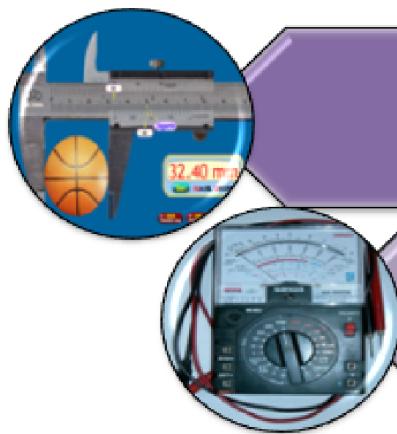


# Bab 1

## Pengukuran



### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

1. Melakukan pengukuran dasar secara teliti dengan menggunakan alat ukur yang sesuai dan sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

1. 1. Membaca alat ukur yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.



Gbr. Lomba lari dan lintasan

Dalam kehidupan sehari-hari, kalian tentu sering menjumpai kegiatan yang berhubungan dengan pengukuran. Seperti halnya kegiatan lomba lari yang ditunjukkan gambar.

Dalam lomba lari pemenang ditentukan dari hitungan waktu selama menempuh jarak lintasan lari. Tahukah kalian, alat apakah yang digunakan untuk mengukur waktu tempuh pelari tersebut? Bagaimana cara membacanya dan satuan apakah yang digunakan? Untuk lebih memahami tentang pengukuran, ikutilah pembahasan berikut ini.

#### A. Besaran dan satuan

Saat seseorang melakukan pengukuran, sebenarnya orang tersebut sedang membandingkan nilai besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditetapkan sebagai satuan. Contoh, saat Ahmad mengukur panjang meja menggunakan jengkal tangan ternyata mendapatkan hasil pengukuran *panjang meja 6 jengkal*. Sedangkan saat Ahmad mengukur menggunakan alat berupa mistar didapatkan hasil pengukuran *panjang meja 90 cm*. Dari dua contoh tersebut, besaran yang diukur adalah panjang meja. Jengkal tangan dan mistar merupakan alat ukur panjang, dan satuan panjangnya dinyatakan dalam jengkal dan cm. Jadi, dalam kegiatan pengukuran terdapat tiga istilah yang akan sering kalian gunakan, yaitu besaran, satuan dan alat ukur.

## 1. Besaran fisika

Dalam hasil pengukuran suatu besaran selalu terdapat nilai dan satuan. Misalnya, *massa satu karung beras adalah 25 kg*. Massa menyatakan besaran, nilai hasil pengukurannya adalah 25 dan kg adalah satuan yang digunakan. Jadi **besaran** adalah sesuatu yang dapat diukur dan hasil ukurnya dapat dinyatakan dengan nilai / angka.

Menurut dimensinya, besaran dibedakan menjadi dua yaitu :

### a. Besaran pokok

Besaran pokok merupakan besaran yang satuannya sudah ditetapkan secara baku dan tidak diturunkan dari besaran lain. Berikut ini adalah satuan dasar SI untuk tujuh besaran pokok berdasarkan Konferensi Umum mengenai Berat dan Ukuran ke 14 tahun 1971

No.	Besaran Pokok	Satuan dasar		Alat ukur
		Nama	Lambang	
1.	panjang	meter	m	mistar, jangka sorong, mikrometer
2.	massa	kilogram	kg	neraca
3.	waktu	sekon	s	arloji, stopwatch
4.	kuat arus listrik	ampere	A	amperemeter
5.	suhu	kelvin	K	termometer
6.	intensitas cahaya	kandela	cd	luxmeter
7.	jumlah zat	mole	mol	-

### b. Besaran Turunan

Besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok dinamakan besaran turunan. Karena itu satuan besaran turunan merupakan penjabaran dari satuan besaran pokok. Kadangkala satuan besaran turunan ini diberi nama baru untuk memudahkan penyebutannya. Contoh dari besaran turunan terdapat dalam tabel berikut ini.

No.	Besaran turunan	Satuan dalam SI	
		Nama	Lambang
1.	luas	meter persegi	$m^2$
2.	volume	meter kubik	$m^3$
3.	kecepatan linear	meter per sekon	$m.s^{-1}$
4.	percepatan linear	Meter per sekon kuadrat	$m.s^{-2}$
5.	massa jenis	kilogram per meter kubik	$kg.m^{-3}$

Berikut adalah tabel besaran turunan dengan nama dan lambang khusus :

No.	Nama	Satuan dalam Sistem Internasional (SI)			
		Nama	Lambang	Penurunan satuan	Penurunan dalam lambang satuan dasar
1.	frekuensi	Hertz	Hz		$s^{-1}$
2.	gaya	Newton	N		$m.kg. s^{-2}$
3.	tekanan	Pascal	Pa	$N.m^{-2}$	$m^{-1}.kg. s^{-2}$
4.	energi / usaha	Joule	J	$N.m$	$m^2.kg. s^{-2}$
5.	daya	Watt	W	$J.s^{-1}$	$m^2.kg. s^{-3}$
6.	hambatan listrik	Ohm	$\Omega$	$V.A^{-1}$	$m^2.kg. s^{-3}.A^{-2}$
7.	tegangan listrik	Volt	V	$W.A^{-1}$	$m^2.kg. s^{-3}.A^{-1}$

## 2. Satuan

Setiap besaran mempunyai satuan yang sesuai. Hasil pengukuran suatu besaran harus dinyatakan dalam satuan yang tepat dan akurat. Penggunaan satuan yang berbeda-beda akan menimbulkan nilai hasil pengukuran yang tidak sama. Misalnya penggunaan satuan depa, jengkal, langkah, dan hasta akan memberikan hasil yang berbeda jika pengukuran dilakukan oleh dua orang yang berbeda. Satuan seperti ini disebut dengan satuan tidak baku.

Agar hasil pengukuran antara satu orang dengan orang lainnya sama, diperlukan keseragaman dalam penggunaan satuan. Satuan yang memberikan hasil pengukuran sama walaupun dilakukan oleh dua orang yang berbeda dinamakan satuan baku.. Satuan yang kita gunakan saat ini merupakan satuan yang sudah ditetapkan keseragamannya secara internasional Sistem satuan yang telah disepakati pemakaiannya untuk tingkat internasional melalui Conference Generale de Poedes et Measure ini disebut **System International d'united** atau disingkat dengan **SI**. Di indonesia penggunaan **SI** diatur dalam Undang-Undang nomor 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal (UUML).

## B. Faktor Yang Harus Diperhatikan Dalam Pengukuran

Tujuan utama dalam pengukuran adalah untuk mengetahui nilai suatu besaran. Hasil pengukuran besaran dapat dipercaya dan disebut ilmiah jika siapapun yang melakukan pengukuran tersebut akan memperoleh hasil yang relatif sama. Oleh karenanya diperlukan ketelitian saat melakukan pengukuran.

Untuk memperoleh hasil pengukuran yang akurat dan teliti ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

### 1. Ketepatan (akurasi)

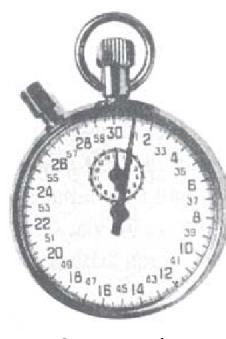
Saat kalian hendak mengukur, pilihlah alat ukur yang sesuai dengan jenis besarnya dan tingkat ketelitiannya. Misalnya untuk mengukur tebal kaca kalian lebih baik menggunakan mikrometer daripada mistar, karena mikrometer mampu mengukur dengan tingkat ketelitian 0,01 mm.



Jangka Sorong



Neraca O' hous



Stop Watch

### 2. Kalibrasi alat

Setiap alat ukur mempunyai cara penggunaan dan aturan pemasangan yang berbeda-beda. Misalnya alat ukur listrik yang dalam pemakaiannya harus dirangkai dengan alat atau beban. Jika dalam pemakaiannya tidak dirangkai dengan benar, maka alat ukur tersebut tidak dapat berfungsi.

### 3. Ketelitian (presisi)

Setiap alat ukur mempunyai skala sebagai pedoman untuk menentukan hasil pengukuran. Satu skala yang berdekatan disebut nilai skala..Sebelum mengukur tentukan nilai skala yang tercantum pada alat ukur tersebut. Dan untuk teknik membaca skala, mata harus tegak lurus pada skala yang terbaca atau pada jarum penunjuk skala. Kesalahan posisi mata saat membaca dapat menyebabkan kesalahan pengukuran yang disebut dengan kesalahan parallax.

#### 4. Kepekaan alat (sensitivitas)

Seiring kemajuan teknologi saat ini tentu saja dituntut tersedianya alat ukur yang mampu memberikan hasil yang teliti dan akurat. Nilai ketelitian adalah nilai skala terkecil yang masih dapat diukur oleh alat ukur tersebut. Semakin tinggi nilai ketelitiannya akan semakin kecil tingkat kesalahan dalam pengukuran.

