pada mata *presbiopi* (mata tua), titik dekatnya lebih jauh daripada titik dekat mata normal (titik dekat  $> 25$  cm) dan titik jauhnya lebih dekat daripada titik jauh mata normal (titik jauh  $< \infty$ ). Penderita presbiopi dapat ditolong dengan kaca mata berlensa rangkap (kacamata bifokal).

### 4. Astigmatisma

*Astigmatisma* adalah cacat mata dimana kelengkungan selaput bening atau lensa mata tidak merata sehingga berkas sinar yang mengenai mata tidak dapat terpusat dengan sempurna. Cacat mata astigmatisma tidak dapat membedakan garis-garis tegak dengan garis-garis mendatar secara bersama-sama. Cacat mata ini dapat ditolong dengan kaca mata berlensa silinder.

## H. Lup (Kaca Pembesar)

Lup atau kaca pembesar adalah alat optik yang terdiri atas sebuah lensa cembung. Lup digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar nampak lebih besar dan jelas. Secara umum perbesaran pada lup ada dua macam yakni;

1. Mata tanpa berakomodasi
2. Mata berakomodasi maksimum

$$M = \frac{S_n}{f}$$

$$M = \frac{S_n}{f} + 1$$

## I. Mikroskop

Mikroskop adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda berukuran sangat kecil. Sebuah mikroskop memiliki dua lensa cembung. Dua lensa cembung tersebut berada di dekat mata dan di dekat benda. Lensa cembung di dekat benda dinamakan lensa obyektif, sedangkan lensa di dekat mata dinamakan lensa okuler. Bayangan yang dihasilkan oleh lensa obyektif adalah nyata, terbalik, diperbesar. Adapun bayangan akhir yang dibentuk oleh lensa okuler adalah maya, terbalik, dan diperbesar.

1. Tanpa berakomodasi  
Perbesaran bayangan

$$M = \left| \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{S_n}{f_{ok}} \right|$$

Jarak antara lensa obyektif dan lensa okuler

$$d = s'_{ob} + f_{ok}$$

2. Berakomodasi maksimum  
Perbesaran bayangan

$$M = \left| \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \left( \frac{S_n}{f_{ok}} + 1 \right) \right|$$

Jarak antara lensa obyektif dan lensa okuler

$$d = s'_{ob} + s_{ok}$$

$M$  = perbesaran bayangan total

$s'_{ob}$  = jarak bayangan lensa obyektif (cm)

$s_{ob}$  = jarak benda lensa obyektif (cm)

$S_n$  = jarak titik dekat mata pengamat (cm)

$d$  = jarak antara lensa obyektif dan lensa okuler (cm)

$f_{ok}$  = fokus lensa okuler (cm)

$s_{ok}$  = jarak benda lensa okuler (cm)

## J. Teropong

Teropong / teleskop digunakan untuk melihat benda yang sangat jauh. Pada dasarnya teropong terbagi menjadi dua macam, yaitu teropong bias dan teropong pantul.

### 1. Teropong Bias

Teropong bias terdiri dari teropong bintang, teropong bumi, teropong prisma, dan teropong panggung.

#### a. Teropong bintang

Teropong bintang digunakan untuk mengamati benda-benda di angkasa.

##### 1) Tidak Berakomodasi

Perbesaran bayangan yang dihasilkan

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Jarak antara lensa obyektif dan okuler sebagai berikut.

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

##### 2) Berakomodasi maksimum

Perbesaran bayangan yang dihasilkan

$$M = \frac{f_{ob}}{s_{ok}}$$

Jarak antara lensa obyektif dan lensa okuler

$$d = f_{ob} + s_{ok}$$

$M$  = perbesaran bayangan

$f_{ob}$  = fokus lensa objektif

$f_{ok}$  = fokus lensa okuler

$s_{ok}$  = jarak benda terhadap lensa okuler

$d$  = jarak antara lensa obyektif dan lensa okuler

#### b. Teropong bumi

Teropong bumi digunakan untuk mengamati benda-benda yang berada di permukaan bumi.

- 1) Tidak Berakomodasi  
Perbesaran bayangan yang dihasilkan dapat ditentukan melalui persamaan berikut.

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Jarak antara lensa obyektif dan okuler sebagai berikut.

$$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok}$$

- 2) Berakomodasi maksimum  
Perbesaran bayangan yang dihasilkan dapat ditentukan melalui persamaan berikut.

$$M = \frac{f_{ob}}{s_{ok}}$$

Jarak antara lensa obyektif dan lensa okuler sebagai berikut.

$$d = f_{ob} + 4f_p + s_{ok}$$

$M$  = perbesaran bayangan

$f_{ob}$  = fokus lensa objektif

$f_{ok}$  = fokus lensa okuler

$f_p$  = fokus lensa pembalik

$d$  = jarak antara lensa obyektif dan lensa okuler

## 2. Teropong Pantul

Disebut teropong pantul karena obyektif yang digunakan adalah cermin cekung besar yang digunakan untuk memantulkan cahaya.

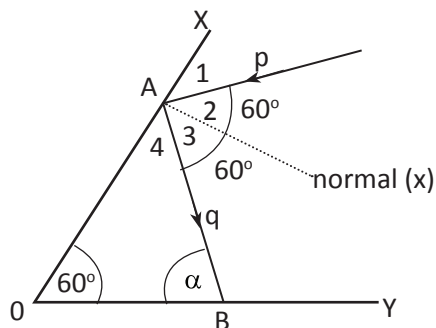
### Soal Bahas Optik Geometri

1. Dua buah cermin datar X dan Y saling berhadapan dan membentuk sudut  $60^\circ$ . Seberkas sinar menuju X dengan sudut datang  $60^\circ$  hingga dipantulkan ke arah Y. Sinar tersebut meninggalkan Y dengan sudut pantul sebesar ....
- A.  $90^\circ$                       D.  $30^\circ$   
B.  $60^\circ$                       E.  $0^\circ$   
C.  $45^\circ$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Perhatikan gambar berikut!



Sinar menuju bidang X dengan sudut datang  $60^\circ$ . Berdasarkan hukum pemantulan sempurna maka sudut pantulnya bernilai sama dengan sudut datang yaitu  $60^\circ$ .

Oleh karena itu, sudut  $A_4$  pada gambar dapat ditentukan dengan perhitungan berikut.

$$\angle A_3 + \angle A_4 = 90^\circ$$

$$60^\circ + \angle A_4 = 90^\circ, \angle A_4 = 30^\circ$$

Perhatikan segitiga AOB. Jumlah sudut segitiga AOB adalah  $180^\circ$  sehingga diperoleh nilai  $\alpha$  sebagai berikut.

$$\angle A_4 + 60^\circ + \alpha = 180^\circ$$

$$30^\circ + 60^\circ + \alpha = 180^\circ, \alpha = 90^\circ$$

Jika sebuah sinar datang tegak lurus dengan bidang maka sinar akan dipantulkan kembali sesuai arah datangnya sinar. Oleh karena itu, sudut pantulnya sebesar  $0^\circ$ .

2. Yani yang memiliki jarak baca mata normal 25 cm mengamati sebuah benda kecil dengan menggunakan lup yang kekuatannya 8 dioptri. Perbesaran lup yang diperoleh untuk pengamatan mata berakomodasi maksimum adalah ....
- A. 2 kali                      D. 12,5 kali  
B. 3 kali                      E. 13,5 kali  
C. 3,5 kali

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:  $S_n = 25$  cm,  $P = 8$  dioptri

Ditanyakan: M

Jawab:

Besar fokus pada lup:

$$P = \frac{100}{f} \Leftrightarrow 8 = \frac{100}{f}$$

$$8f = 100, f = 12,5 \text{ Hz}$$

Perbesaran untuk pengamatan mata berakomodasi maksimum:

$$M = \frac{S_n}{f} + 1 = \frac{25}{12,5} + 1 = 3$$

Jadi, perbesaran lup adalah tiga kali semula.

3. Seorang mata normal menggunakan mikroskop dengan mata berakomodasi maksimum itu berarti ....
- A. Bayangan lensa obyektif 25 cm di belakang lensa  
B. Bayangan lensa obyektif tak hingga  
C. Bayangan lensa okuler tak hingga

- D. Bayangan okuler 25 cm di depan  
E. Bayangan lensa okuler 25 cm di belakang

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: E**

Mata normal menggunakan mikroskop dengan berakomodasi maksimum, berarti:

- Bayangan yang dilihat selalu bayangan maya yang dibentuk oleh okuler. Karena bayangan maya maka letak bayangan di depan lensa yaitu searah dengan arah datangnya cahaya.
  - Karena berakomodasi maksimum maka bayangan berjarak 25 cm dari mata normal dan berada di belakang lensa okuler .
4. Jarak suatu benda ke lensa cembung adalah 100 mm. Bayangan yang terbentuk tingginya dua kali tinggi aslinya. Bayangan benda menjadi lima kali aslinya maka jarak benda ke lensa harus diubah menjadi ....
- A. 80 m                      D. 65 m  
B. 75 m                      E. 60 m  
C. 70 m

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Diketahui:  $M_1 = 2, M_2 = 5$

Ditanyakan:  $s_2$

Jawab:

Perbesaran awal:

$$M_1 = \frac{s_1'}{s_1}$$

$$2 = \frac{s_1'}{s_1}$$

$$s_1' = 2s_1$$

Titik fokus yang dihasilkan:

$$f = \frac{s_1 s_1'}{s_1 + s_1'}$$

$$f = \frac{s_1 (2s_1)}{s_1 + 2s_1}$$

$$f = \frac{2}{3} s_1$$

$$f = \frac{2}{3} (100 \text{ mm})$$

$$f = \frac{200}{3} \text{ mm}$$

Jika perbesaran yang dihasilkan lima kali semula, maka diperoleh:

$$M_2 = \frac{s_2'}{s_2}$$

$$5 = \frac{s_2'}{s_2}$$

$$s_2' = 5s_2$$

Jarak benda ke lensa:

$$f = \frac{s_2 s_2'}{s_2 + s_2'}$$

$$f = \frac{s_2 (5s_2)}{s_2 + 5s_2}$$

$$f = \frac{5}{6} s_2$$

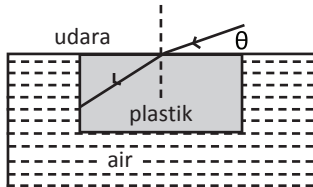
$$s_2 = \frac{6}{5} f$$

$$s_2 = \frac{6}{5} \left( \frac{200}{3} \right)$$

$$s_2 = 80 \text{ mm}$$

Jadi, jawaban yang tepat pilihan A.

5. Sepotong plastik transparan dengan indeks bias  $n_k$  terapung di permukaan air yang memiliki indeks bias  $n_a$ . Besar sudut  $\theta$  supaya sinar datang seperti ditunjukkan pada gambar dan terjadi pemantulan sempurna oleh permukaan bidang batas plastik adalah ....

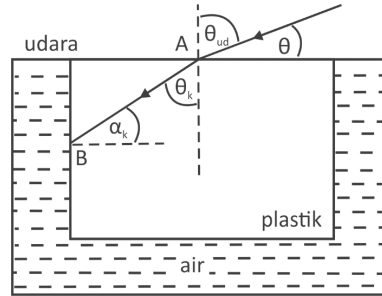


- A.  $\sin \theta = n_a / n_k$   
 B.  $\sin \theta = n_k / n_a$   
 C.  $\cos \theta = (n_k^2 - n_a^2)^{1/2}$   
 D.  $\cos \theta = n_k / (n_k^2 + n_a^2)^{1/2}$   
 E.  $\tan \theta = n_k / n_a$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Perhatikan gambar berikut!



Untuk bidang batas udara dan plastik akan berlaku:

$$n_u \sin \theta_u = n_k \sin \theta_k$$

$$1 \sin(90 - \theta) = n_k \sin \theta_k$$

$$\cos \theta = n_k \sin \theta_k$$

$$\sin \theta_k = \frac{\cos \theta}{n_k} \dots \dots \text{persamaan (1)}$$

Pada bidang batas antara plastik dan air akan berlaku:

$$\alpha_k = 90 - \theta_k$$

$$\sin \alpha_k = \sin(90 - \theta_k)$$

$$\sin \alpha_k = \cos \theta_k \dots \dots \text{persamaan (2)}$$

Pemantulan sempurna pada bidang plastik-air dengan sudut datang berupa sudut kritis dan menghasilkan sinar bias  $90^\circ$ .

$$n_k \sin \alpha_k = n_a \sin 90^\circ$$

$$n_k \cos \theta_k = n_a \dots \dots (1)$$

$$\cos \theta_k = \frac{n_a}{n_k} \dots \dots \text{persamaan (3)}$$

$$\sin^2 \theta_k = 1 - \cos^2 \theta_k$$

$$\sin \theta_k = (1 - \cos^2 \theta_k)^{1/2} \dots \dots \text{persamaan (4)}$$

Substitusikan persamaan (1) dan (3) ke persamaan (4)

$$\sin \theta_k = (1 - \cos^2 \theta_k)^{1/2}$$

$$\frac{\cos \theta}{n_k} = \left( 1 - \left( \frac{n_a}{n_k} \right)^2 \right)^{1/2}$$

$$\cos \theta = (n_k^2)^{1/2} \left( 1 - \left( \frac{n_a}{n_k} \right)^2 \right)^{1/2}$$

$$\cos \theta = \left[ n_k^2 \left( 1 - \left( \frac{n_a}{n_k} \right)^2 \right) \right]^{1/2}$$

$$\cos \theta = [n_k^2 - n_a^2]^{1/2}$$

BAB  
13

## OPTIK FISIS

## A. Dispersi Cahaya

Peristiwa penguraian cahaya polikromatis atas komponen-komponen warnanya disebut dispersi cahaya. Komponen warna yang dihasilkan dinamakan spektrum. Sudut  $\phi$  dispersi didefinisikan sebagai selisih antara sudut deviasi ungu dan sudut deviasi merah.

$$\phi = \delta_u - \delta_m$$

Sementara itu, untuk sudut pembias  $\beta$  kecil dan sudut datang  $i$  kecil, yaitu  $\beta < 15^\circ$  dan  $i < 15^\circ$ , sudut dispersi dapat dinyatakan dalam persamaan.

$$\phi = (n_u - n_m)\beta$$

## B. Interferensi Cahaya

Interferensi cahaya adalah perpaduan antara dua buah gelombang cahaya atau lebih. Interferensi terjadi jika sumber cahaya yang digunakan koheren. Maksud dari cahaya koheren adalah sumber cahaya tersebut memiliki frekuensi yang tetap, amplitudo tetap, dan beda fasenya juga tetap.

## 1. Interferensi Cahaya Pada Celah Ganda Young

- a. Pola maksimum atau pola terang terjadi jika beda lintasan optik merupakan kelipatan bulat panjang gelombang.

$$d \sin \theta = n\lambda$$

- b. Pola minimum atau pola gelap terjadi jika beda lintasan optik merupakan kelipatan setengah panjang gelombang.

$$d \sin \theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$d$  = jarak celah (m)

$\theta$  = sudut deviasi

$n$  = orde interferensi ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )

$\lambda$  = panjang gelombang yang digunakan (m)

- c. Apabila interferensi terjadi antara jarak terang ke- $n$  menuju terang pusat dituliskan dalam persamaan:

$$d \frac{y}{L} = n\lambda$$

- d. Adapun interferensi yang terjadi antara jarak gelap ke-n menuju terang pusat dituliskan dengan persamaan:

$$d \frac{y}{L} = \left( n + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

$y$  = jarak terang/ gelap ke-n menuju terang pusat (meter)  
 $L$  = jarak layar dari celah (meter)

## 2. Interferensi Pada Selaput Tipis

- a. Pada umumnya interferensi maksimum (konstruktif) pada lapisan tipis:

$$2nd = \left( m + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

- b. Adapun interferensi minimum (destruktif) terjadi jika

$$2nd = m\lambda$$

$n$  = indeks bias

$d$  = tebal lapisan tipis (m)

$m$  = bilangan bulat

$\lambda$  = panjang gelombang cahaya yang digunakan (m)

## C. Difraksi Cahaya

Difraksi atau pelenturan cahaya adalah peristiwa pembelokan arah rambat cahaya oleh kisi atau celah yang sempit.

### 1. Difraksi Cahaya Pada Celah Tunggal

Secara umum difraksi celah tunggal untuk garis gelap ke-n terjadi jika:

$$\sin \theta = n \frac{\lambda}{d}$$

Apabila sudut deviasi  $\theta$  kecil,  $\sin \theta = \tan \theta = \frac{y}{L}$  sehingga persamaan di atas menjadi:

$$\frac{dy}{L} = n\lambda$$

$d$  = lebar celah (m)

$\theta$  = sudut difraksi

$n$  = orde difraksi ( $n=1, 2, 3, \dots$ )

$\lambda$  = panjang gelombang yang digunakan (m)

$y$  = jarak antara garis **gelap dengan terang pusat** (m)

$L$  = jarak celah dengan layar (m)

### 2. Kisi Difraksi

Sejumlah besar celah paralel yang berjarak sama disebut kisi difraksi. Jika seberkas cahaya dilewatkan pada kisi akan diperoleh pola difraksi yang lebih tajam dibandingkan dengan pola interferensi yang dihasilkan oleh celah ganda Young dan difraksi cahaya celah tunggal. Apabila terjadi pola difraksi maksimum (garis terang) akan berlaku persamaan:

$$d \sin \theta = n\lambda \text{ dengan } d = \frac{1}{N} \text{ cm}$$

$N$  = banyaknya celah tiap satuan panjang

$d$  = jarak antara celah kisi (m)

$n$  = orde difraksi ( $n=1, 2, 3, \dots$ )



Polarisasi adalah peristiwa terserapnya sebagian arah getar cahaya. Polarisasi cahaya hanya bisa dialami gelombang transversal. Polarisasi cahaya dapat terjadi akibat adanya pemantulan, pembiasan, absorpsi selektif, dan hamburan.

### 1. Polarisasi Karena Pembiasan

Jika sinar pantul tegak lurus sinar bias maka sinar pantul terpolarisasi:

$$\tan i_p = \frac{n_2}{n_1} \text{ (Hukum Brewster)}$$

$i_p$  = sudut polarisasi = sudut datang yang menghasilkan sinar pantul terpolarisasi

$n_1$  = indeks bias medium asal sinar

$n_2$  = indeks bias medium yang dituju sinar

### 2. Polarisasi Karena Absorpsi Selektif

Polarisasi dengan penyerapan selektif diperoleh dengan memasang dua buah polaroid yaitu analisator dan polarisator.

Cahaya dengan intensitas  $I_1$  yang datang menuju analisator dan cahaya yang keluar dari analisator yang memiliki intensitas  $I_2$ , menurut hukum Mallus dapat dihubungkan dengan persamaan berikut.

$$I_2 = I_1 \cos^2 \theta = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$$

Dengan  $\theta$  sebagai sudut antara sumbu analisator dengan sumbu polarisator.

### 3. Polarisasi Dengan Pembiasan Ganda

Polarisasi dengan pembiasan ganda terjadi pada kristal yang memiliki dua indeks bias.

Jika sinar datang tak terpolarisasi jatuh tegak lurus bidang kristal, maka sinar akan keluar dari bidang kristal. Sinar tersebut akan terbagi menjadi dua yaitu sinar bias dan sinar istimewa.

### 4. Polarisasi Dengan Hamburan

Hamburan adalah penyerapan dan pemancaran kembali oleh partikel-partikel (gas).

Sebagai contoh sinar matahari yang dihamburkan cahayanya melalui atmosfer bumi sehingga tampak oleh pengamat di bumi sebagai cahaya yang terpolarisasi sebagian.

## Soal Bahas Optik Fisis

1. Seberkas cahaya monokromatik dijatuhkan pada dua celah sempit sehingga terjadi interferensi yang dapat terlihat di layar. Dari pernyataan berikut:
- (1) Semakin dekat jarak layar ke celah semakin jauh jarak antar pita.
  - (2) Semakin dekat jarak layar ke celah semakin dekat jarak antar pita.
  - (3) Semakin jauh dari terang pusat intensitas semakin kecil.
  - (4) Semakin jauh dari terang pusat intensitas semakin besar.

Pernyataan yang benar adalah ....

- A. (3) dan (4)      D. (1) dan (4)  
 B. (2) dan (4)      E. (1) dan (3)  
 C. (2) dan (3)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: C**

Interferensi pada celah ganda dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\frac{dp}{L} = n\lambda$$

Berdasarkan persamaan tersebut menyatakan bahwa semakin dekat jarak ke layar maka semakin dekat jarak antar pita. Sementara itu, intensitas cahaya dapat dihubungkan dengan panjang gelombang cahaya. Adapun persamaannya sebagai berikut.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{At} = \frac{nhc}{\lambda At}$$

Keterangan:

- P : Daya  
 A : Luas penampang  
 E : Energi  
 t : Waktu  
 h : Konstanta Planck  
 v : Cepat rambat cahaya  
 $\lambda$  : Panjang gelombang

Berdasarkan persamaan  $\frac{dp}{L} = n\lambda$ ,

semakin jauh jarak dari terang pusat maka semakin besar panjang gelombang yang dibutuhkan.

Padahal berdasarkan persamaan di atas, panjang gelombang berbanding terbalik dengan intensitas cahaya sehingga jika panjang gelombang yang dibutuhkan besar maka nilai intensitas cahaya kecil. Jadi, jawaban yang paling tepat adalah pilihan C.

2. Pada percobaan interferensi celah ganda, dua celah berjarak 0,01 mm diletakkan pada jarak 100 cm dari sebuah layar. Bila jarak antara pola interferensi garis terang pertama dengan garis terang ke sembilan adalah 40 cm, maka panjang gelombang cahaya yang digunakan dalam percobaan tersebut adalah ....
- A.  $0,5 \times 10^{-6}$  m      D.  $4,0 \times 10^{-6}$  m  
 B.  $1,0 \times 10^{-6}$  m      E.  $5,0 \times 10^{-6}$  m  
 C.  $2,5 \times 10^{-6}$  m

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Diketahui:

$$d = 0,01 \text{ mm} = 1 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$L = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

$$n = 8$$

$$y = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

Ditanyakan:  $\lambda$

Jawab:

$$\frac{dy}{L} = n\lambda$$

$$\frac{(1 \times 10^{-5})(0,4)}{1} = 8\lambda$$

$$8\lambda = 40 \times 10^{-7}$$

$$\lambda = 5 \times 10^{-7} = 0,5 \times 10^{-6}$$

Jadi, panjang gelombangnya  $0,5 \times 10^{-6}$  m.

3. Untuk menentukan panjang gelombang sinar monokromatis digunakan percobaan Young yang data-datanya sebagai berikut: jarak antar kedua celahnya 0,3 mm, jarak celah ke layar 50 cm, dan jarak garis gelap kedua dan gelap ketiga pada layar 1 mm. Panjang gelombang sinar monokromatis tersebut adalah ....
- A. 400 nm                      D. 580 nm  
 B. 480 nm                      E. 600 nm  
 C. 500 nm

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: E**

Diketahui:

$$d = 0,3 \text{ mm} = 0,3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$L = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$n = 1$$

$$y = 1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Ditanyakan:  $\lambda$

Jawab:

Panjang gelombang sinar monokromatis tersebut adalah

$$\frac{dy}{L} = n\lambda$$

$$\frac{(0,3 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-3})}{0,5} = 1\lambda$$

$$\lambda = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$

Jadi, panjang gelombang sinar monokromatis tersebut adalah 600 nm.

4. Cahaya suatu sumber melalui dua celah sempit yang terpisah 0,1 mm. Jika jarak antara dua celah sempit terhadap layar 100 cm dan jarak antara garis gelap pertama dengan garis terang pertama adalah 2,95 mm, maka perbandingan panjang gelombang yang digunakan adalah ....
- A. 2.100 mm                      D. 490 mm  
 B. 1.080 mm                      E. 440 mm  
 C. 590 mm

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Diketahui:

$$d = 0,1 \text{ mm} = 0,1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$L = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

$$n = 0,5$$

$$y = 2,95 \text{ mm} = 2,95 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Ditanyakan:  $\lambda$

Jawab:

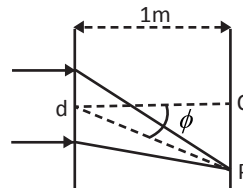
$$\frac{dy}{L} = n\lambda$$

$$\frac{(0,1 \times 10^{-3})(2,95 \times 10^{-3})}{1} = 0,5\lambda$$

$$\lambda = 5,9 \times 10^{-7} \text{ m} = 590 \text{ nm}$$

Jadi, panjang gelombang yang digunakan adalah 590 nm.

5. Dalam percobaan Young digunakan cahaya dengan panjang gelombang 1.000 Å, jarak antar celah 1 cm, dan jarak layar ke celah 1 m seperti gambar berikut.



Jika titik P adalah terang orde pertama layar maka sudut  $\phi$  adalah ....

- A.  $\sin^{-1}(10^{-5})$                       D.  $15^\circ$   
 B.  $\sin^{-1}(10^{-3})$                       E.  $30^\circ$   
 C.  $\sin^{-1}(0,25)$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Diketahui:

$$\lambda = 1.000 \text{ \AA}$$

$$d = 1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

Ditanyakan:  $\phi$

Jawab:

$$d \sin \phi = n\lambda$$

$$d \sin \phi = 1\lambda$$

$$\sin \phi = \frac{\lambda}{d}$$

$$\sin \phi = \frac{10^{-7}}{10^{-2}}$$

$$\sin \phi = 10^{-5}$$

$$\phi = \sin^{-1}(10^{-5})$$

BAB  
14

# LISTRIK STATIS

## A. Interaksi Antara Dua Muatan

Dua buah muatan yang sejenis jika didekatkan akan saling tolak-menolak.



Dua buah muatan yang berlainan jenis jika didekatkan akan saling tarik-menarik.



## B. Hukum Coulomb

Hukum Coulomb menyatakan bahwa besar gaya tarik-menarik atau tolak-menolak pada suatu benda yang memiliki muatan listrik sebanding dengan hasil kali besar muatan listrik kedua benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua benda tersebut.

$$F_c = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

$F_c$  = gaya Coulomb (N)

$q_1$  = besar muatan 1 (C)

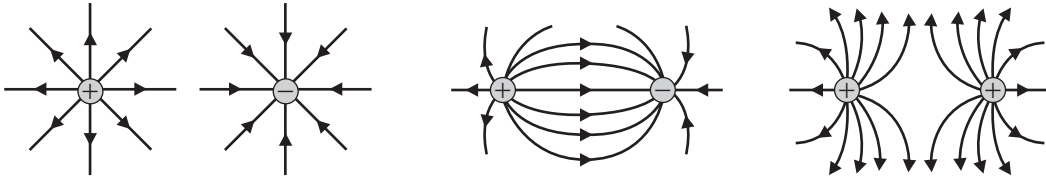
$k$  = konstanta =  $9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

$q_2$  = besar muatan 2 (C)

$r$  = jarak kedua muatan (m)

## C. Kuat Medan Listrik

Medan listrik adalah daerah di sekitar muatan yang masih terpengaruh muatan listrik.