#### 5. Menyusun dan memberi arti hasil pengukuran

Agar hasil pengukuran mudah dipahami maka harus disajikan secara lengkap dengan menyatakan hasilnya dalam nilai bilangan dan satuannya. Tanpa satuan sebuah bilangan tidak mempunyai arti. Pemberian satuan yang salah juga akan memberikan arti yang berbeda pada hasil pengukuran.

### C. Pengukuran Besaran Dan Alat Ukurnya

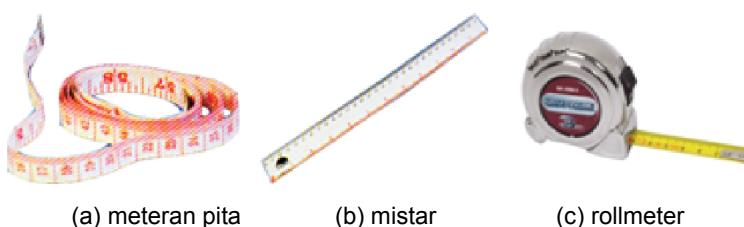
Kegiatan pengukuran mempunyai peranan penting dalam Ilmu Pengetahuan Alam. Pada umumnya dalam proses pengamatan dan penelitian dilakukan kegiatan yang berhubungan dengan pengukuran. Pengukuran adalah membandingkan nilai besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditetapkan sebagai satuan. Untuk satuan yang berbeda, pengukuran akan memberikan hasil yang berbeda pula. Berikut akan disajikan cara pengukuran besaran menggunakan alat ukur yang sesuai.

#### 1. Alat Ukur Panjang

Dalam keseharian banyak sekali alat ukur panjang yang dapat kita jumpai, antara lain mistar, rolmeter, meteran kain, jangka sorong dan micrometer sekrup. Alat ukur yang kita gunakan untuk mengukur panjang benda harus sesuai dengan ukuran benda. Sebagai contoh, untuk mengukur panjang pensil kita gunakan mistar, sedangkan untuk mengukur diameter pensil akan lebih teliti jika kita menggunakan micrometer.

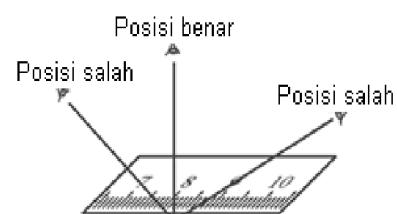
##### a. Mengukur dengan mistar

Mistar tergolong sebagai alat ukur panjang yang sering digunakan untuk berbagai macam keperluan. Misalnya penggaris plastik, penggaris kayu, rolmeter dan meteran pita. Pada umumnya mistar mempunyai batas ukur hanya 1 meter dan untuk meteran pita dapat mengukur panjang hingga 3 meter. Jadi mistar dapat digunakan untuk mengukur panjang benda dimana ukuran benda tersebut tidak terlalu panjang.



##### Cara membaca skala:

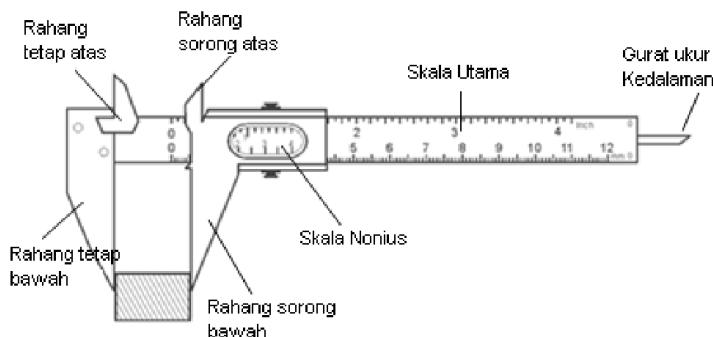
Pembacaan skala pada mistar dilakukan dengan kedudukan mata pengamat tegak lurus dengan skala mistar yang dibaca. Jarak antara dua garis panjang yang berdekatan dan diberi angka pada mistar sama dengan 1 cm. Setiap skala 1 cm terbagi menjadi 10 skala. Maka jarak terkecil pada mistar sama dengan 1 cm dibagi 10. Hal ini menunjukkan bahwa ketelitian mistar sebesar 0,1 cm atau 1 mm.



### b. Mengukur dengan jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur bagian-bagian benda yang panjangnya tidak lebih dari 15 cm. Selain dapat mengukur panjang benda, jangka sorong dapat juga digunakan untuk mengukur diameter luar dan dalam pipa serta kedalaman tabung.

Bagian-bagian jangka sorong :



Gbr. Bagian-bagian jangka sorong

Jangka sorong mempunyai dua jenis skala, yaitu skala utama yang terletak pada rahang tetap dan skala nonius yang terletak di bagian rahang sorong. Skala tetap mempunyai garis skala yang sama dengan mistar, sedangkan skala nonius hanya terdiri dari 10 garis skala. Mengukur dengan jangka sorong menghasilkan nilai yang lebih teliti daripada mistar, sebab ketelitian jangka sorong mencapai 0,01 cm atau 0,1 mm.

**Cara mengukur panjang dengan jangka sorong :**

- Putarlah pengunci ke kiri, lalu geserlah rahang sorong ke kanan.
- Masukkan benda ke rahang bagian bawah jangka sorong.
- Geser rahang tepat pada benda dan putar pengunci ke kanan.
- Amati dan baca skala. Hasil pengukuran didapat dengan menggabungkan pembacaan skala utama dan skala nonius.

#### Membaca Skala Pada Jangka Sorong

- Untuk membaca skala utama, carilah garis skala yang terdekat dengan angka 0 skala nonius. Jika angka 0 nonius berada diantara dua garis skala tetap maka yang dipilih adalah garis skala yang lebih kecil. Pada gambar 1.8 terlihat angka 0 skala nonius terletak diantara angka 5,3 cm dan 5,4 cm skala utama. Maka hasil pembacaan skala utama yang digunakan adalah 5,3 cm.
- Selanjutnya carilah garis skala nonius yang berhimpit dengan garis skala utama. Pada gambar diatas, yang terlihat berhimpit adalah garis keempat (4). Kalikan angka tersebut dengan nilai ketelitian jangka sorong. Maka hasil pembacaan skala nonius adalah  $4 \times 0,1 \text{ mm} = 0,4 \text{ mm} = 0,04 \text{ cm}$
- Jumlahkan hasil pembacaan skala utama dan skala nonius. Hasil pengukuran dengan jangka sorong dari gambar 1.8 adalah  $5,3 \text{ cm} + 0,04 \text{ cm} = 5,34 \text{ cm}$

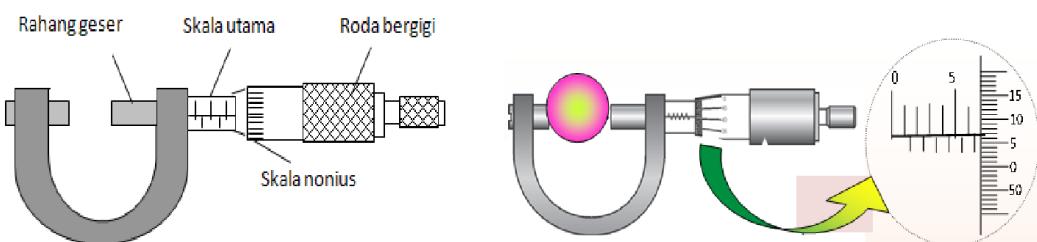
### c. Mengukur dengan mikrometer sekrup

Mikrometer sekrup adalah alat yang digunakan untuk mengukur ketebalan benda yang berbentuk lempeng atau plat. Mikrometer sekrup hanya mampu mengukur benda yang panjangnya maksimal 2,5 cm dan memiliki tingkat ketelitian 0,01 mm. Jika dengan jangka sorong kita mendapatkan ketelitian 0,1 mm, maka kita akan mendapatkan ketelitian yang lebih tinggi jika menggunakan mikrometer sekrup.



Pada umumnya mikrometer memiliki dua macam skala yakni skala utama (tetap) dan skala nonius (skala putar). Cara membaca skala pada micrometer hampir sama dengan jangka sorong.

#### Bagian-bagian mikrometer sekrup



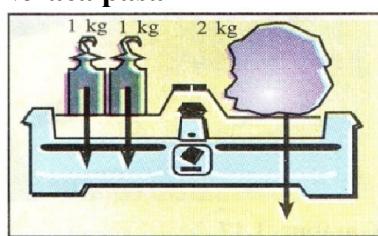
#### Cara mengukur panjang / diameter benda menggunakan mikrometer :

- Pastikan pengunci dalam keadaan terbuka!
- Bukalah rahang dengan cara memutar ke kiri pada skala putar hingga benda dapat dimasukkan ke rahang.
- Letakkan benda yang akan diukur pada rahang dan putar kembali sampai tepat!
- Putarlah pengunci sampai skala putar tidak dapat digerakkan
- Bacalah skala utama dan skala noniusnya!