Hubungan antara kuat medan listrik dengan gaya Coulomb dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$E = \frac{F_c}{q} \text{ atau } E = \frac{kq}{r^2}$$

$E$  = medan listrik disekitar muatan (N/C)

$q$  = besar muatan (C)

$r$  = jarak dari sebuah titik ke muatan sumber medan listrik (m)

### Catatan:

Gaya Coulomb dan medan listrik termasuk dalam besaran vektor maka tanda +/- tidak digunakan dalam perhitungan.

## D. Energi Potensial Listrik

Energi potensial listrik didefinisikan sebagai usaha untuk membawa tiap satu muatan dari jarak tak terhingga menuju ke suatu titik berjarak dari muatan lain. Secara matematis dapat dirumuskan.

$$E_p = k \frac{Qq}{r}$$

$E_p$  = energi potensial muatan uji (Joule)

$Q$  = besar muatan sumber (C)

$q$  = besar muatan uji (C)

$r$  = jarak antara muatan sumber dan muatan uji (m)

Usaha untuk memindahkan muatan

$$W = \Delta E_p$$
$$W = kq \left( \frac{Q_1}{r_1} - \frac{Q_2}{r_2} \right)$$

## E. Potensial Listrik

Potensial listrik dapat didefinisikan energi potensial listrik tiap satuan muatan. Jika dituliskan dalam persamaan matematis seperti di samping.

$$V = \frac{E_p}{q} \quad V = k \frac{Q}{r}$$

Jika muatan lebih dari satu dan memiliki beragam jarak, dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$V = \sum k \frac{Q}{r} = k \left( \frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \dots + \frac{q_n}{r_n} \right)$$

$V$  = potensial listrik (V)

$Q$  = besar muatan sumber (C)

$r$  = jarak antara muatan sumber dan muatan uji (m)

**Catatan:**

Karena merupakan besaran skalar maka untuk energi potensial dan potensial listrik tanda +/- digunakan dalam perhitungan.

## F. Kuat Medan Listrik dan Potensial Listrik Pada Bola Konduktor

Pada bola konduktor berongga akan berlaku:

1. Kuat medan di dalam bola ( $r < R$ ) akan bernilai:

$$E = 0$$

2. Kuat medan di luar bola ( $r > R$ ) akan bernilai:

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

3. Potensial listrik di dalam bola ( $r < R$ ) akan bernilai:

$$V = k \frac{q}{R}$$

4. Potensial listrik di luar bola ( $r > R$ ) akan bernilai:

$$V = k \frac{q}{r}$$

$r$  = jarak titik ke muatan sumber

$R$  = jari-jari bola konduktor

## G. Fluks Listrik

Hukum Gauss menyatakan garis-garis medan listrik yang menembus permukaan tertutup sebanding dengan jumlah muatan listrik yang dilingkupi oleh permukaan tertutup.

Secara matematis fluks listrik dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0} \text{ atau } \Phi = EA \cos \theta$$

$\Phi$  = fluks listrik (Weber)

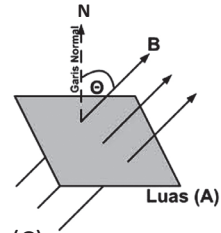
$q$  = muatan yang dilingkupi muatan (C)

$\epsilon_0$  = permitivitas listrik di ruang hampa  
( $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$ )

$E$  = medan listrik (N/C)

$A$  = luasan yang dilingkupi muatan ( $\text{m}^2$ )

$\theta$  = sudut antara medan listrik dan garis normal luasan tertutup



## H. Kapasitor

Kapasitor berfungsi sebagai komponen elektronik yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik. Kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan disebut dengan kapasitas kapasitor.

Secara matematis kapasitas kapasitor dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$C = \frac{q}{V}$$

$C$  = kapasitas kapasitor (Farad)

$q$  = muatan yang tersimpan (Coulomb)

$V$  = beda potensial (Volt)

Kapasitor pada umumnya terdiri dari dua keping sejajar yang diletakkan berdekatan namun tidak saling bersentuhan. Kapasitas kapasitor keping sejajar tanpa bahan penyekat dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Jika ada bahan penyekat/dielektrik, dirumuskan sebagai berikut.

$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$$

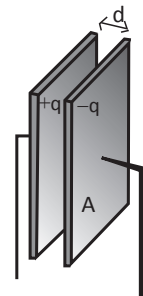
$C_0$  = kapasitas kapasitor tanpa bahan dielektrik (F)

$A$  = luasan penampang plat ( $\text{m}^2$ )

$d$  = jarak antar plat sejajar (m)

$C$  = kapasitas kapasitor dengan bahan dielektrik (F)

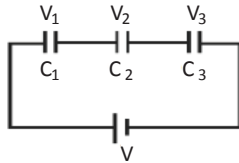
$k$  = konstanta dielektrik bahan



## I. Rangkaian Kapasitor

Kapasitor dapat dirangkai secara seri maupun paralel. Adapun aturan dalam perhitungan rangkaian sebagai berikut:

### 1. RANGKAIAN SERI



Besar kapasitas kapasitor pengganti ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

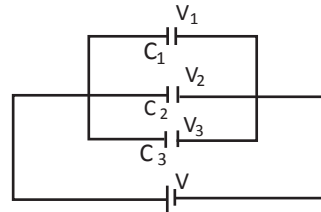
Besar muatan masing-masing kapasitor sebagai berikut.

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_{\text{total}}$$

Besarnya potensial listrik pada rangkaian, yaitu:

$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2 + V_3$$

### 2. RANGKAIAN PARALEL



Besar kapasitas kapasitor pengganti dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

Besar potensial listrik tiap kapasitor, yaitu:

$$V_{\text{tot}} = V_1 = V_2 = V_3$$

Muatan listrik pada rangkaian akan berlaku:

$$Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

## J. Energi Yang Tersimpan Pada Kapasitor

Energi yang tersimpan pada kapasitor dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

W = energi yang tersimpan dalam kapasitor (Joule)

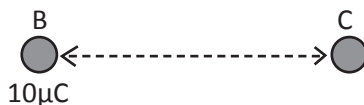
Q = muatan kapasitor (Coulomb)

V = beda potensial (Volt)

C = kapasitas kapasitor (Farad)

## Soal Bahas Listrik Statis

1. Dua muatan listrik B dan C yang berada sejauh 8 cm menghasilkan gaya 50 N. Jika muatan C digeser ke kanan sejauh 8 cm, besar gaya tarik pada muatan B dan C adalah .... ( $1\mu\text{C} = 10^{-6}\text{C}$ )



- A. 7,5 N  
B. 12,5 N  
C. 17,5 N  
D. 22,5 N  
E. 27,5 N

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

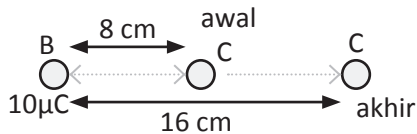
Diketahui:

$$r_1 = 8 \text{ cm}, r_2 = 16 \text{ cm}, F_1 = 50 \text{ N}$$

Ditanyakan:  $F_2$

Jawab:

Perhatikan posisi C awal dan akhir!



$$\text{Jika } F = k \frac{q_A q_B}{r^2}$$

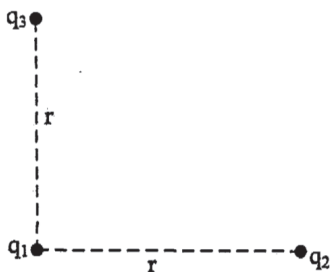
$$\text{Maka } F \approx \frac{1}{r^2}$$

$$\text{Sehingga jika } \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\frac{F'}{50} = \left(\frac{8}{16}\right)^2, F' = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ N}$$

Jadi, besar gaya tarik B dan C menjadi 12,5 N.

2. Tiga muatan listrik identik ditempatkan seperti pada gambar berikut.



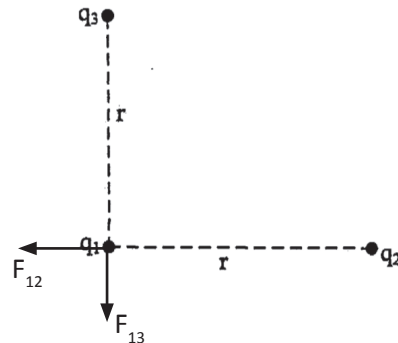
Jika besar  $q_1 = q_2 = q_3 = q$  maka resultan gaya listrik yang dialami muatan  $q_1$  adalah ....

- A.  $\frac{kq}{r}$                       D.  $\frac{k^2 q^2}{r^2} \sqrt{2}$   
 B.  $\frac{kq}{r} \sqrt{2}$                 E.  $\frac{k^2 q^4}{r^4}$   
 C.  $\frac{kq^2}{r^2} \sqrt{2}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Apabila digambarkan arah gaya di muatan  $q_1$  ditunjukkan sebagai berikut.



Jika muatan dan jarak sama maka nilai  $F_{12} = F_{13} = F$ . Besar gaya yang terbentuk dari dua gaya yang mengapit sudut  $90^\circ$ , yaitu:

$$F_{\text{total}} = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2} = \sqrt{F^2 + F^2} = F\sqrt{2}$$

Nilai F sebagai berikut.

$$F = \frac{kq^2}{r^2}$$

Nilai resultan gayanya, yaitu:

$$F_{\text{total}} = F\sqrt{2} = \frac{kq^2}{r^2} \sqrt{2}$$

Jadi, jawaban yang tepat pilihan C.

3. Perhatikan pernyataan berikut!
- (1) Pada masing-masing kapasitor akan bekerja tegangan yang sama.
  - (2) Kapasitor  $C_3$  menyimpan energi listrik paling banyak.
  - (3) Kapasitor  $C_1$  mempunyai muatan paling kecil.
  - (4) Ketiga kapasitor mempunyai harga kapasitansi ekuivalen  $6 \mu\text{F}$ .
- Kapasitor  $C_1 = 1 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2 \mu\text{F}$ , dan  $C_3 = 3 \mu\text{F}$  dihubungkan paralel dan diberi tegangan  $V$  volt. Pernyataan tersebut yang benar adalah ....
- A. (1), (2) dan (3)    D. (2) dan (3)  
 B. (2), (3) dan (4)    E. Semua benar  
 C. (1), (3) dan (4)

**Tipe Soal Penalaran & Logika**



**Jawaban: E**

(1) pada rangkaian paralel beda potensial ketiga kapasitor sama besar yaitu  $V$

(2) kapasitor dengan energi listrik terbesar adalah kapasitor  $C_3$  karena energi

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

(3) kapasitas dengan muatan terkecil adalah  $C_1$  karena  $Q = C V$

(4) kapasitas pengganti

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_p = 1 + 2 + 3 = 6 \mu F$$

Jawaban (1), (2), (3) dan (4) benar semua.

4. Sebuah bola konduktor dengan jari-jari  $R$  memiliki rongga berbentuk bola yang berjari-jari  $a$  dihitung dari pusat bola

konduktor, dengan  $a > \frac{R}{2}$ . Di pusat bola

konduktor diletakkan sebuah muatan titik  $+Q$ .

Jika  $k = 1$  dengan  $\epsilon_0$  adalah permitivitas listrik dalam udara, maka

besar kuat medan listrik di sebuah titik yang berjarak  $\frac{R}{2}$  dari pusat bola konduktor adalah ....

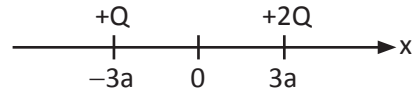
- A. 0  
B.  $\frac{kQ}{R^2}$   
C.  $\frac{4kQ}{R^2}$   
D.  $\frac{8kQ}{R^2}$   
E.  $\frac{kQ}{(R+a)^2}$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Kuat medan listrik di dalam bola konduktor sama dengan nol. Karena  $a > R/2$ , maka jarak  $R/2$  berada di dalam rongga bola. Oleh karena itu, medan di titik yang berjarak  $R/2$  sama dengan nol.

5. Dua buah muatan titik diletakkan pada sumbu  $x$  seperti tampak dalam gambar.



Muatan  $+2Q$  ditempatkan di  $x = +3a$  dan muatan  $+Q$  ditempatkan di  $x = -3a$ . besar muatan listrik di titik asal  $0$  akan sama dengan nol bila muatan  $+4Q$  diletakkan di ....

- A.  $x = +6a$   
B.  $x = +2a$   
C.  $x = +a$   
D.  $x = -2a$   
E.  $x = -6a$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: E**

Diketahui:

$$q_1 = 2Q$$

$$q_2 = Q$$

$$q_3 = 4Q$$

$$r_1 = r_2 = 3a$$

Ditanyakan:  $r_3$

Jawab:

$$E_1 = E_2 + E_3$$

$$\frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2} + \frac{kq_3}{r_3^2}$$

$$\frac{2Q}{(3a)^2} = \frac{Q}{(3a)^2} + \frac{4Q}{r_3^2}$$

$$\frac{Q}{9a^2} = \frac{4Q}{r_3^2}$$

$$36a^2 = r_3^2$$

$$r_3 = \sqrt{36a^2} = 6a$$

Jadi, muatan  $4Q$  diletakkan di kiri titik  $0$  sejauh  $6a$  ( $x = -6a$ ).

BAB  
15

## LISTRIK DINAMIS

## A. Kuat Arus

Kuat arus listrik didefinisikan sebagai banyaknya muatan listrik yang mengalir melalui penampang suatu penghantar per satuan waktu.

$$i = \frac{Q}{t}$$

$i$  = kuat arus (ampere)  
 $Q$  = muatan (coulomb)  
 $t$  = waktu (sekon)

## B. Hukum Ohm

Hukum Ohm menyatakan bahwa kuat arus yang mengalir melalui suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar, asalkan suhu penghantar tersebut tidak berubah.

$$R = \frac{V}{i}$$

$R$  = hambatan (ohm)  
 $V$  = tegangan (volt)  
 $i$  = kuat arus (ampere)

## C. Hambatan Kawat Penghantar

Besar hambatan suatu kawat penghantar bergantung pada:

1. Jenis kawatnya sebagai hambatan jenisnya ( $\rho$ ).
2. Panjang kawatnya ( $l$ ).
3. Luas penampang kawatnya ( $A$ ).

Apabila ketiga besaran tersebut dihubungkan diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$R$  = hambatan (ohm)  
 $\rho$  = hambatan jenis (ohm )  
 $l$  = panjang kawat (meter)  
 $A$  = luas penampang kawat ( $m^2$ )

Hambatan suatu kawat jenis konduktor akan berubah jika terjadi perubahan suhu sesuai persamaan:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

$\rho$  = hambatan jenis pada suhu (ohm)  
 $\rho_0$  = hambatan jenis pada suhu mula-mula (ohm)  
 $\alpha$  = koefisien suhu  
 $\Delta T$  = perubahan suhu

Hambatan jenis kawat akan mengalami perubahan ketika suhunya berubah. Oleh karena itu, nilai hambatannya pun ikut berubah. Persamaan matematisnya sebagai berikut.

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$$

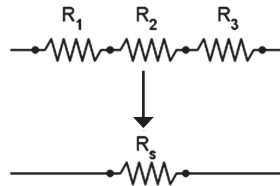
$R$  = hambatan pada suhu (ohm meter)

$R_0$  = hambatan pada suhu mula-mula (ohm meter)

## D. Rangkaian Hambatan

### 1. Hambatan Seri

Contoh bentuk rangkaian seri pada hambatan sebagai berikut.



Pada rangkaian seri berlaku sebagai berikut.

- a. Hambatan pengganti rangkaian seri sama dengan jumlah tiap-tiap hambatan.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

- b. Kuat arus yang melalui tiap-tiap hambatan sama serta bernilai sama dengan nilai kat arus yang melewati hambatan pengganti.

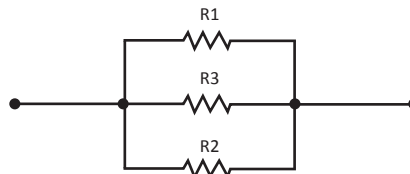
$$I_s = I_1 = I_2 = I_3 = I_n$$

- c. Tegangan pada hambatan pengganti seri bernilai sama dengan jumlah tegangan tiap-tap hambatan.

$$V_s = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

### 2. Hambatan Pararel

Contoh bentuk rangkaian paralel pada hambatan sebagai berikut.



Pada rangkaian paralel berlaku sebagai berikut.

- a. Hambatan pengganti rangkaian paralel dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

- b. Kuat arus yang mengalir melalui hambatan pengganti yang disusun secara paralel sama dengan jumlah kuat arus yang terjadi pada tiap hambatannya.

$$I_s = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

- c. Tegangan pada tiap hambatan sama dengan tegangan pada hambatan pengganti paralel.

$$V_s = V_1 = V_2 = V_3$$

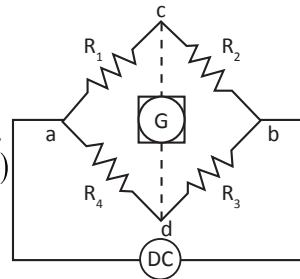
### 3. Hambatan Campuran

Hambatan campuran merupakan gabungan dari hambatan seri dan hambatan paralel. Perhitungan hambatan total dan tegangan ditentukan berdasarkan urutan pola rangkaian.

## E. Jembatan Wheatstone

Susunan jembatan Wheatstone adalah susunan penghambat sedemikian hingga tidak dapat dijumlahkan secara langsung baik secara paralel maupun seri.

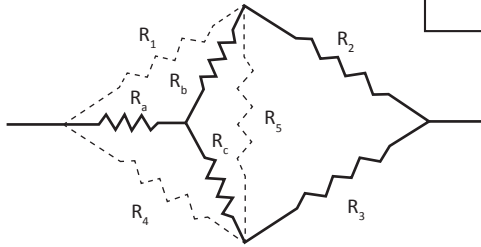
Jika  $R_1 R_3 = R_2 R_4$ , maka tidak ada arus yang mengalir di bagian G. Apabila  $R_1 R_3 \neq R_2 R_4$  maka digunakan transformasi delta star ( $\Delta Y$ ) seperti berikut.



$$R_a = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4 + R_5}$$

$$R_b = \frac{R_1 \cdot R_5}{R_1 + R_4 + R_5}$$

$$R_c = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_1 + R_4 + R_5}$$



## F. Hukum Kirchhoff

### 1. Hukum I Kirchhoff

Hukum I Kirchhoff menjelaskan bahwa pada rangkaian listrik bercabang, jumlah kuat arus yang masuk pada suatu titik cabang sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik cabang.

$$\sum i_{\text{masuk}} = \sum i_{\text{keluar}}$$

### 2. Hukum II Kirchhoff

Hukum II Kirchhoff tentang tegangan menyatakan bahwa jumlah aljabar perubahan tegangan yang mengelilingi suatu rangkaian tertutup (loop) sama dengan nol.

$$\sum V = 0$$

$$\sum E + \sum iR = 0$$

E = ggl listrik (volt)  
 i = arus listrik (ampere)  
 R = hambatan listrik (ohm)

Perjanjian Hukum II Kirchhoff

- Kuat arus bertanda positif jika searah dengan arah loop yang kita tentukan dan negatif jika berlawanan dengan arah loop yang kita tentukan.
- Jika kutub positif sumber tegangan dijumpai terlebih dahulu oleh arah loop, maka ggl akan bertanda positif. Sementara itu, jika kutub negatif sumber tegangan dijumpai terlebih dahulu oleh arah loop, maka ggl akan bertanda negatif.

## G. Daya dan Energi Listrik

Energi listrik diperoleh dari sumber tegangan yang terpasang. Energi yang dikeluarkan digunakan untuk memindahkan muatan dari satu ujung ke ujung yang lainnya. Energi disimbolkan  $W$ . Adapun persamaan dari energi yaitu:

$$W = Vit \text{ atau } W = \frac{V^2}{R}t \text{ atau } W = i^2Rt$$

Sementara itu, daya listrik didefinisikan sebagai energi per satuan waktu.

$$P = \frac{W}{t} \text{ atau } P = Vi$$
$$P = \frac{V^2}{R} \text{ atau } P = i^2R$$

$P$  = daya listrik (watt)  
 $W$  = energi listrik (joule)  
 $V$  = beda potensial (volt)  
 $i$  = kuat arus listrik (ampere)  
 $t$  = waktu (sekon)

## H. Daya Listrik Yang Diserap

Pada suatu peralatan listrik semisal lampu dituliskan 40 W, 220 V pada salah satu bagian lampu. Adapun maksud dari tulisan tersebut yaitu lampu menyerap daya listrik 40 W apabila dipasang pada tegangan 220 V. Sementara itu, apabila lampu dipasang pada tegangan kurang dari 220 volt, maka lampu akan menyala lebih redup dibandingkan keadaan normalnya. Hal tersebut apabila dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$P = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 P_1$$

$P$  = daya listrik yang diserap (watt)  
 $V_2$  = tegangan akhir yang digunakan oleh peralatan listrik (volt)  
 $V_1$  = tegangan awal yang digunakan oleh peralatan listrik (volt)  
 $P_1$  = daya listrik awal yang digunakan peralatan listrik (watt)

## Soal Bahas Listrik Dinamis

1. Diantara faktor-faktor berikut ini:

- (1) panjang penghantar
- (2) luas penampang penghantar
- (3) hambatan jenis
- (4) massa jenis

Yang memengaruhi hambatan penghantar adalah ....

- A. (1), (2), dan (3)
- B. (1), (2), (3), dan (4)
- C. (1) dan (3)
- D. (2) dan (4)
- E. (4) saja

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

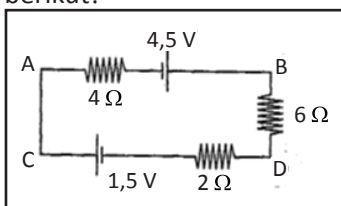
**Jawaban: A**

Hambatan penghantar dituliskan dalam persamaan

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Berdasarkan persamaan di atas, hambatan penghantar dipengaruhi oleh panjang penghantar ( $l$ ), hambatan jenis ( $\rho$ ), dan luas penampang penghantar ( $A$ ).

2. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut!



Beda potensial antara titik B dan D adalah ....

- A. 0,5 V
- B. 1 V
- C. 3 V
- D. 4 V
- E. 8 V

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Diketahui:

$$\varepsilon_1 = 1,5 \text{ V}$$

$$\varepsilon_2 = 4,5 \text{ V}$$

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

Ditanyakan:  $V_2$

Jawab:

Jika arah arus searah jarum jam dan arah loop berlawanan arah jarum jam, besar arus listrik yaitu:

$$\sum E + \sum IR = 0$$

$$(1,5 + 4,5) + (-I)(2 + 6 + 4) = 0$$

$$6 - 12 \cdot I = 0$$

$$12 \cdot I = 6, I = 0,5$$

Arus listriknya sebesar 0,5 ampere sehingga besar  $V_2$  yaitu:

$$V_2 = I \cdot R_2 = (0,5)(6) = 3$$

Jadi, beda potensial antara titik B dan D adalah 3V.

3. Pada sebuah lampu pijar bertuliskan 40 W, 220 volt. Apabila lampu tersebut dipasang pada tegangan 110 volt maka daya lampu adalah ....

- A. 10 watt
- B. 20 watt
- C. 40 watt
- D. 80 watt
- E. 160 watt

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: A**

Dalam analisis rangkaian listrik, suatu beban listrik seperti lampu pijar, TV, radio, dan peralatan listrik lainnya memiliki hambatan tetap. Hambatan dalam peralatan listrik dapat diketahui berdasarkan spesifikasi yang tertera dalam peralatan listrik. Hal tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$R = \frac{V^2}{P}$$

Jika kita menganggap bahwa

$$V_1 = 220 \text{ volt}$$

$$P_1 = 40 \text{ W}$$

$$V_2 = 110 \text{ volt}$$

Untuk menentukan besarnya daya lampu dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$\frac{V_1^2}{P_1} = \frac{V_2^2}{P_2}$$

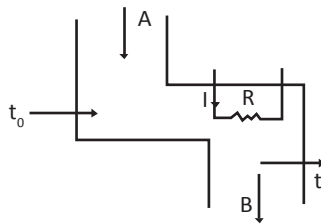
$$P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 P_1$$

$$P_2 = \left(\frac{110}{220}\right)^2 (40)$$

$$P_2 = \left(\frac{1}{4}\right)(40) = 10 \text{ watt}$$

4. Air mengalir masuk melalui A pada suhu  $t_0 = 15^\circ\text{C}$ . Kuat aliran tersebut adalah 50 gram/s. Jika  $R = 10 \text{ ohm}$ , arus listrik (tetap) yang melaluinya adalah 10 ampere, dan 1 kalori = 4,2 joule, maka suhu  $t$  air yang meninggalkan B adalah ....

- A.  $15,7^\circ\text{C}$
- B.  $19,8^\circ\text{C}$
- C.  $21,3^\circ\text{C}$
- D.  $23,3^\circ\text{C}$
- E.  $25,7^\circ\text{C}$



**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**  
**Jawaban: B**

Diketahui:

$$t_0 = 15^\circ\text{C} \quad I = 10 \text{ A}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$\text{Kuat aliran} = 50 \text{ gr/s}$$

Ditanyakan:  $T_2$

Jawab:

Berdasarkan soal, air yang dialiri arus listrik akan menghasilkan perubahan energi listrik menjadi energi panas.

Apabila dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$W = Q$$

$$I^2 R t = mc \Delta T$$

$$(10)^2 (10) t = m(4.200) \Delta T$$

$$(1.000) = \frac{m}{t} (4.200) \Delta T$$

$$(1.000) = (50 \times 10^{-3}) (4.200) \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{(1.000)}{(50 \times 10^{-3}) (4.200)} ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \frac{1}{210 \times 10^{-3}} = 4,8^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$4,8^\circ\text{C} = T_2 - 15^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 19,8^\circ\text{C}$$

5. Dua buah baterai dengan ggl dan hambatan dalam berbeda dihubungkan seri satu sama lain. Selanjutnya keduanya dihubungkan secara seri pula dengan suatu hambatan luar sehingga besar arus listrik dalam rangkaian tersebut adalah 4 ampere. Jika polaritas salah satu baterai dibalik, maka besar arus listrik dalam rangkaian berkurang 2 ampere. Dengan demikian besar perbandingan ggl kedua baterai tadi adalah ....