## 2. Alat Ukur Massa

Alat ukur massa disebut dengan neraca atau timbangan. Jenis-jenis neraca cukup banyak, antara lain neraca pasar, neraca lengan dan neraca elektronik.

### a. Neraca pasar



Gbr. Neraca pasar

Neraca jenis ini sering digunakan oleh pedagang di pasar tradisional. Pada salah satu sisi neraca diletakkan beberapa anak timbangan untuk mengimbangi benda yang terletak pada sisi neraca yang lain. Setelah seimbang, jumlah seluruh anak timbangan ini menunjukkan massa benda yang diukur.

a. Neraca dua lengan

Jika kalian pernah berada di toko emas, kalian akan menjumpai neraca dua lengan ini. Prinsip kerjanya adalah keseimbangan antara dua lengan dimana salah satu sisinya berisi benda dan sisi lainnya berisi anak timbangan. Massa benda sama dengan jumlah seluruh anak timbangan yang membuat kedudukan seimbang.



b. Neraca Elektronik

Neraca elektronik merupakan neraca yang paling mudah digunakan. Benda diletakkan di papan timbangan dan secara otomatis angka yang menyatakan massa benda akan tampil di layar. Untuk mengoperasikannya dibutuhkan energi listrik. Neraca ini banyak dijumpai di pasar swalayan.



c. Neraca Ohauss

Neraca Ohauss umumnya digunakan di laboratorium. Batas maksimum pengukuran adalah 311 g dengan ketelitian 0,01 g. Neraca ini mempunyai bagian penting, antara lain tempat beban, skala yang disertai beban geser, sistem pengatur khusus, dan penunjuk keseimbangan

Langkah-langkah pengukuran massa dengan neraca Ohauss adalah sebagai berikut.

- 1) Atur sistem pengatur khusus sehingga neraca berada dalam keadaan seimbang (penunjuk keseimbangan segaris dengan angka nol acuan).
- 2) Letakkan benda atau zat yang akan diukur pada tempat beban.
- 3) Atur beban geser pada skala sehingga neraca berada dalam keadaan seimbang (penunjuk keseimbangan segaris dengan angka nol acuan).
- 4) Baca skala dengan cara menjumlahkan bacaan skala pada masing-masing lengan skala. Neraca ini mempunyai empat lengan skala, yaitu masing-masing dengan rentang bacaan 0 - 1,Og, 0-10g, 0-100g, dan 0-200g.

### 3. Alat Ukur Waktu



Gbr. Stopwatch dan arloji

Arloji digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk menunjukkan waktu, mempunyai ketelitian 1 sekon. Stopwatch berfungsi untuk mengukur rentang waktu. Ada dua jenis stopwatch yaitu stopwatch digital dan stopwatch analog.

Stopwatch analog mempunyai ketelitian 0,1 sekon dan umumnya memiliki tiga tombol, yaitu tombol start, stop, dan reset. Tombol start berfungsi untuk menjalankan stopwatch dan tombol stop berfungsi untuk menghentikan stopwatch. Adapun tombol reset biasanya terletak di tengah dan berfungsi untuk mengatur jarum penunjuk ke posisi nol.

Stopwatch digital mempunyai ketelitian yang lebih tinggi yaitu 0,01 sekon. Pemakaiannya juga lebih mudah karena hasil pengukuran waktu tertera langsung pada layar.

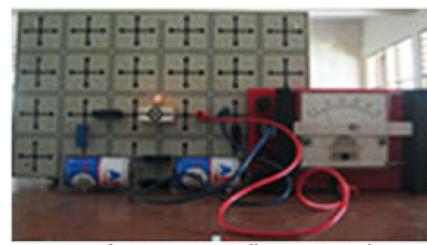
Langkah-langkah pengukuran waktu menggunakan stopwatch adalah sebagai berikut.

- a. Tekan tombol reset (biasanya terletak di bagian tengah dan berwarna putih) kemudian lepaskan, sehingga jarum penunjuk ada pada posisi nol.
- b. Tekan dan lepaskan tombol start pada saat pengukuran waktu tepat dimulai.
- c. Tekan dan lepaskan tombol stop pada saat pengukuran waktu tepat selesai.
- d. Baca skala dengan cara menjumlahkan bacaan pada jarum penunjuk besar (dalam satuan sekon) ditambah bacaan jarum penunjuk kecil (dalam satuan menit).

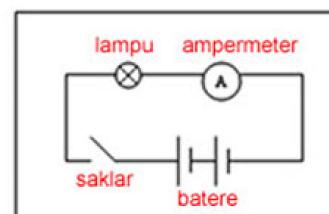
## 6. Alat Ukur Arus

Untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir dalam penghantar atau rangkaian listrik digunakan amperemeter atau ammeter. Ada dua jenis Amperemeter, yaitu amperemeter digital dan amperemeter jarum.

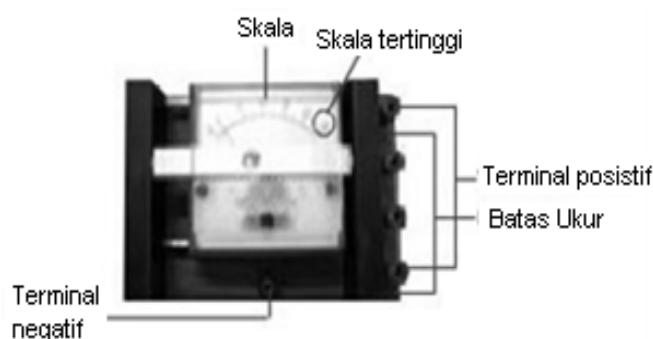
Arus listrik dapat mengalir pada rangkaian listrik apabila dalam rangkaian itu terdapat beda potensial dan rangkaianya tertutup. Jadi dalam penggunaannya amperemeter harus dirangkai dengan beban dan sumber tegangan membentuk suatu rangkaian listrik. Dalam rangkaian ini, amperemeter dipasang secara seri.



Amperemeter dipasang seri dengan beban



Skema rangkaian Amperemeter

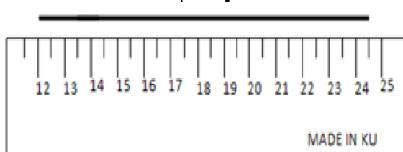




**Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!**

1. Perhatikan gambar berikut !

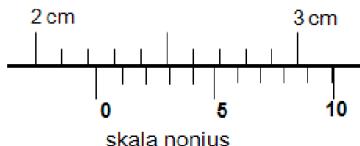
sepotong lidi



Hasil pengukuran panjang lidi tersebut adalah ...



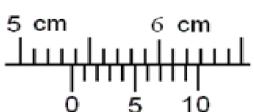
2. Perhatikan gambar hasil pengukuran jangka sorong di bawah ini !



Hasil pengukuran jangka sorong dari panjang sebuah benda ditunjukkan seperti pada gambar. Panjang benda yang diukur adalah....

- a. 2,24 cm      c. 2,65 cm  
 b. 2,26 cm      d. 3,90 cm

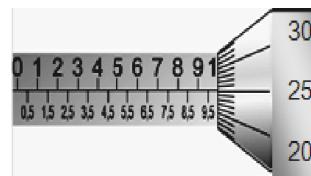
3. Perhatikan gambar !



Hasil pengukuran tebal buku kamus Bahasa Inggris tampak seperti di atas, maka tebalnya buku adalah ...

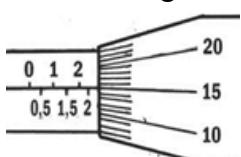
- a. 6.88 cm   b. 6.40 cm   c. 5.88 cm   d. 5.38 cm

4. Sebuah mikrometer skrup digunakan untuk mengukur tebal pelat seng sehingga kedudukan skalanya seperti tampak pada gambar berikut. Hasil pengukuran tebal pelat seng tersebut di atas adalah



- a. 10,45 mm      c. 9,51 mm  
b. 10,00 mm      d. 9,45 mm

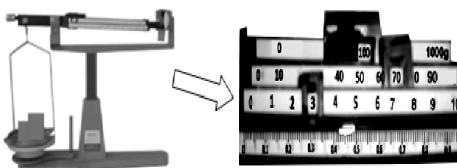
- ## 5. Perhatikan gambar!



Sebuah kelereng diukur diameternya dengan micrometer sekrup. Hasil pengukuran yang terbaca adalah sebesar ....