- A. 2,0
- B. 2,5
- C. 3,0
- D. 3,5
- E. 4,0

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Apabila polaritas searah akan berlaku persamaan berikut.

$$E_1 + E_2 = i R_{\text{total}}$$

$$E_1 + E_2 = 4(R + r_1 + r_2) \dots\dots(1)$$

Apabila salah satu polaritas dibalik menghasilkan persamaan berikut.

$$E_1 - E_2 = i R_{\text{total}}$$

$$E_1 - E_2 = 2(R + r_1 + r_2) \dots\dots(2)$$

Berdasarkan persamaan (1) dan persamaan (2) terdapat bagian yang dieliminasi.

$$E_1 + E_2 = 4(R + r_1 + r_2) \quad \text{dikali 1}$$

$$E_1 - E_2 = 2(R + r_1 + r_2) \quad \text{dikali 2}$$

Adapun hasilnya sebagai berikut.

$$E_1 + E_2 = 4(R + r_1 + r_2)$$

$$2E_1 - 2E_2 = 4(R + r_1 + r_2)$$

Apabila persamaan (1) dikurangi persamaan (2) diperoleh hasil berikut.

$$3E_2 - E_1 = 0$$

$$E_1 = 3E_2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = 3,0$$



BAB  
16

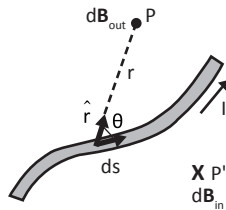
# MAGNET DAN INDUKSI MAGNET

## A. Medan Magnet

Medan magnet adalah ruang disekitar magnet yang masih dapat dirasakan adanya gaya magnetnya.

## B. Hukum Biot-Savart

Hukum Biot-Savart menjelaskan bahwa besarnya medan magnet pada kawat yang dialiri oleh arus listrik dituliskan dalam persamaan berikut.



$$dB = \frac{\mu_0 I ds \times r}{4\pi r^2}$$

Berdasarkan persamaan di atas, besarnya medan magnet dapat dirumuskan.

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{ds \times r}{r^2}$$

$\mu_0$  = permeabilitas ruang hampa =  $4\pi \times 10^{-7}$  T·m/A

I = kuat arus listrik (A)

r = jarak titik ke kawat

s = jarak yang dilalui medan magnet (T)

## C. Aturan Dalam Melukiskan Medan Magnet



Arah arus (**I**) searah ibu jari, sedangkan arah medan magnet (**B**) searah keempat jari melingkar.

## D. Medan Magnet Pada Kawat Lurus

### 1. Kawat Lurus Panjang Tertentu

Besarnya medan pada titik P, yaitu:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

B = induksi magnet di suatu titik (Tesla)

$\mu_0$  = permeabilitas ruang hampa =  $4\pi \times 10^{-7}$  T·m/A

a = jarak antara kawat dengan titik medan magnet

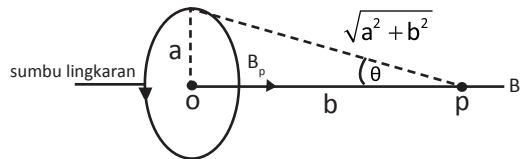
I = arus listrik (A)

### 2. Kawat Lurus Panjang Tak Hingga

Kawat lurus panjang tak hingga dengan  $\theta_1 = 0^\circ$  dan  $\theta_2 = 180^\circ$ , maka besarnya medan magnet adalah

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

## E. Medan Magnet Pada Kawat Melingkar



### 1. Kuat Medan Listrik Di Pusat Lingkaran

Besar induksi magnet pada titik O dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2a}$$

Jika kawat yang membentuk lingkaran terdiri dari N lingkaran maka besar induksi magnet pada titik O bernilai sebagai berikut.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2a} N$$

### 2. Jika Titik Terletak Pada Sumbu Pada Pusat Lingkaran Di Titik P

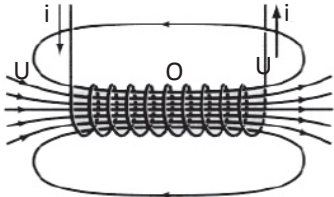
Jika  $r = \sqrt{a^2 + b^2}$  maka besarnya medan listrik di titik P dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$B = \frac{\mu_0 I a^2}{2r^3}$$

# F.

## Aplikasi Pada Medan Magnet Solenoida dan Toroida

### 1. Solenoida



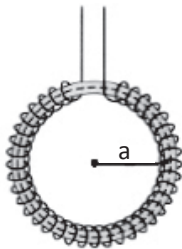
a. Di pusat solenoida titik O

$$B_o = \frac{\mu_o i N}{L}$$

b. Pada ujung-ujung solenoid di titik U

$$B_u = \frac{1}{2} B_o = \frac{\mu_o i N}{2L}$$

### 2. Toroida



Besarnya medan magnet di pusat

$$B = \frac{\mu_o i N}{2\pi a}$$

B = induksi magnet di suatu titik (Tesla)

$\mu_o$  = permeabilitas ruang hampa =  $4\pi \times 10^{-7}$  T·m/A

a = jarak antara kawat dengan titik medan magnet (meter)

I = arus listrik (ampere)

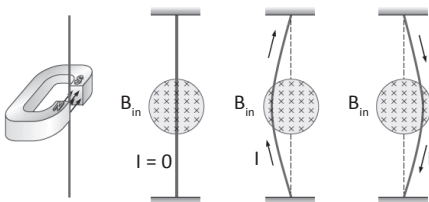
N = jumlah lilitan

# G.

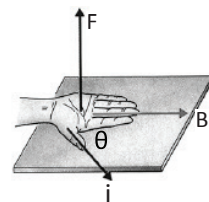
## Gaya Lorentz

Gaya Lorentz atau gaya magnet merupakan gaya yang ditimbulkan disekitar medan magnet. Gaya Lorentz antara lain dapat terjadi di berbagai tempat, yaitu:

### 1. Gaya Lorentz Pada Kawat Berarus Di Dalam Medan Magnet



Aturan tangan kanan digunakan untuk menentukan arah gaya



Secara matematis dapat dituliskan dengan persamaan:

$$F_L = B i \sin \theta$$

$F_L$  = gaya Lorentz (N)

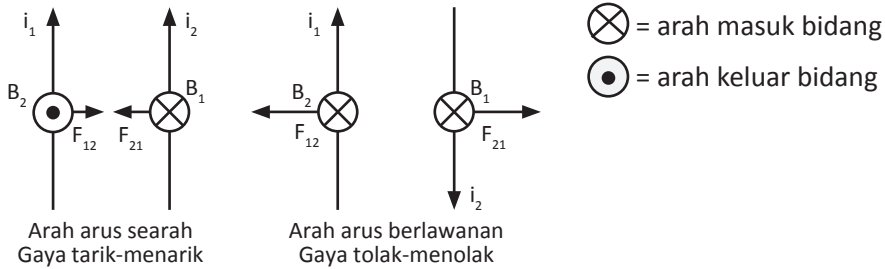
B = besarnya medan magnet (T)

i = kuat arus yang dialirkan (A)

l = panjang kawat penghantar (m)

$\theta$  = sudut antara arus dan medan magnet

## 2. Gaya Lorentz Antar Kawat Berarus



Secara matematis besar gaya Lorentz pada kawat sejajar dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_{12} = F_{21} = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi a}$$

$F_{12} = F_{21}$  = gaya Lorentz pada kawat kedua kawat (N)

$\mu_0$  = permeabilitas ruang hampa = ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  Wb/Am)

$i_1$  = arus pada kawat pertama (A)

$i_2$  = arus pada kawat kedua (A)

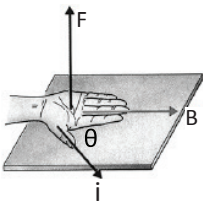
$B_1$  = medan magnet yang diakibatkan oleh kawat pertama (A)

$B_2$  = medan magnet yang diakibatkan oleh kawat kedua (A)

$l$  = panjang kawat (m)

$a$  = jarak kedua kawat (m)

## 3. Gaya Lorentz Pada Muatan Yang Bergerak Dalam Medan Magnet



Arus listrik merupakan muatan yang bergerak. Ketika muatan bergerak melalui medan magnet akan bekerja gaya Lorentz.

Secara matematis besarnya gaya magnet pada muatan bergerak dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$F = Bqv \sin \theta$$

$F$  = gaya Lorentz (N)

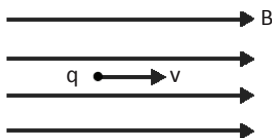
$B$  = medan magnet (T)

$\theta$  = sudut antara medan magnet dan kecepatan muatan

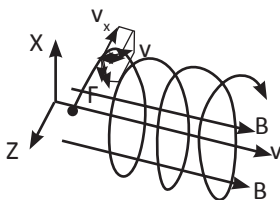
$q$  = besarnya muatan listrik (C)

$v$  = kecepatan muatan (m/s)

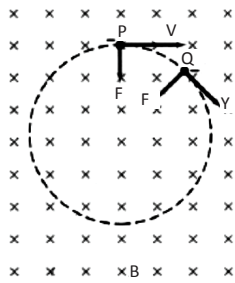
Adanya sudut antara medan magnet dan kecepatan muatan listrik mengakibatkan muatan memiliki lintasan yang berbeda pada saat berada di dalam medan magnet.



1. Arah kecepatan muatan positif sejajar dengan medan magnet ( $\theta = 0^\circ$ ), maka  $F = 0$



2. Arah medan magnet dan kecepatan muatan positif membentuk sudut  $\theta$  ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ), maka lintasan berbentuk spiral



3. Arah gerak muatan positif tegak lurus dengan medan magnet ( $\theta = 90^\circ$ ), maka  $F_{\text{Lorentz}} = F_{\text{sentripetal}}$  sehingga lintasan berbentuk lingkaran

Jari-jari lintasan (R) dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$R = \frac{mv}{Bq}$$

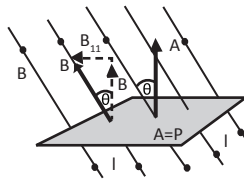
R = jari-jari lintasan (m)  
m = massa muatan listrik (kg)

**Catatan:**

Aturan tangan kanan pada muatan dipakai khusus untuk muatan positif, jika bermuatan negatif (elektron) maka gunakan tangan kiri dengan ibu jari sebagai arah v, untuk F dan B masih tetap.

## H. Fluks Magnet

Fluks magnet adalah jumlah garis-garis gaya medan magnet yang menembus tegak lurus bidang dengan luasan tertentu.



Persamaan fluks magnet dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\Phi = BA \cos \theta$$

- $\Phi$  = fluks magnet (Wb)
- B = besarnya medan magnet (T)
- A = luasan permukaan yang dilalui medan magnet ( $m^2$ )
- $\theta$  = sudut antara medan magnet dengan garis normal bidang permukaan

## I. Induksi Magnetik

### 1. GGL Induksi

Hukum Lenz menyatakan bahwa arus induksi selalu menimbulkan medan magnet induksi yang berlawanan dengan perubahan medan magnet asalnya. Hukum Faraday yang berbunyi, "ggl induksi yang timbul pada ujung-ujung suatu penghantar atau kumparan sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik yang dilingkupi oleh loop penghantar atau kumparan tersebut". Apabila dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$\epsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \text{ atau } \epsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Sementara itu, besarnya GGL induksi yang dihasilkan oleh generator dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\varepsilon = NBA\omega \sin\alpha$$

Adapun GGL induksi pada ujung-ujung sebuah penghantar yang digerakkan memotong tegak lurus suatu medan magnet di rumuskan sebagai berikut.

$$\varepsilon = Blv \sin\alpha$$

$\varepsilon$  = ggl induksi (volt)

$N$  = jumlah lilitan

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  = laju perubahan fluks magnetik (Wb/s)

$B$  = besar induksi magnetik (Tesla)

$A$  = luas penampang kumparan ( $m^2$ )

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)

$v$  = kecepatan penghantar yang digerakkan (m/s)

$\alpha$  = sudut terhadap medan magnet

## 2. Transformator

a. Trafo Ideal

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

c. Efisiensi Trafo

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%$$

b. Trafo Tidak Ideal

$$\frac{\eta V_p}{V_s} = \frac{\eta N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

$I_p$  = arus pada kumparan primer (A)

$I_s$  = arus pada kumparan sekunder (A)

$\eta$  = efisiensi transformator

$P_s$  = daya kumparan keluaran/sekunder

$P_p$  = daya kumparan masukan/primer

$V_p$  = tegangan primer (V)

$V_s$  = tegangan sekunder (V)

$N_p$  = lilitan primer

$N_s$  = lilitan sekunder

Berdasarkan perubahan tegangan yang dihasilkan, trafo dibedakan menjadi dua yaitu

- Trafo step up, trafo yang berfungsi menaikkan/ memperbesar tegangan bolak-balik suatu sumber. ( $V_p < V_s, N_p < N_s$ , dan  $I_p > I_s$ )
- Trafo step down, trafo yang berfungsi menurunkan/memperkecil tegangan bolak-balik suatu sumber. ( $V_p > V_s, N_p > N_s$ , dan  $I_p < I_s$ )

## 3. Aplikasi Induksi Elektromagnetik

a. Kawat yang ditarik dalam medan magnet homogen

Besarnya GGL Induksi  $\varepsilon = BvL$

Kuat Arus

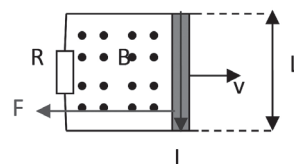
$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$\varepsilon$  = ggl induksi yang dihasilkan (V)  $L$  = panjang kawat (m)

$B$  = medan magnet (T)

$R$  = hambatan ( $\Omega$ )

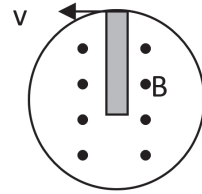
$v$  = kecepatan gerak kawat (m/s)



- b. Kawat yang diputar dalam medan magnet homogen  
Besarnya ggl induksi

$$\varepsilon = \frac{BvL}{2}$$

karena  $v = \omega L$  maka  $\varepsilon = \frac{B\omega L^2}{2}$



## J. Tegangan Bolak-Balik

Arus listrik bolak-balik dibangkitkan oleh generator AC.