6. Perhatikan gambar alat ukur yang sedang digunakan berikut!

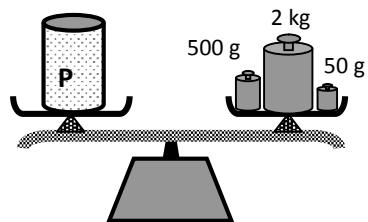


Massa benda yang sesuai dengan hasil pengukuran tersebut adalah ....

- a. 163 g                  c. 173,45 g  
b. 173 g                  d. 1,073,45 g



7. Hasil pengukuran massa yang dilakukan seorang siswa seperti gambar berikut adalah ....
- 2,505 kg
  - 2,55 kg
  - 2,65 kg
  - 5,25 kg



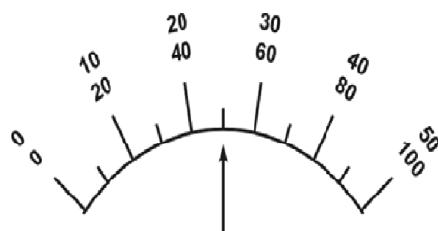
8. Seorang pelari berhasil mencatat rekor baru saat mengikuti kejuaraan lari 100 meter.



Waktu yang digunakan oleh pelari tersebut terlihat pada gambar. Hasil pembacaan stopwatch tersebut menunjukkan nilai....

- 42 sekon
- 1 menit 42 sekon
- 2 menit 42 sekon
- 42 menit

9. Perhatikan gambar berikut!



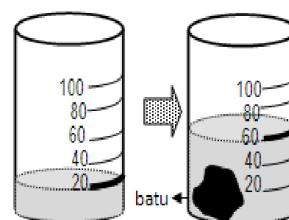
Dari hasil pengukuran kuat arus listrik didapatkan hasil pengukuran seperti pada gambar. Jika batas ukur amperemeter 10 mA, besar kuat arus yang terukur adalah ....

- 5 mA
- 25 mA
- 45 mA
- 50 mA

10. Perhatikan gambar berikut!

Volume batu yang terukur adalah....

- $100 \text{ cm}^3$
- $60 \text{ cm}^3$
- $40 \text{ cm}^3$
- $20 \text{ cm}^3$





## Bab 2



## Massa jenis Zat

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

2. Menerapkan konsep zat dan kalor serta kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

- 2.1. Menentukan besaran yang terkait dengan massa jenis.

Pernahkah kalian menyaksikan kejadian seperti pada gambar 2.1? Ya, kejadian seperti pada gambar tersebut hanya dapat kalian jumpai jika kalian berkunjung ke Laut Mati.



Gbr. Manusia dapat mengapung di laut mati

Laut Mati adalah laut yang memiliki kadar garam paling tinggi di dunia. Secara geologi, Laut Mati terbentuk 3 juta tahun lalu dan terletak di antara Jordan dan bagian barat Palestina. Laut Mati merupakan daerah yang terendah di dunia karena berada 417,5 meter di bawah permukaan laut. Saat ini Laut Mati mengandung 43 juta metric ton garam. Lalu, apa yang menyebabkan manusia dapat mengapung tanpa menggunakan pelampung di laut mati tersebut? Kalian akan mendapatkan jawabannya setelah mempelajari pembahasan berikut ini.

## A. Wujud Zat

Di sekitar kita, banyak sekali jenis benda yang dapat kita jumpai. Saat di sekolah, kita menggunakan meja dan kursi dari kayu, papan tulis, buku, penggaris, pensil, dan lain-lain. Sesampai di rumah, kita akan menjumpai lemari, televisi, gelas, piring, sirup, kecap dan sebagainya. Semua benda tersebut merupakan zat atau materi, yaitu segala sesuatu yang menempati ruang dan memiliki massa. Menempati ruang berarti benda dapat ditempatkan dalam suatu ruang atau wadah tertentu. Sedangkan memiliki massa dapat diartikan bahwa benda dapat diukur massanya baik dengan perkiraan atau dengan alat tertentu seperti neraca.

Ditinjau dari wujudnya, zat dikelompokkan menjadi tiga yaitu zat padat, zat cair dan gas. Salah satu contoh zat padat adalah pensil. Apabila kalian meletakkan pensil di atas meja, bagaimana bentuk dan ukuran pensil tersebut? Selanjutnya pindahkan pensil tersebut ke dalam gelas? Apakah pensil berubah bentuk dan ukurannya? Ternyata pensil tetap berbentuk dan berukuran seperti semula bukan?. Dengan demikian, zat padat mempunyai sifat yaitu volume dan bentuknya tetap walaupun berpindah-pindah tempat.



a. emas batangan

b. kayu

c. Guci kuningan

d. Garam

Gbr. Berbagai jenis zat padat

Akan tetapi, bagaimana bila zat cair misalnya air teh di dalam gelas di tuangkan ke dalam mangkok, apa yang terjadi? Air yang tadinya menyerupai bentuk gelas akan berubah mengikuti bentuk mangkok, tetapi dengan volume yang tetap. Jadi, sifat zat cair adalah volumenya tetap, tetapi bentuknya menyesuaikan dengan bentuk wadahnya. Lalu, bagaimana pula dengan zat gas? Balon yang diisi gas akan menggelembung dan gas akan berbentuk seperti balon. Jika gas dalam balon tersebut dimasukkan ke dalam botol maka bentuk dan volumenya akan mengikuti bentuk dan volume botol. Dengan demikian, sifat dari zat gas, yaitu volume dan bentuknya berubah-ubah mengikuti wadahnya.

Pernahkah kalian memperhatikan saat ibu sedang merebus air? Jika air sudah mendidih dan dibiarkan dalam selang waktu tertentu, maka air akan berkurang dan lama-kelamaan habis. Kemanakah air tersebut? Air yang dipanaskan terus menerus akan menguap menjadi gas. Lain halnya jika air kalian dinginkan dalam lemari es. Wujudnya akan berubah menjadi padat. Jadi, setiap zat dapat berubah dari satu wujud ke wujud yang lain. Perubahan wujud ini disebabkan karena adanya energi kalor yang diterima atau dilepas oleh benda.

## B. Susunan dan Gerak Partikel Zat

Pernahkah kalian mencium bau minyak wangi atau parfum? Bau minyak wangi yang kalian cium berasal dari cairan parfum yang ketika disemprotkan berubah wujud menjadi gas dan menyebar ke seluruh ruangan. Saat mencium bau parfum tersebut, dapatkah kalian melihat wujudnya? Tentu tidak, karena parfum tadi telah berubah menjadi partikel gas yang berukuran sangat kecil dan tak kasat mata.

Setiap zat tersusun dari milyaran partikel. Partikel adalah bagian-bagian yang sangat kecil dari suatu zat. Sifat partikel secara umum adalah :

1. Partikel tidak diam, tetapi selalu bergerak atau bergetar
2. Di antara satu partikel dengan partikel yang lain terdapat gaya tarik-menarik
3. Di antara satu partikel dengan partikel yang lain terdapat ruang antar partikel yang disebut dengan pori-pori.

Partikel penyusun zat mempunyai susunan dan karakteristik yang berbeda-beda. Berikut ini adalah susunan dan gerak partikel pada masing-masing wujud zat.

### 1. Zat padat

Partikel-partikel zat padat memiliki sifat sebagai berikut :

- a. Jarak antar partikel berdekatan dan susunannya teratur.
- b. Gaya tarik-menarik antar partikel sangat kuat
- c. Gerakan partikel hanya berupa getaran di sekitar posisi tetapnya.

Posisi partikel yang relatif tetap inilah yang menyebabkan zat padat memiliki bentuk dan volume yang selalu tetap.

### 2. Zat cair

Sifat yang dimiliki oleh partikel-partikel zat cair adalah :

- Jarak antar partikel agak berjauhan.
- Gaya tarik menarik antar partikel lebih lemah dibandingkan zat padat.
- Partikel zat cair dapat berpindah tempat tetapi tidak mudah meninggalkan kelompoknya.

Gerakan partikel yang dapat berpindah posisi menyebabkan bentuk zat cair selalu berubah mengikuti bentuk wadahnya. Walaupun begitu, volume zat cair akan selalu tetap sebab partikel zat cair tidak mudah meninggalkan kelompoknya meski dapat berpindah-pindah posisi.



### 3. Zat gas

Partikel-partikel zat gas memiliki sifat sebagai berikut :

- Jarak antar partikelnya sangat berjauhan.
- Hampir tidak ada gaya tarik-menarik antar partikel.
- Partikel-partikel gas sangat bebas bergerak dalam wadahnya dan dengan cepat mampu mengisi ruang yang ditempatinya.

Akibat dari gerakan partikel yang sangat bebas ini menyebabkan gas memiliki volume yang tidak tetap dan bentuk yang selalu berubah-ubah sesuai ruangan yang ditempatinya.

## C. Kohesi dan Adhesi

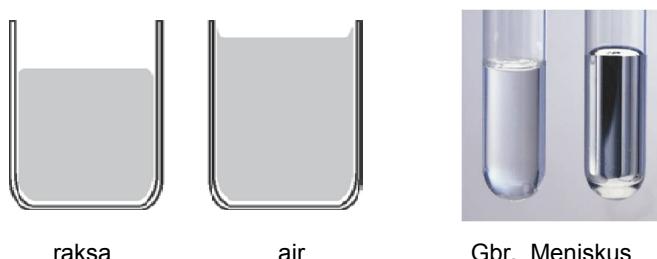
Pernahkah kalian mengamati butiran air yang berada di atas daun talas? Jika kalian amati tetesan air tersebut ternyata berbentuk bulat. Hal ini disebabkan partikel-partikel air mempunyai gaya tarik menarik. Gaya tarik-menarik antara partikel-partikel yang

sejenis tersebut dinamakan kohesi. Gaya tarik menarik tidak hanya terjadi antara partikel-partikel sejenis saja. Partikel-partikel zat yang tidak sejenis juga mempunyai gaya tarik menarik yang disebut dengan adhesi.

Adanya adhesi dan kohesi pada zat menyebabkan terjadinya beberapa peristiwa sebagai berikut :

### 1. Meniskus cembung dan Meniskus cekung

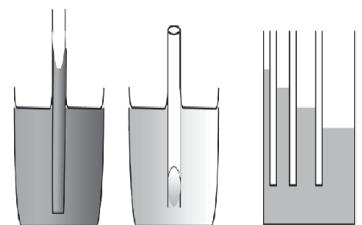
Bentuk permukaan zat cair dalam suatu wadah disebut dengan meniskus. Meniskus cekung adalah permukaan zat cair yang berbentuk cekung (melengkung ke atas), seperti halnya bentuk permukaan air pada gelas. Hal ini disebabkan karena adhesi antara air dan permukaan gelas lebih besar dari kohesi partikel air sehingga air membasihi kaca dan juga permukaan atas cairan akan melengkung (cekung).



Permukaan zat cair yang berbentuk cembung (melengkung ke bawah) disebut dengan meniskus cembung. Misalnya permukaan raksa dalam gelas berbentuk cembung karena kohesi antara partikel-partikel raksa lebih besar daripada adhesi antara raksa dan gelas.

### 2. Kapilaritas

Kapilaritas adalah peristiwa naik atau turunnya zat cair dalam pipa kapiler. Apabila adhesi lebih besar dari kohesi seperti pada air dengan permukaan gelas, akan menyebabkan cairan dapat naik ke atas oleh tegangan permukaan yang arahnya keatas sampai batas keseimbangan gaya ke atas dengan gaya berat zat cair tercapai.



Gbr. Meniscus cekung dan cembung

Inilah yang terjadi pada saat air naik dari tanah ke atas melalui tembok. Manfaat kapilaritas bagi kehidupan kita sehari-hari antara lain :

- Kita dapat memasak dan memperoleh cahaya lampu di malam hari karena minyak naik melalui sumbu kompor dan sumbu lampu
- Air tumpah di lantai dapat dibersihkan dengan kain karena air terserap kain
- Tumbuhan dapat tumbuh karena menyerap air melalui akar – akarnya
- Ketika kita selesai mandi, air yang membasihi tubuh kita dapat terserap oleh handuk.

### 3. Tegangan Permukaan

Pernahkah kalian mencoba meletakkan sepotong silet sehingga dapat terapung di permukaan air? Silet dapat terapung karena adanya tegangan permukaan air. Tegangan permukaan ini disebabkan oleh interaksi antara partikel-partikel di permukaan zat cair.



Gbr. Peristiwa akibat adanya tegangan permukaan zat cair

Di dalam zat cair sebuah partikel akan saling tarik menarik dengan partikel sejenis yang ada disekitarnya, tetapi di permukaan zat cair tidak ada partikel lain yang terletak di atasnya. Hal ini menyebabkan timbulnya gaya pemulih yang menarik partikel di permukaan oleh partikel yang ada di bawah permukaan. Jika pada permukaan zat cair diletakkan silet, partikel di bawah permukaan akan memberikan gaya pemulih yang arahnya ke atas, sehingga gaya pemulih ke atas ini dapat menopang silet tetap di permukaan air tanpa tenggelam.

#### D. Massa Jenis Zat

Jika kalian melihat dua buah karung yang masing-masing berisi kapas bermassa 1 kg dan pasir bermassa 1 kg, apa yang ada di benak kalian? Manakah yang lebih berat, sekarung kapas atau sekarung pasir? Mungkin kalian akan menjawab bahwa pasir jauh lebih berat dari pada kapas. Padahal hal tersebut belum tentu benar, tergantung dari seberapa banyak jumlah zat tersebut. Jika kapas bermassa 1 kg dan pasir juga bermassa 1 kg, tentu saja keduanya seimbang atau sama berat.

Pertanyaan lain yang mungkin timbul di benak kalian adalah mengapa volume kapas lebih besar dari volume pasir padahal ukuran massanya sama-sama 1 kg? Tentu saja volume kapas 1 kg akan lebih besar daripada volume pasir 1 kg karena kedua benda tersebut berbeda kerapatannya. Kerapatan zat disebut juga dengan massa jenis. Kapas dan pasir adalah dua zat yang jenisnya berbeda, sehingga mempunyai massa jenis yang berbeda pula. Massa jenis zat tidak bergantung pada bentuk dan jumlah zat. Sedikit atau banyak jumlah zat, ataupun bentuk benda berbeda-beda, selama terbuat dari jenis bahan yang sama maka massa jenis zat tersebut adalah sama. Jadi pasir sebanyak 1 kg dan 2 kg mempunyai massa jenis yang sama walaupun volumenya berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa massa jenis merupakan ciri khas suatu zat.

Massa jenis suatu benda yaitu perbandingan antara massa dengan volume benda. Atau secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan :

$\rho$  : massa jenis zat ( kg/m<sup>3</sup> )

m : massa zat ( kg )

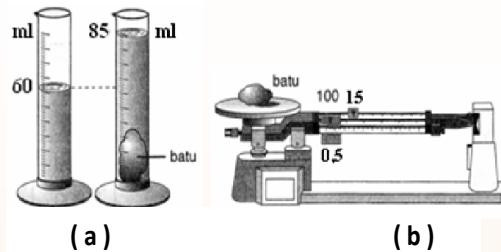
V : volume zat ( m<sup>3</sup> )

Apabila kalian ingin mengukur massa jenis sebuah benda, timbanglah massa benda dengan menggunakan neraca. Selanjutnya ukurlah volume benda sesuai bentuknya. Setelah massa dan volumenya diketahui, kalian dapat menghitung massa jenis benda.



## Contoh

1. Seorang siswa melakukan percobaan untuk menentukan massa jenis batu dengan menggunakan alat dan bahan seperti pada gambar! Dari hasil pengukuran tersebut, berapakah massa jenis batu ?



Diketahui :

$$m = 100 + 15 + 0,5 = 115,5 \text{ g} \text{ (lihat gambar b)}$$

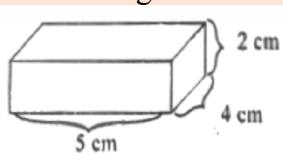
$$V = 85 - 60 \text{ ml} = 25 \text{ ml} \text{ (lihat gambar a)}$$

Ditanyakan :  $\rho$

Jawaban :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \rho = \frac{115,5 \text{ gr}}{25 \text{ ml}} = 4,62 \text{ gr/cm}^3$$

2. Perhatikan gambar!



Jika massa balok 0,086 kg, berapakah massa jenis balok tersebut?

Diketahui :

$$m = 0,086 \text{ kg}$$

$$V = 5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 40 \text{ cm}^3 = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Ditanyakan :  $\rho$

Jawaban :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

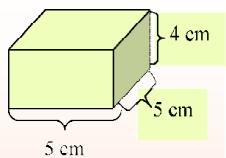
$$\rho = \frac{0,086 \text{ kg}}{40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = \frac{0,086 \cdot 10^6 \text{ kg}}{40 \text{ m}^3} = \frac{86.000 \text{ kg}}{40 \text{ m}^3} = 2150 \text{ kg/m}^3$$

Untuk menyelesaikan soal yang berkaitan dengan massa jenis, kadangkala variabel yang ditanyakan bukan besarnya massa jenis melainkan besar massa atau volume. Untuk menghitung besar massa atau volume, persamaan massa jenis dapat diubah ke bentuk

$$m = \rho \times V \quad \text{atau} \quad V = \frac{m}{\rho}$$



## Contoh



Sebuah balok bermassa jenis  $0,85 \text{ g/cm}^3$  mempunyai panjang lebar dan tinggi seperti pada gambar. Berapakah massa benda tersebut?