$$I = I_m \sin(\omega t + \phi)$$

Akar dari nilai rata-rata kuadrat arus disebut arus efektif.

$$I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$I_m$  = arus maksimum  
 $I_{ef}$  = arus efektif

Hubungan antara tegangan efektif dan tegangan maksimum adalah

$$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

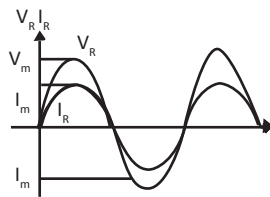
$V_m$  = tegangan maksimum (volt)  
 $V_{ef}$  = tegangan efektif (volt)

Arus rata-rata adalah arus bolak-balik yang menghasilkan muatan yang sama dengan muatan arus searah dalam waktu yang sama.

$$i = \frac{2I_m}{\pi}$$

1. Jika resistor dihubungkan dengan arus AC maka tegangannya memenuhi hubungan

$$V_R = V_m \sin \omega t \text{ dan } I_R = I_m \sin \omega t$$



Grafik

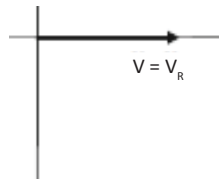
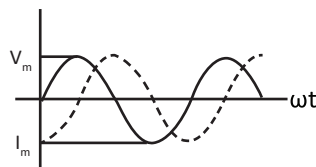


Diagram Fasor

2. Jika induktor dihubungkan dengan arus AC maka tegangannya memenuhi hubungan

$$V_L = V_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ dan } I_L = I_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$



Grafik

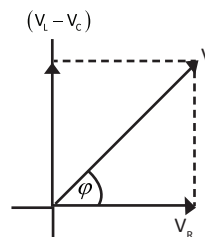
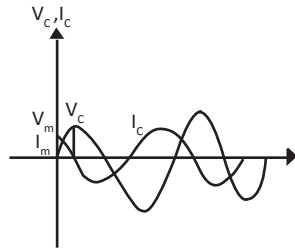


Diagram Fasor

3. Jika kapasitor dihubungkan dengan arus AC maka tegangannya memenuhi hubungan

$$V_c = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ dan } I_c = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$



Grafik

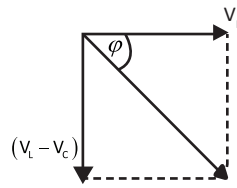


Diagram Fasor

4. Jika resistor, induktor dan kapasitor dihubungkan dengan arus AC maka tegangannya memenuhi hubungan  $V = V_m \sin(\omega t + \phi)$  dan  $I = I_m \sin(\omega t + \phi)$

a. Impedansi rangkaian RLC

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

dimana  $X_L = \omega L$  dan  $X_C = \frac{1}{\omega C}$

b. Tipe Rangkaian RLC

$X_L > X_C$  bersifat rangkaian induktif

$X_L < X_C$  bersifat rangkaian kapasitif

$X_L = X_C$  bersifat rangkaian resistif terjadi resonansi

c. Resonansi rangkaian RLC

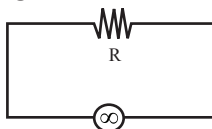
$$X_L = X_C \rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Daya pada rangkaian RLC

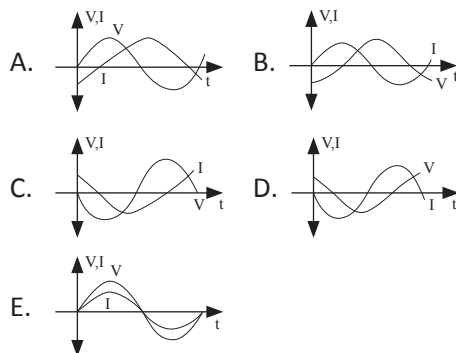
$$P = VI \cos \phi$$

## Soal Bahas Magnet & Induksi Magnet

1. Perhatikan gambar di bawah!



Grafik yang benar hubungan  $V$  dan  $I$  terhadap waktu pada rangkaian di atas adalah ....

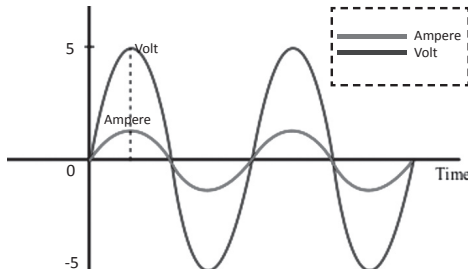


**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**



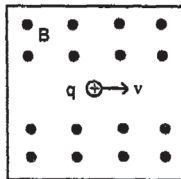
**Jawaban: E**

Rangkaian pada gambar menunjukkan rangkaian resistif murni. Rangkaian tersebut jika digambarkan dalam bentuk grafik akan terlihat seperti berikut.



Jadi, jawaban yang tepat pilihan E.

2. Sebuah muatan listrik positif  $q$  bergerak dengan kecepatan  $v$  dalam sebuah medan magnet homogen  $B$  seperti ditunjukkan gambar.



Arah gaya magnetik  $F$  yang dialami muatan listrik  $q$  adalah ....

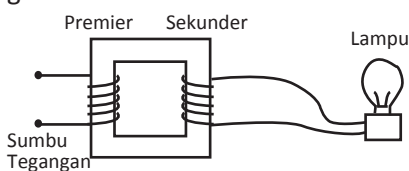
- A. ke atas tegak lurus arah  $v$
- B. ke bawah tegak lurus arah  $v$
- C. ke luar bidang gambar
- D. ke dalam bidang gambar
- E. ke kanan searah  $v$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Arah gaya magnetik dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan gaya Lorentz. Berdasarkan aturan tangan kanan, arah gaya Lorentz ke bawah tegak lurus arah  $v$ .

3. Sebuah trafo ideal kumparan primernya dihubungkan dengan sumber tegangan, sedangkan kumparan sekundernya dihubungkan dengan lampu seperti ditunjukkan oleh gambar berikut:



Lampu akan semakin terang jika ....

- A. jumlah lilitan sekunder ditambah
- B. tegangan primer dikurangi
- C. jumlah lilitan lilitan sekunder dikurangi
- D. tegangan sekunder diperbesar
- E. jumlah lilitan primer dikurangi

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: C**

Berdasarkan rangkaian tersebut, lampu akan semakin terang jika arus sekunder yang mengalir pada lampu diperbesar. Perhatikan persamaan berikut!

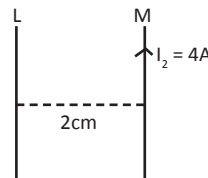
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk memperbesar arus sekunder yaitu:

- Meningkatkan tegangan primer
- Menurunkan tegangan sekunder
- Menambah jumlah lilitan primer
- Mengurangi jumlah lilitan sekunder

Jadi, jawaban yang tepat adalah pilihan C.

4. Dua kawat sejajar L dan M terpisah 2 cm satu sama lain (lihat gambar).



Pada kawat M dialiri arus 4 A dan kedua kawat mengalami gaya tolak-menolak persatuan panjang sebesar  $6 \times 10^{-5} \text{ Nm}^{-1}$ . Besar dan arah kuat arus pada kawat L adalah ....

$$(\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1})$$

- A. 1,2 A searah dengan arus pada kawat M
- B. 1,2 A berlawanan arah dengan arus pada kawat M
- C. 1,5 A searah dengan arus pada kawat M

- D. 1,5 A berlawanan arah dengan arus pada kawat M  
 E. 2,4 searah dengan arus pada kawat M

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban : D**

Diketahui:

$$i_1 = 4A \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$\frac{F}{l} = 6 \times 10^{-5} \text{ Nm}^{-1}$$

Ditanyakan: besar dan arah I

Jawab:

Gunakan persamaan gaya Lorentz pada dua kawat penghantar berarus.

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi a}$$

$$6 \cdot 10^{-5} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} (4) i_2}{2\pi (0,02)}$$

$$i_2 = 1,5 A$$

Jika arah arus pada kawat M ke atas dan supaya gaya yang terjadi tolak menolak, arah arus pada kawat lainnya yaitu berlawanan arah dengan arus pada kawat M.

5. Menaikan GGL maksimum suatu generator AC agar menjadi 4 kali semula dapat dilakukan dengan cara ....
- jumlah lilitan dilipatduakan dan periode putar menjadi 0,5 kali semula
  - kecepatan sudut dan luas penampang diubah menjadi 0,5 kali semula
  - induksi magnet dan jumlah lilitan diubah menjadi 4 kali semula
  - luas penampang dan periode putar dijadikan 2 kali semula
  - luas penampang dan periode dijadikan 0,5 kali semula

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

GGL maksimum dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\varepsilon = NBA\omega$$

$$\varepsilon = NBA \frac{2\pi}{T}$$

- Jumlah lilitan dilipatduakan dan periode putar menjadi 0,5 kali semula

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1 \omega_1}{N_2 \omega_2}$$

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_2} = \frac{N \omega}{2N (0,5\omega)}$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon$$

- Kecepatan sudut dan luas penampang diubah menjadi 0,5 kali semula

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{A_1 \omega_1}{A_2 \omega_2}$$

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_2} = \frac{A \omega}{(0,5A) (0,5\omega)}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{4} \varepsilon$$

- Induksi magnet dan jumlah lilitan diubah menjadi 4 kali semula

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1 B_1}{N_2 B_2}$$

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_2} = \frac{N B}{4N (4B)}$$

$$\varepsilon_2 = 16\varepsilon$$

- Luas penampang dan periode putar dijadikan 2 kali semula

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{A_1 \omega_1}{A_2 \omega_2}$$

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_2} = \frac{A \omega}{(2A) (2\omega)}$$

$$\varepsilon_2 = 4\varepsilon$$

- Luas penampang dan periode dijadikan 0,5 kali semula

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{A_1 T_2}{A_2 T_1}$$

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_2} = \frac{A \cdot 0,5T}{(0,5A) T}$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon$$

Melalui analisis tersebut, jawaban yang tepat adalah pilihan D.

BAB  
17

FISIKA MODERN

A. Relativitas

1. Postulat Einstein Untuk Teori Relativitas Khusus

- a. Postulat pertama  
Hukum-hukum fisika memiliki bentuk yang sama pada semua kerangka inersia. Adanya postulat ini menepis anggapan tentang kerangka acuan.
- b. Postulat kedua  
Postulat kedua Einstein, "Cahaya merambat melalui ruang hampa dengan cepat rambat  $c = 3 \times 10^8$  m/s dan tidak bergantung dari kelajuan sumber cahaya maupun pengamatnya".

2. Penjumlahan Kecepatan Relativistik

Dalam relativitas terdapat kecepatan relativistik. Kecepatan relativistik adalah kecepatan yang nilainya mendekati kecepatan cahaya. Dalam hal ini dimisalkan jika sebuah bola B dilempar oleh A dengan arah dan kecepatan yang sama dengan mobil. Bola B diamati oleh pengamat D yang berdiri di tepi jalan, maka besar kecepatan bola relatif terhadap D dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$v_{BD} = \frac{v_{BA} + v_{AD}}{1 + \frac{(v_{BA})(v_{AD})}{c^2}}$	$v_{AD}$ = kecepatan mobil relatif terhadap pengamat D $v_{BA}$ = kecepatan bola relatif terhadap mobil $v_{BD}$ = kecepatan bola relatif terhadap pengamat D
---	---

3. Dilatasi Waktu

Dilatasi waktu pada konsep relativitas dituliskan dalam persamaan berikut.

$\Delta t = \gamma \Delta t_0 = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$\Delta t_0$ = selang waktu sejati $\Delta t$ = selang waktu relativistik
--	--

4. Kontraksi Panjang

Kontraksi panjang dirumuskan dengan persamaan berikut.

$L = \frac{L_0}{\gamma} = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$	$L$ = panjang relativistik (m) $L_0$ = panjang sejati (m) $v$ = kecepatan relativistik benda (m/s) $c$ = kecepatan cahaya m/s
---	--

## 5. Massa, Momentum, dan Energi Relativitas

### a. Massa Relativistik

Massa relativistik dituliskan dengan persamaan berikut.

$$m = \gamma m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$m_0$  = massa diam benda yang diukur dari kerangka acuan diam terhadap benda (kg)

$m$  = massa relativistik yang diukur dari kerangka acuan yang bergerak (kg)

$\gamma$  = tetapan transformasi

### b. Momentum Relativistik

Konsep momentum relativistik dituliskan bentuk persamaan berikut.

$$p = mv = \gamma m_0 v = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$p$  = momentum relativistik (kg m/s)

### c. Energi Relativistik

Energi kinetik relativistik merupakan hasil dari pengurangan energi total dikurangi energi diam. Jika dituliskan dalam persamaan matematis sebagai berikut.

$$E_k = E - E_0$$

$$E_k = mc^2 - m_0 c^2$$

$$E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$$

$E_k$  = energi kinetik (J)

$E$  = energi total (J)

$E_0$  = energi diam (J)

## B. Fisika Atom

Berbagai penjelasan tentang atom banyak dikemukakan oleh para ahli.

### 1. Teori Atom Demokritus

Atom berasal dari kata *atomos* (Yunani), artinya tidak dapat dibagi-bagi lagi.

### 2. Teori Atom Dalton

John Dalton seorang ahli kimia, mendukung pemikiran Demokritus dengan melakukan eksperimen kimia yang menghasilkan beberapa ciri-ciri atom antara lain:

- Tersusun dari partikel-partikel yang sangat kecil yang tidak dapat dibagi lagi yang disebut atom.
- Setiap unsur tersusun dari atom-atom yang sama dan tidak dapat berubah menjadi atom unsur lain.
- Dua atom atau lebih yang berasal dari unsur-unsur yang berlainan dapat membentuk suatu molekul. Molekul adalah bagian dari senyawa yang terkecil.
- Pada reaksi kimia atom-atom berpisah, kemudian bergabung lagi dengan susunan yang berbeda dari semula, tetapi massa keseluruhan tetap.

Kelemahan dari teori atom Dalton adalah tidak menjelaskan tentang adanya muatan

listrik dalam atom.

### 3. Teori Atom Thomson

J. J. Thomson (1856–1940), mengubah pandangan tentang atom dengan ditemukannya muatan negatif pada atom yang disebut dengan elektron. Menurut penemuan Thomson antara lain:

- Atom berbentuk bola pejal dan memiliki muatan (positif dan negatif) yang tersebar merata di seluruh bagian atom.
- Atom bukanlah partikel yang tidak dapat dibagi lagi.
- Atom adalah masif, karena partikel-partikel pembentuk atom tersebar merata.
- Jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negatif, sehingga atom bersifat netral.
- Massa elektron jauh lebih kecil dari massa atom.

Kelemahan teori atom Thompson adalah massa atom tersebar merata dan belum ditentukan besar massa muatan elektron.

### 4. Teori Atom Rutherford

Ernest Rutherford (1871–1937) berhasil memecahkan kelemahan teori atom Thompson, dengan melakukan eksperimen dengan menggunakan berkas partikel alfa yang ditembakkan ke lempeng tipis emas. Berdasarkan pengamatannya sebagian besar partikel alfa mudah menembus lempeng namun ada sebagian partikel alfa yang dihamburkan kembali.

Menurut Rutherford partikel alfa dihamburkan kembali oleh inti atom yang merupakan muatan positif sejenis dengan muatan yang ditembakkan oleh partikel alfa. Selain itu, ada beberapa pendapat yang dikemukakan oleh Rutherford antara lain:

- Inti atom bermuatan positif mengandung hampir seluruh massa atom.
- Elektron bermuatan negatif selalu mengelilingi inti.
- Jumlah muatan inti sama dengan jumlah muatan elektron yang mengelilinginya.
- Gaya sentripetal elektron selama mengelilingi inti dibentuk gaya tarik elektrostatik (gaya Coulomb) oleh inti atom dan elektron.

Kelemahan dari teori atom Rutherford adalah tidak dapat menjelaskan kestabilan inti atom dan tidak dapat menjelaskan spektrum garis atom hidrogen. Selain itu, elektron yang mengelilingi inti akan terus memancarkan energi berupa gelombang elektromagnetik sehingga lintasannya berbentuk spiral dan suatu saat akan jatuh ke dalam inti.

### 5. Teori Atom Bohr

Niels Bohr (1885–1962) menyempurnakan kelemahan teori atom menurut Rutherford dengan mengajukan postulat - postulat sebagai berikut.

- Elektron mengelilingi inti atom hanya dalam lintasan lingkaran tertentu. Selama gerakannya ini elektron tidak menyerap atau memancarkan energi.
- Elektron memiliki energi tertentu pada setiap orbit dan bergerak dalam orbit tanpa meradiasikan energi.
- Elektron dapat berpindah ke lintasan yang energinya lebih rendah disertai pelepasan energi (foton). Elektron dapat berpindah ke lintasan yang energinya lebih tinggi (eksitasi) dengan cara menyerap energi.

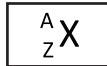
Kelemahan teori atom Bohr sebagai berikut.

- Lintasan elektron orbit elektron masih dijelaskan dalam konsep sederhana.
- Teori Bohr belum bisa menjelaskan pengaruh medan magnet terhadap atom, ikatan kimia, dan spektrum atom berelektron banyak.

## C. Fisika Inti dan Radioaktivitas

### 1. Inti Atom

Dalam sistem periodik unsur, atom dapat dituliskan sebagai berikut.



A = nomor massa atom yang menunjukkan jumlah proton dan neutron pada inti

Z = nomor atom yang menunjukkan jumlah proton

X = nama unsur atom

Berdasarkan persamaan di atas, jumlah neutron dapat ditentukan dengan perhitungan seperti berikut.

$$N = A - Z$$

N = jumlah neutron

Tabel di bawah ini menunjukkan beberapa contoh lambang unsur dan partikel

Nama Partikel	Lambang	Nama Partikel	Lambang
Elektron (partikel beta)	${}^0_{-1}e$ atau ${}^0_{-1}\beta$	Neutron	${}^1_0n$
Positron	${}^0_{+1}e$ atau ${}^0_{+1}\beta$	Partikel $\alpha$ (intihelium)	${}^4_2\alpha$ atau ${}^4_2\text{He}$
Proton	${}^1_1p$ atau ${}^1_1\text{H}$		

### 2. Defek Massa

Secara matematis defek massa dirumuskan sebagai berikut.

$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m_{\text{inti}}$$

$\Delta m$  = defek massa

$m_n$  = massa neutron

$m_p$  = massa proton

$m_{\text{inti}}$  = massa inti atom

### 3. Energi Ikat Inti Atom

Energi ikat inti adalah energi yang dilepas oleh nukleon-nukleon agar terbentuk inti atom. Energi ikat inti jika dituliskan dalam persamaan matematis seperti berikut.

$$E_{\text{ikat}} = \Delta m c^2 \text{ Joule atau } E_{\text{ikat}} = \Delta m 931 \text{ MeV}$$

$E_{\text{ikat}}$  = energi ikat inti atom

$\Delta m$  = defek massa (kg)

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Sementara itu, energi ikat rata-rata tiap nukleon/inti atom dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$E_{\text{nukleon}} = \frac{E_{\text{ikat}}}{A}$$

$E_{\text{nukleon}}$  = energi ikat rata-rata tiap nukleon / inti atom

A = jumlah nukleon (proton dan elektron)

#### 4. Radioaktivitas Inti

##### a. Pemancaran Partikel Radioaktif

Peristiwa pemancaran sinar radioaktif secara spontan disebut radioaktivitas. Adapun beberapa contoh pemancaran partikel-partikel radioaktif sebagai berikut.



Keterangan:

X = inti atom awal

Y = inti atom hasil

E = energi yang dihasilkan

##### b. Peluruhan Inti Atom

Inti atom yang memancarkan radioaktif secara terus menerus mengakibatkan jumlah inti atom berkurang / mengalami peluruhan. Secara matematis jumlah inti yang mengalami peluruhan radioaktif dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$N_t = N_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}}$$

$N_t$  = jumlah inti pada keadaan akhir

$N_0$  = jumlah inti pada keadaan mula-mula

$t$  = waktu peluruhan

$T$  = waktu paro

Waktu paro dari suatu bahan radioaktif dipengaruhi oleh konstanta peluruhan. Konstanta peluruhan ( $\lambda$ ) dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$$

#### 5. Energi Reaksi Inti Atom

Reaksi inti merupakan peristiwa perubahan suatu inti atom sehingga berubah menjadi inti atom lain dengan disertai munculnya energi yang sangat besar. Energi yang dihasilkan oleh reaksi fusi maupun fisi dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan sesuai persamaan berikut.

$$E = \left| \sum m_{\text{akhir}} - \sum m_{\text{awal}} \right| 931 \text{ MeV}$$

$\sum m_{\text{akhir}}$  = jumlah massa inti setelah reaksi

$\sum m_{\text{awal}}$  = jumlah massa inti sebelum reaksi

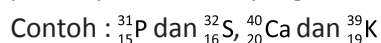
#### 6. Jenis Ikatan Inti Atom

##### a. Isotop

Isotop merupakan unsur yang memiliki nomor atom sama akan tetapi nomor massa berbeda. Contoh :  ${}^{14}_7\text{N}$  dan  ${}^{15}_7\text{N}$ ,  ${}^{14}_6\text{C}$  dan  ${}^{15}_6\text{C}$

##### b. Isoton

Isoton merupakan unsur yang memiliki jumlah neutron sama.



##### c. Isobar

Isobar merupakan unsur yang memiliki nomor massa sama akan tetapi nomor atom berbeda. Contoh :  ${}^{14}_6\text{C}$  dan  ${}^{14}_7\text{N}$ ,  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  dan  ${}^{24}_{11}\text{Na}$ .

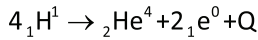
Pemancaran sinar radioaktif secara spontan dari inti yang tidak stabil menjadi inti yang stabil dinamakan radioaktivitas. Sinar radioaktif yang dipancarkan berbentuk sinar alfa ( $\alpha$ ), sinar beta ( $\beta$ ), atau sinar gamma ( $\gamma$ ). Sementara itu unsur lain yang memiliki isotop dan bersifat radioaktif dinamakan radioisotop. Berikut ini contoh pemanfaatan radioisotop dalam kehidupan.

- a. Radioisotop Xe-133 digunakan mendeteksi penyakit paru-paru.
- b. Radioisotop Fe-59 digunakan mempelajari pembentukan sel darah merah.
- c. Radioisotop C-14 digunakan menentukan umur fosil.
- d. Radioisotop P-32 digunakan untuk:
  - 1) Di bidang pertanian digunakan untuk memperkirakan jumlah pupuk yang diperlukan tanaman.
  - 2) Di bidang kesehatan digunakan untuk mendeteksi penyakit mata, tumor, dan hati.
- e. Radioisotop I-131 digunakan untuk:
  - 1) Mendeteksi kerusakan pada kelenjar gondok dan kelenjar hati.
  - 2) Mendeteksi adanya tumor otak.
  - 3) Dapat digunakan untuk uji faal ginjal.
- f. Radioisotop Na-24 digunakan untuk:
  - 1) Mempelajari kecepatan aliran sungai.
  - 2) Mendeteksi gangguan peredaran darah.
  - 3) Mempelajari kecepatan aliran sungai.
- g. Radioisotop Co-60 digunakan untuk:
  - 1) Mensterilkan alat-alat kesehatan.
  - 2) Membunuh sel kanker.
- h. Radioisotop Tc-99 digunakan untuk:
  - 1) Mendeteksi kerusakan tulang dan paru-paru.
  - 2) Menyelediki kebocoran pipa air bawah tanah.
- i. Radioisotop I-123 digunakan untuk mengetahui adanya gangguan ginjal.
- j. Radioisotop Cr-51 digunakan untuk keperluan scanning limpa.
- k. Radioisotop Se-75 digunakan untuk scanning pankreas.
- l. Radioisotop Ga-67 digunakan untuk scanning getah bening.



## Soal Bahas Fisika Modern

1. Perhatikan reaksi inti berikut!



Diketahui:

$${}^1_1\text{H}^1 = 1,0081 \text{ sma}$$

$${}^4_2\text{He}^4 = 4,0038 \text{ sma}$$

$${}^1_0\text{e}^0 = \text{sangat kecil (diabaikan)}$$

Jika 1 sma = 931 MeV

Berapa energi yang dihasilkan pada reaksi inti di atas?

- A. 0,00286 MeV    D. 40,2832 MeV  
 B. 26,6266 MeV    E. 92,2431 MeV  
 C. 35,3781 MeV

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$${}^1_1\text{H}^1 = 1,0081 \text{ sma}$$

$${}^4_2\text{He}^4 = 4,0038 \text{ sma}$$

$${}^1_0\text{e}^0 = \text{sangat kecil (diabaikan)}$$

Ditanyakan: Energi

Jawab:

Energi yang dihasilkan reaksi inti:

$$E = (4(1,0081) - 4,0038) \times 931 \text{ MeV}$$

$$E = 0,0286 \times 931 \text{ MeV} = 26,6266 \text{ MeV}$$

Jadi, jawaban yang tepat pilihan B.

2. Energi total benda bermassa  $m$  sama dengan lima kali energi rehatnya.

Jika benda tersebut mempunyai momentum linear sebesar ....

- A.  $2\sqrt{3}mc$                       D.  $2\sqrt{6}mc$   
 B.  $4\sqrt{2}mc$                       E.  $2mc$   
 C.  $6mc$

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: D**

Energi Total

$$E = 5E_0$$

$$\frac{mC^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{C^2}}} = 5mC^2, \quad v = \frac{2}{5}\sqrt{6}C$$

Momentum linear

$$P = \frac{mv}{1 - \frac{v^2}{C^2}} = \frac{m \frac{2}{5}\sqrt{6}C}{1 - \left(\frac{2}{5}\sqrt{6}\right)^2} = 2\sqrt{6}mC$$

3. Perhatikan pernyataan berikut !

- (1) Sinar gamma digunakan untuk membunuh sel-sel kanker.
- (2) Sinar gamma digunakan untuk mensterilkan alat-alat kedokteran.
- (3) Sinar alfa digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran suatu pipa.
- (4) Sinar beta digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran suatu pipa.

Pernyataan yang merupakan manfaat sinar radioaktif yang dihasilkan radioisotop adalah ....

- A. (1), (2), dan (3)  
 B. (1) dan (3)  
 C. (2) dan (4)  
 D. (1), (2), dan (4)  
 E. (1) dan (4)

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

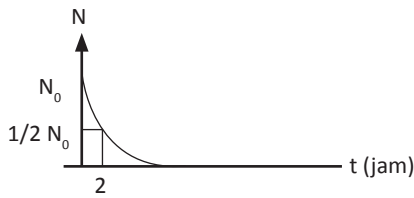
**Jawaban: D**

Sinar alfa digunakan untuk mendeteksi kedatangan pasokan cairan pada suatu pipa.

Sinar beta digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran suatu pipa.

Sinar gamma digunakan untuk mensterilkan alat-alat kedokteran dan membunuh sel kanker.