Diketahui :  $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$

$$\begin{aligned} V &= 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^3 \\ &= \frac{100}{1000000} \text{ m}^3 = 0,0001 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan :  $m$ ?

Jawaban :  $m = \rho \times V$   
 $m = 850 \times 0,0001$   
 $= 0,085 \text{ kg}$

Pengetahuan tentang massa jenis dapat kalian gunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang kalian jumpai dalam kehidupan sehari-hari.



Misalnya, pada gambar 2.8 kalian dapat melihat tiga jenis zat cair yaitu sirop, air dan minyak. Ketika ketiganya dituang dalam satu wadah secara acak, ternyata urutan posisi ketiga zat cair dalam wadah selalu tetap, yakni sirop di bagian paling bawah, kemudian air, dan minyak di posisi paling atas? Mengapa demikian?



Gbr. zat cair berbeda massa jenisnya

Penyebabnya tidak lain adalah karena adanya perbedaan massa jenis zat. Setiap zat mempunyai massa jenis yang berbeda-beda. Zat yang memiliki massa jenis lebih besar akan berada di bawah zat yang massa jenisnya lebih kecil.

**Tabel. Massa jenis beberapa zat**

No	Nama Zat	Massa Jenis ( $\text{Kg/m}^3$ )
<b>Padat</b>		
1	Emas	19.300
2	Perak	10.500
3	Tembaga	8.920
4	Besi	7.900
5	Aluminium	2.700
<b>Cair</b>		
6	Raksa	13.600
7	Air	1.000
8	Es	920
9	Alkohol	810
10	Bensin	700
<b>Gas</b>		
11	Gas Oksigen	1,43
12	Udara (suhu $27^\circ\text{C}$ )	1,29
13	Gas Nitrogen	1,16
14	Gas Hidrogen	0,0899

Beberapa peristiwa sehari-hari yang berkaitan dengan massa jenis zat antara lain :

1. Kapal selam

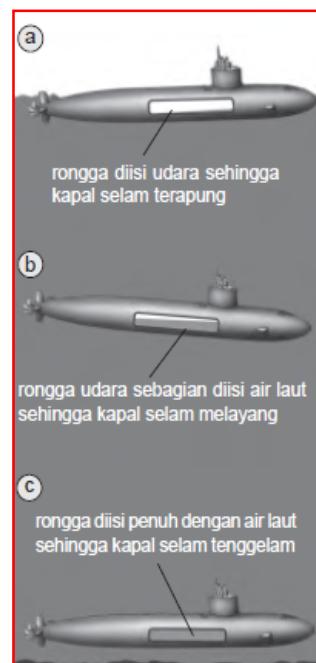
Kapal selam adalah kapal yang khusus didesain untuk menyelam ke dalam laut pada kedalaman tertentu. Kapal selam dapat terapung, melayang, dan tenggelam karena massa jenis kapal tersebut dapat diatur lebih kecil, lebih besar, dan sama dengan massa jenis air laut. Pada saat berada dipermukaan air, massa jenis kapal selam lebih kecil dibandingkan dengan massa jenis air laut. Kemudian ketika hendak menyelam, massa jenis kapal diperbesar dengan cara memasukkan air laut kedalam tangki pemberat. Dan pada saat kapal hendak muncul, air di dalam tangki akan dipompa untuk dikeluarkan .

2. Tinta printer

Digunakan untuk keperluan berbagai jenis printer yang memiliki kepekatan yang berbeda-beda, disesuaikan dengan lubang kapiler pada print headnya. Mengisi ulang tinta printer yang tidak sesuai dengan spesifikasinya dapat menyebabkan aliran tinta tidak lancar dan macet saat digunakan.

3. Oli untuk mesin

Mesin-mesin kendaraan menggunakan oli dengan kekentalan tertentu sehingga sesuai dengan karakteristik mesin. Penggunaan oli yang tepat membuat mesin tidak cepat rusak dan aus.



Gbr. Prinsip kerja  
Kapal Selam

#### 4. Balon Udara

Untuk menghasilkan gaya angkat pada balon udara, balon harus diisi dengan gas bermassa jenis rendah. Umumnya yang digunakan sebagai gas pengisi balon adalah gas helium, yang tergolong gas mulia dan massa jenisnya sangat rendah.



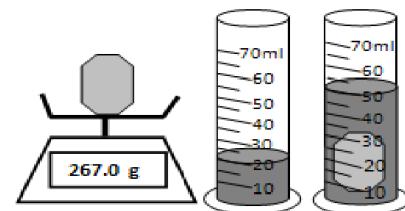
Gbr. Balon Udara

**2**

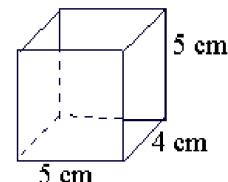
#### Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar

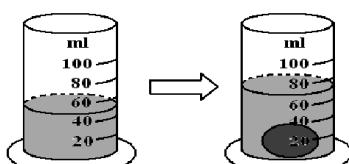
- Perhatikan hasil pengukuran logam seperti gambar berikut! Berdasarkan hasil pengukuran, diketahui massa jenis logam tersebut adalah ....
  - $133,5 \text{ kg/m}^3$
  - $890 \text{ kg/m}^3$
  - $5340 \text{ kg/m}^3$
  - $8900 \text{ kg/m}^3$



- Sebuah balok mempunyai panjang lebar dan tinggi seperti gambar di atas, dan massa jenisnya  $85 \text{ gram/cm}^3$ . Maka massa benda sebesar....
  - $8,5 \text{ Kg}$
  - $85 \text{ Kg}$
  - $850 \text{ Kg}$
  - $8500 \text{ Kg}$



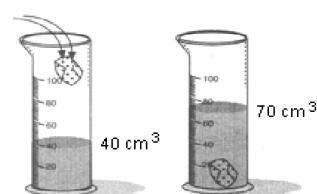
- Perhatikan gambar berikut !



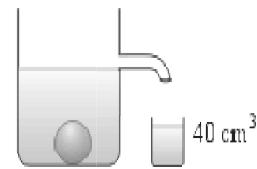
Jika massa batu yang dimasukkan 25 gram maka massa jenis batu adalah....

- $1,25 \text{ gram/cm}^3$
- $1,50 \text{ gram/cm}^3$
- $1,60 \text{ gram/cm}^3$
- $1,75 \text{ gram/cm}^3$

- Jika massa benda yang dimasukkan dalam gelas ukur pada gambar di atas besarnya 150 gr, maka massa jenis benda tersebut adalah ....
  - $4500 \text{ g/cm}^3$
  - $120 \text{ g/cm}^3$
  - $5,0 \text{ g/cm}^3$
  - $0,2 \text{ g/cm}^3$

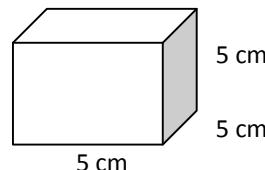


- Sebuah benda yang bermassa  $64 \text{ g}$  dimasukkan ke dalam gelas berpancuran. Air yang keluar ditampung di dalam gelas ukur. Maka massa jenis benda tersebut sebesar ....
  - $1.040 \text{ kg/m}^3$
  - $1.600 \text{ kg/m}^3$
  - $2.400 \text{ kg/m}^3$
  - $2.500 \text{ kg/m}^3$

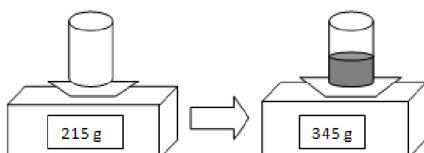




6. Sekelompok siswa melakukan pengamatan terhadap sebuah kubus, dengan massa jenis  $4 \text{ g/cm}^3$ , seperti tampak pada gambar!. Berapakah massa kubus tersebut sebesar ....  
 a. 0,5 kg   b. 50 kg   c. 125 kg   d. 500 kg



7. Perhatikan gambar!



Zat cair	Massa Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
Raksa	13.600
Air	1.000
Alkohol	810
Bensin	700

Zat cair yang dihitung massa jenisnya adalah ....

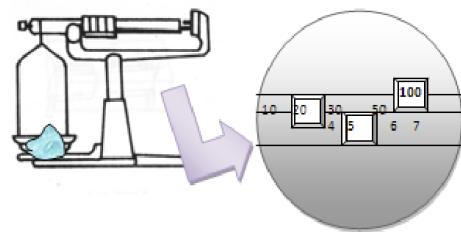
- a. Raksa      b. Air      c. Alkohol      d. Bensin
8. Siswa kelas VII A melakukan pengukuran massa jenis. Empat buah benda diukur massa dan volumenya, kemudian hasilnya dicatat seperti pada tabel berikut ini!

Benda	Massa (gr)	Volume ( $\text{cm}^3$ )
A	38,4	48
B	38,4	64
C	21,6	27
D	18,9	27

Dari hasil pengukuran tersebut, benda yang memiliki massa jenis  $0,8 \text{ gram/cm}^3$  adalah benda ....

- a. A dan B    c. B dan C  
 b. A dan C    d. B dan D

9. Sebongkah es bermassa jenis  $920 \text{ kg/m}^3$  saat ditimbang menunjukkan hasil pengukuran seperti dibawah ini. Volume es tersebut sebesar ....  
 a.  $7,36 \text{ cm}^3$     c.  $7,36 \text{ m}^3$   
 b.  $136 \text{ cm}^3$     d.  $136 \text{ m}^3$



10. Fauzi mencoba untuk menghitung massa jenis suatu benda.  
 1. pengukuran massa diperoleh hasil 170 g dan volumenya 200 ml.  
 2. Saat dimasukkan ke dalam air benda tersebut terapung, tetapi saat dimasukkan ke dalam zat cair X, benda tersebut tenggelam.

Fauzi mencocokkan hasil percobaannya dengan tabel berikut ini.

No	Zat Padat	Massa Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )	No	Zat Cair	Massa Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
1.	Gabus	340	4.	Alkohol	800
2.	Plastik	680	5.	Minyak goreng	900
3.	Kayu	850	6.	Raksa	13.600

Berdasarkan tabel diatas, jenis benda dan zat cair X adalah....

- a. Gabus dan minyak goreng    c. Kayu dan alkohol  
 b. Kayu dan minyak goreng    d. Plastik dan alkohol

# Bab 3

## Pemuatan



### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

2. Menerapkan konsep zat dan kalor serta kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

- 2.2. Menjelaskan pengaruh suhu dan pemuatan dalam kehidupan sehari-hari.



Gbr. Aspal retak

Tahukah kalian, mengapa di siang hari yang panas aspal jalan raya dapat retak? Mengapa pula saat memasang kabel listrik harus dilakukan pada malam hari dan dibuat agak kendor? Besi-besi penghubung pada jembatanpun harus dibuat renggang? Hal itu sangat berkaitan dengan sifat pemuatan dan penyusutan zat.

Peristiwa pemuatan dan penyusutan terjadi pada zat padat, zat cair, dan gas. Untuk itu pada sub bab ini kalian akan mempelajari tentang sifat pemuatan dan penyusutan yang terjadi pada ketiga macam zat tersebut dan juga bagaimana penerapan sifat pemuatan itu pada zat-zat tersebut.

#### A. Pengertian Pemuatan

Pada umumnya setiap benda baik itu berupa padat, cair atau gas jika dipanaskan akan mengalami penambahan ukuran panjang, luas ataupun volumenya.

Penambahan ukuran benda karena pengaruh penambahan suhu saat menerima kalor sering disebut dengan pemuaian. Sebaliknya, saat suatu benda suhunya berkurang maka ukuran benda akan mengecil. Hal seperti ini disebut dengan penyusutan.

Pemuaian dan penyusutan selalu terjadi pada semua bagian benda, yaitu panjang, lebar, dan tebal benda tersebut. Pada benda yang dipanaskan, suhunya akan naik. Saat mencapai suhu yang tinggi atom-atom dan molekul-molekul penyusun benda tersebut akan bergetar lebih cepat dari biasanya. Getaran ini membuat partikel membutuhkan ruang yang lebih besar untuk bergerak. Akibatnya benda tersebut akan memuai ke segala arah untuk memberikan ruang gerak pada partikel tersebut. Pemuaian ini menyebabkan ukuran benda bertambah besar dan kerapatannya menjadi berkurang. Besarnya pemuaian benda sangat bergantung pada :

1. Ukuran benda semula sebelum ada penambahan suhu
2. Besarnya kenaikan suhu
3. Jenis benda

Pemuaian yang terjadi pada zat padat terdiri dari 3 jenis yaitu pemuaian panjang (untuk satu dimensi), pemuaian luas (dua dimensi) dan pemuaian volume (untuk tiga dimensi). Sedangkan pada zat cair dan zat gas hanya terjadi pemuaian volume saja.

## B. Pemuaian Zat Padat



Gbr. Rel kereta api melengkung akibat pemuaian

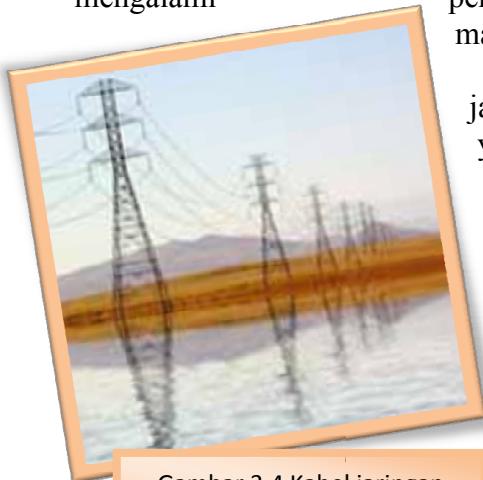
Dalam menjalankan tugasnya, para ahli konstruksi dan disain bangunan, jembatan, dan jalan raya harus memperhatikan sifat pemuaian dan penyusutan bahan karena perubahan suhu. Jembatan umumnya dibuat dari besi baja yang saling disambungkan satu dengan lainnya. Untuk itu agar sambungan besi baja tidak melengkung, karena memuai akibat terik panas matahari atau menyusut di malam hari, maka sambungan-sambungan besi baja tidak boleh dipasang saling rapat satu dengan lainnya. Harus ada rongga yang cukup di antara sambungan-sambungan itu. Seperti halnya sambungan logam pada jembatan, besi rel kereta api harus dipasang saling berongga untuk mencegah terjadinya kecelakaan kereta api yang disebabkan rel kereta api melengkung.

Pada gambar di atas kalian dapat melihat adanya rongga antara besi-besi rel kereta api. Besarnya rongga ini harus diperhitungkan secara tepat sehingga ketika siang hari saat rel terkena panas matahari rongga ini mampu menampung perpanjangan rel akibat pemuaian. Saat kereta api lewat pun, rel juga dapat mengalami pemuaian akibat panas yang ditimbulkan oleh gesekan antara rel dan kereta.

### 1. Pemuaian Panjang

Pernahkah kalian mengamati kabel jaringan listrik pada pagi hari dan pada siang hari ? Saat pagi hari kabel jaringan akan tampak kencang karena mengalami penyusutan di malam hari. Semakin siang akan tampak bahwa kabel semakin kendur serta melengkung ke bawah. Kabel tampak kendur karena kawat logam penyusun kabel terkena panas matahari sehingga bertambah panjang dari ukuran semula. Oleh karenanya pemasangan kabel jaringan listrik sering dilakukan pada malam hari dan

dipasang agak kendor. Hal ini dilakukan untuk menghindari putusnya kabel listrik saat mengalami penyusutan karena berkurangnya suhu udara di waktu malam.



Gambar 3.4 Kabel jaringan listrik

Pada siang hari saat udara semakin panas, kabel jaringan listrik akan mengalami pemuaian. Pemuaian yang dialami kabel jaringan listrik ini dapat dikategorikan sebagai pemuaian linier atau pemuaian panjang. Pemuaian linier atau pemuaian panjang adalah pemuaian yang terjadi pada satu dimensi benda. Pada pemuaian panjang, nilai lebar dan tebal sangat kecil dibandingkan dengan nilai panjang benda tersebut, sehingga nilai lebar dan tebal diabaikan.

Pemuaian panjang tiap zat padat berbeda-beda tergantung pada sifat termal zat padat tersebut. Semakin besar koefisien muai suatu zat, semakin

besar pula pertambahan panjangnya saat terjadi pemuaian. Tabel dibawah ini menunjukkan koefisien muai berbagai zat pada suhu 20°C.