4. Perhatikan diagram peluruhan zat radioaktif di bawah ini!



$N$  = jumlah partikel

$t$  = waktu peluruhan

$N_0$  = jumlah partikel mula-mula

Jumlah partikel sisa setelah zat radioaktif tersebut meluruh selama 8 jam adalah ....

- A.  $\frac{1}{32}N_0$                       D.  $\frac{1}{4}N_0$   
 B.  $\frac{1}{16}N_0$                       E.  $\frac{1}{2}N_0$   
 C.  $\frac{1}{8}N_0$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: B**

Diketahui:

$$t_{\frac{1}{2}} = 2 \text{ jam}$$

$$t = 8 \text{ jam}$$

Ditanyakan:  $N$

Jawab:

$$\begin{aligned} N &= N_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}} \\ &= N_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{8 \text{ jam}}{2 \text{ jam}}} \\ &= \frac{1}{16} N_0 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah partikel sisa setelah zat radioaktif tersebut meluruh selama 8 jam adalah  $\frac{1}{16}N_0$ .

5. Sebuah peristiwa diamati oleh seseorang yang diam berlangsung selama 8 sekon. Jika peristiwa tersebut menurut pengamat yang bergerak terhadap peristiwa tersebut adalah 10 sekon, maka kecepatan pengamat yang bergerak adalah ....

- A. 0,2 c                      D. 0,8 c  
 B. 0,3 c                      E. 0,9 c  
 C. 0,6 c

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Diketahui:

$$t_0 = 8 \text{ sekon}$$

$$t = 10 \text{ sekon}$$

Ditanyakan:  $v$

Jawab:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$10 = \frac{8}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$v = 0,6 c$$

Jadi, kecepatan pengamat yang bergerak sebesar 0,6 c.

BAB  
18

# DUALISME PARTIKEL

## A. Radiasi Benda Hitam

Laju energi radiasi yang dipancarkan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4$$

Besar intensitas radiasi ditentukan dengan persamaan berikut.

$$I = \frac{P}{A} = e\sigma T^4$$

P = laju energi (daya) radiasi (watt)  
 e = emisivitas benda  
 σ = konstanta Stefan-Boltzmann  
 (σ = 5,67 x 10<sup>-4</sup> W/m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>)

A = luas penampang benda (m<sup>2</sup>)  
 T = suhu mutlak benda (K)  
 I = intensitas radiasi benda (W/m<sup>2</sup>)

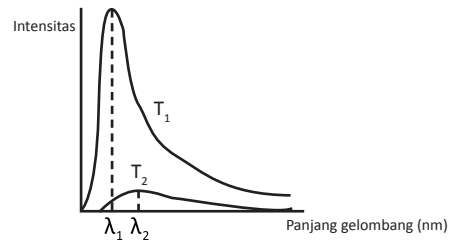
## B. Hukum Pergeseran Wien

Perhatikan grafik disamping!

Pada grafik terlihat bahwa suhu T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub>,  
 sedangkan untuk panjang gelombang λ<sub>1</sub> < λ<sub>2</sub>.  
 Oleh karena itu, secara matematis dapat dirumuskan:

$$\lambda_m T = 2,9 \times 10^{-3} \text{ mK}$$

λ<sub>m</sub> = panjang gelombang terpancar maksimum (m)  
 T = suhu mutlak benda hitam (K)



## C. Hipotesa Kuantum Planck

Max Planck memperlihatkan bahwa energi radiasi tidaklah kontinu, melainkan terdiri atas paket-paket energi yang diskrit yang disebut kuantum. Secara matematis dapat dirumuskan berikut.

$$E = nhf$$

E = energi radiasi (J)  
 n = jumlah partikel cahaya / foton  
 h = tetapan Planck ( 6,63 x 10<sup>-34</sup> J s)  
 f = frekuensi cahaya (Hz)

## D. Efek Fotolistrik dan Teori Einstein

Efek fotolistrik merupakan peristiwa terlepasnya elektron dari permukaan logam karena energi cahaya seperti yang ditunjukkan elektron akan terlepas dari pelat katode dan bergerak menuju ke anoda bila diberi seberkas cahaya dengan energi  $E = hf$  yang lebih besar dari  $W_0$ .

Energi minimal yang dibutuhkan elektron untuk terlepas disebut fungsi kerja logam/ energi ambang  $W_0$ .

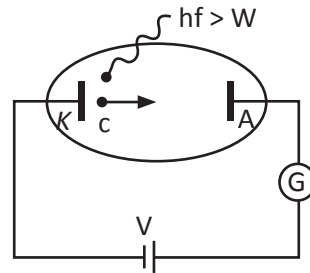
Secara matematis berlaku persamaan.

$$EK_{\text{maks}} = eV_0$$

$EK_{\text{maks}}$  = energi kinetik maksimum fotoelektron

$e$  = muatan elektron =  $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$V_0$  = potensial henti (V)



Semakin besar intensitas cahaya akan semakin banyak elektron yang terlepas dari pelat dan sebaliknya. Ketika cahaya dijatuhkan pada logam, foton-foton yang berinteraksi dengan elektron akan memberikan seluruh energinya pada elektron untuk bergerak. Secara matematis dapat dirumuskan.

$$EK_{\text{maks}} = E - W_0$$

sehingga

$$EK_{\text{maks}} = hf - hf_0$$

$$EK_{\text{maks}} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$$

$EK_{\text{maks}}$  = energi kinetik maksimum (J)

$E$  = energi foton (J)

$W_0$  = energi ambang/fungsi kerja logam (J)

$h$  = konstanta Planck =  $6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

$f$  = frekuensi cahaya (Hz)

$c$  = kecepatan cahaya =  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

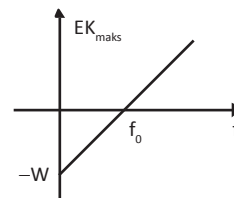
$\lambda$  = panjang gelombang cahaya (m)

$f_0$  = frekuensi ambang (Hz)

$\lambda_0$  = panjang gelombang maksimum (m)

Grafik hubungan antara energi kinetik dengan frekuensi foton, digambarkan melalui gambar berikut.

Berdasarkan grafik, semakin besar frekuensi cahaya semakin besar energi kinetiknya dan sebaliknya.



## E. Sinar X

X-rays dapat dijelaskan sebagai elektron energetik yang menumbuk permukaan logam, dan dari permukaan logam dipancarkan sinar-x atau foton-foton. Pada sinar X, energi kinetik elektron diubah seluruhnya menjadi energi foton. Secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$E_k = hf = \frac{hc}{\lambda} \text{ atau } eV = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

V = potensial pemercepat foton (volt)

Peristiwa yang terjadi saat sinar-x dihasilkan antara lain:

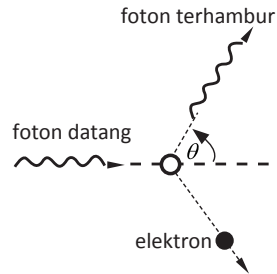
1. Efek Pengereman  
Saat elektron yang ditembakkan ke logam saling bertumbukkan dan mengakibatkan energi kinetik dirubah menjadi energi pancaran sinar x.
2. Eksitasi Transisi Atom Logam  
Saat bertumbukkan dengan atom pada logam energi dari elektron dipindahkan ke atom untuk melakukan transisi. Hal ini yang mengakibatkan adanya pancaran sinar x.

## F. Efek Compton

A. H. Compton berhasil menjelaskan hamburan sinar X (foton) yang menumbuk elektron sehingga foton mengalami pembelokkan dengan sudut  $\theta$ . Secara matematis dapat dituliskan.

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$$

- $\Delta\lambda$  = pergeseran panjang gelombang (m)
- $\lambda$  = panjang gelombang foton datang (m)
- $\lambda'$  = panjang gelombang foton hambur (m)
- $m_0$  = massa diam elektron =  $9,1 \times 10^{-31}$  kg
- $\theta$  = sudut hamburan
- $\frac{h}{m_0c}$  = panjang gelombang Compton (m)



## G. Gelombang De Broglie

Konsep dualisme gelombang juga dijelaskan **L. De Broglie** yang menyatakan bahwa jika cahaya dapat bersifat sebagai gelombang dan partikel, partikel pun mungkin dapat bersifat sebagai gelombang. Menurut de Broglie selain untuk foton setiap partikel juga memenuhi persamaan berikut.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

- $\lambda$  = panjang gelombang partikel (m)
- P = momentum partikel (kg m/s)
- m = massa partikel (kg)
- v = kecepatan partikel (m/s)

## Soal Bahas Dualisme Partikel

1. Pernyataan-pernyataan berikut ini berkaitan dengan efek fotolistrik:
- (1) Menggunakan foton dengan panjang gelombang yang lebih pendek dari panjang gelombang ambang.
  - (2) Menggunakan logam dengan nilai energi ambang kecil.
  - (3) Penggunaan dengan frekuensi yang lebih besar dapat menyebabkan energi kinetik elektron bertambah besar.
  - (4) Banyaknya elektron lepas dari permukaan logam bergantung pada frekuensi cahayanya.

Pernyataan yang benar adalah ....

- A. (1), (2), (3), dan (4)
- B. (1), (2), dan (3)
- C. (1) dan (3)
- D. (2) dan (4)
- E. (3) saja

**Tipe Soal Pengetahuan & Pemahaman**

**Jawaban: B**

Efek fotolistrik terjadi jika:

- Frekuensi foton lebih besar dibandingkan frekuensi ambang
- Panjang gelombang foton lebih pendek panjang gelombang ambang
- Energi foton lebih besar dibandingkan energi ambang pada logam

Sementara itu, banyaknya elektron yang terlepas dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang digunakan. Jadi, jawaban yang tepat pilihan B.

2. Suhu permukaan suatu benda 483 K. Jika tetapan Wien  $2,989 \times 10^{-3}$  mK, maka panjang gelombang radiasi pada intensitas maksimum yang dipancarkan oleh permukaan benda itu adalah ... Å
- A.  $6 \times 10^2$
  - B.  $6 \times 10^3$
  - C.  $6 \times 10^4$
  - D.  $6 \times 10^5$
  - E.  $6 \times 10^6$

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: C**

Diketahui:

$$T = 483 \text{ K}, C = 2,989 \times 10^{-3} \text{ mK}$$

Ditanyakan:  $\lambda_m$

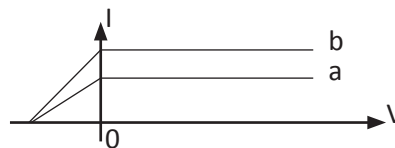
Jawab:

$$\lambda_m = \frac{C}{T} = \frac{2,989 \times 10^{-3} \text{ mK}}{483 \text{ K}}$$

$$= 6 \times 10^{-6} \text{ m} = 6 \times 10^4 \text{ Å}$$

Jadi, panjang gelombang yang dipancarkan benda sebesar  $= 6 \times 10^4 \text{ Å}$ .

3. Pada gejala foto listrik diperoleh grafik hubungan I (kuat arus) yang timbul terhadap V (tegangan listrik) sebagai berikut.



Upaya yang dilakukan agar grafik a menjadi grafik b adalah ....

- A. mengurangi intensitas sinarnya
- B. menambah intensitas sinarnya
- C. menaikkan frekuensi sinarnya
- D. menurunkan frekuensi sinarnya
- E. mengganti logam yang disinari

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: B**

Karena kuat arus dipengaruhi oleh jumlah muatan yang keluar, sedangkan jumlah elektron dipengaruhi oleh intensitas sinarnya. Semakin besar intensitas yang disinarkan maka akan semakin besar pula jumlah elektron dan kuat arusnya. Sehingga agar kuat arus menjadi sama besar dengan kuat arus maka intensitas sinarnya ditambah.

4. Fungsi kerja logam natrium 2,3 eV. Jika tetapan planck  $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J.s dan muatan elektron  $1,6 \times 10^{-19}$  C, panjang gelombang cahaya minimum cahaya yang dapat mengeksitasi elektron foton keluar dari permukaan logam natrium sebesar ....
- A. 600 nm                      D. 540 nm  
 B. 580 nm                      E. 400 nm  
 C. 550 nm

**Tipe Soal Aplikasi/Terapan**

**Jawaban: D**

Diketahui:

$$E = 2,3 \text{ eV} = 3,68 \times 10^{-19} \text{ J} \quad e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

Ditanyakan:  $\lambda$

Jawab:

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{3,68 \times 10^{-19} \text{ J}}{6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}} = 5,55 \times 10^{19} / \text{s}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{5,55 \times 10^{19} / \text{s}} = 540 \text{ nm}$$

Jadi, panjang gelombang minimum yang dibutuhkan sebesar 540 nm.

5. Garis-garis serapan spektrum cahaya dari sebuah bintang bergeser ke frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan garis-garis serapan spektrum cahaya matahari. Dapat diduga bahwa bintang tersebut ....
- A. Memiliki suhu yang lebih tinggi dari suhu matahari.  
 B. Bergerak menjauhi tata surya.  
 C. Bergerak mendekati tata surya.  
 D. Memiliki jumlah gas hydrogen yang lebih banyak daripada matahari.  
 E. Memiliki suhu yang lebih tinggi daripada suhu matahari.

**Tipe Soal Penalaran & Logika**

**Jawaban: A**

Berdasarkan hukum pergeseran Wien:

$$\lambda_{\text{max}} T = C$$

$$\frac{c}{f} T = C \rightarrow cT = Cf$$

Frekuensi pancaran sebanding dengan suhu benda. Semakin tinggi spektrum serapan bintang, maka suhu bintang semakin tinggi relatif dari suhu bintang semula.