Tabel. Koefisien Muai Panjang pada Suhu 0°C

Zat	Koefisien Muai Panjang, $\alpha$ (/°C)	Koefisien Muai Ruang, $\gamma$ (/°C)
<b>Padat</b>		
Aluminium	$25 \times 10^{-6}$	$75 \times 10^{-6}$
Kuningan	$19 \times 10^{-6}$	$56 \times 10^{-6}$
Besi atau baja	$12 \times 10^{-6}$	$35 \times 10^{-6}$
Timah hitam	$29 \times 10^{-6}$	$87 \times 10^{-6}$
Kaca (pyrex)	$3 \times 10^{-6}$	$9 \times 10^{-6}$
Kaca (biasa)	$9 \times 10^{-6}$	$27 \times 10^{-6}$
Kuarsa	$0,4 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$
Beton dan bata	$12 \times 10^{-6}$	$36 \times 10^{-6}$
Marmer	$1,4-3,5 \times 10^{-6}$	$4-10 \times 10^{-6}$
<b>Cair</b>		
Bensin		$950 \times 10^{-6}$
Air raksa		$180 \times 10^{-6}$
Ethyl alkohol		$1.100 \times 10^{-6}$
Giserin		$500 \times 10^{-6}$
Air		$210 \times 10^{-6}$
<b>Gas</b>		
Udara (sebagian besar gas pada tekanan atmosfer)		$3.400 \times 10^{-6}$

Untuk menentukan pertambahan panjang benda setelah dipanaskan pada suhu tertentu digunakan persamaan :  $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$

Untuk menentukan panjang akhir setelah pemanasan, persamaan yang dapat digunakan adalah :

$$l = \Delta l + l_o$$

$$l = l_o (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

*Dimana*

$l_o$	= panjang benda mula-mula (m)
$l$	= panjang benda setelah pemanasan (m)
$\alpha$	= koefisien muai panjang zat ( $^{\circ}\text{C}$ )
$\Delta T$	= selisih suhu awal dan suhu akhir. ( $^{\circ}\text{C}$ )

Alat yang dapat kita gunakan untuk mengetahui pertambahan panjang berbagai jenis logam adalah alat Muschenbroek.

## 2. Pemuaian luas

Pemuaian luas terjadi pada benda yang mempunyai ukuran panjang dan lebar, sedangkan tebalnya sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Contoh benda yang mempunyai pemuaian luas adalah lempeng besi yang lebar sekali dan tipis. Jika lempengan besi ini dipanaskan maka pemuaian akan terjadi pada kedua arah sisisinya. Pemuaian semacam ini disebut pemuaian luas.



Gbr. Pemasangan kaca jendela dan daun pintu harus memperhatikan pemuaian luas

Pemuaian luas dapat kita amati pada jendela kaca rumah. Ukuran kusen kayu untuk tempat memasang kaca harus dibuat lebih besar daripada ukuran kaca. Hal ini dimaksudkan untuk memberi ruang saat kaca mengalami pemuaian. Pada saat udara dingin kaca menyusut. Karena koefisien muai kaca lebih besar dari pada koefisien muai kayu maka saat menyusut kusen kayu akan terlihat longgar. Dan jika suhu memanas maka kaca akan memuai lebih besar dari pada kayu kusen sehingga kaca akan terlihat terpasang dengan sangat rapat pada kusen kayu.

Pada dasarnya pemuaian luas merupakan pemuaian panjang yang ditinjau dari dua dimensi, maka koefisien muai luas besarnya sama dengan 2 kali koefisien muai panjang. Seperti halnya pada pemuaian panjang, faktor yang mempengaruhi pemuaian luas adalah luas awal, koefisien muai luas, dan perubahan suhu.

Untuk menentukan pertambahan luas dan volume akhir digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta A = A_o \cdot \beta \cdot \Delta T$$

$$A = A_o (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

*Dimana*

$A_o$	= luas benda mula-mula ( $m^2$ )
$A$	= luas benda setelah pemanasan ( $m^2$ )
$\beta$	= koefisien muai luas zat ( $^{\circ}\text{C}$ )
$\Delta T$	= selisih suhu awal dan suhu akhir. ( $^{\circ}\text{C}$ )

### 3. Pemuaian volume

Pernahkah kalian mengalami kejadian gelas yang tiba-tiba pecah saat dituangi air mendidih? Hal ini terjadi karena bagian sisi dalam dan sisi luar gelas mengalami pemuaian tidak bersamaan, terutama jika gelas cukup tebal. Sisi bagian dalam yang dituangi air panas akan memuai lebih dulu dibanding sisi bagian luar yang relative masih dingin. Akibatnya gelas akan pecah. Pemuaian volume terjadi pada benda yang berbentuk ruang. Contoh benda yang mengalami pemuaian volume adalah ban mobil, balon udara, balok besi dan masih banyak lagi yang lain.

Volume merupakan bentuk lain dari panjang dalam 3 dimensi karena itu untuk menentukan koefisien muai volume sama dengan 3 kali koefisien muai panjang. Persamaan untuk menentukan pertambahan volume dan volume akhir suatu benda adalah sebagai berikut :

$$\Delta V = V_o \cdot \gamma \cdot \Delta T$$
$$V = V_o (1 + \gamma \cdot \Delta T)$$

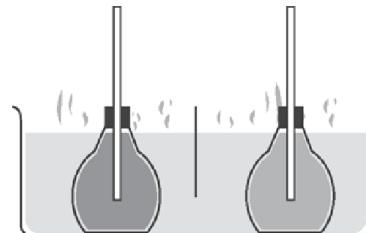
Dimana

$$V_o = \text{Volume benda mula-mula (m}^3\text{)}$$
$$V = \text{volume benda setelah pemanasan (m}^3\text{)}$$
$$\gamma = \text{koefisien muai ruang zat (/}^{\circ}\text{C)}$$
$$\Delta T = \text{selisih suhu awal dan suhu akhir. } ^{\circ}\text{C}$$

### C. Pemuaian Zat Cair

Sebagaimana zat padat, zat cair juga memuai bila dipanaskan. Bahkan pemuaian zat cair relatif lebih mudah atau lebih cepat teramat dibandingkan zat padat. Pada zat cair kita tidak mengenal muai panjang ataupun muai luas, tetapi hanya dikenal muai ruang atau muai volume saja. Semakin tinggi suhu yang diberikan pada zat cair itu maka semakin besar muai volumenya.

Salah satu alat yang menerapkan prinsip pemuaian zat cair adalah thermometer. Jika kalian amati, pada thermometer terdapat sebuah pipa kapiler yang diisi zat cair. Zat cair yang umumnya digunakan sebagai pengisi thermometer adalah raksasa dan alkohol. Jika thermometer ini digunakan untuk mengukur suhu tinggi, zat cair pada pipa kapiler akan memuai. Besarnya pemuaian zat cair menunjukkan suhu benda yang diukur.



Gbr. Labu didih yang berisi zat cair berbeda jenis sedang dipanaskan

Jika ada lima jenis zat cair yang volumenya awalnya sama, setelah dipanaskan sampai dengan suhu tertentu yang sama besar, volume masing-masing zat cair tidak akan sama walaupun volume awalnya sama. Mula-mula volume zat cair sama tetapi. Besaran yang membedakan muai volum zat cair dinamakan *koefisien muai zat cair*. Berikut adalah tabel koefisien muai volum berbagai jenis zat cair

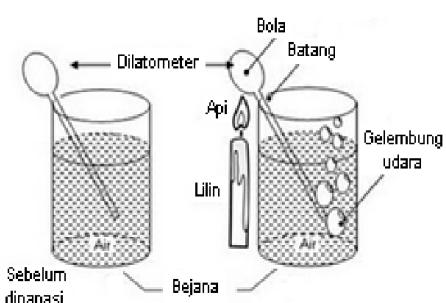
Jenis Zat Cair	Koefisien muai volum ( /K )
Raksa	0.00018
Alkohol (metil)	0.00120
Alkohol( etil)	0.00110
Aseton	0.00150
Gliserin	0.0005

Pada peristiwa pemuaian zat cair, terdapat satu fenomena khusus pada air yang tidak ditemukan pada zat cair lain. Khusus untuk air, jika suhu dinaikkan dari  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $4^{\circ}\text{C}$  volumenya tidak bertambah tetapi justru menyusut. Sebaliknya jika suhu diturunkan dari  $4^{\circ}\text{C}$  sampai  $0^{\circ}\text{C}$  volume air justru akan bertambah. Pengecualian ini disebut dengan anomali air. Dengan adanya anomali ini, air mempunyai volume terendah dan massa jenis terbesar pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$ .

## D. Pemuaian Gas

Pernahkah kalian melihat balon udara? Apa yang menyebabkan balon udara dapat naik ke angkasa? Ternyata balon udara dapat terbang karena menggunakan prinsip pemuaian pada sistem kerjanya. Saat hendak digunakan, udara dalam balon dipanaskan sehingga akan memuai. Akibatnya massa jenis udara dalam balon berkurang sehingga menjadi lebih ringan daripada udara di sekitarnya. Hal inilah yang menyebabkan balon dapat mengudara.

Sifat pemuaian gas harus kita perhatikan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya ketika memompa ban kita tidak boleh mengisinya terlalu penuh. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi meletusnya ban motor atau mobil. Seringkali motor atau mobil diparkir di tempat yang panas. Jika berada di tempat panas dalam jangka waktu cukup lama, udara di dalam balon mengalami pemuaian. Akibatnya udara mendesak permukaan ban. Jika tidak terdapat cukup ruang untuk tempat pemuaian udara dalam ban, desakan yang kuat tersebut menyebabkan ban tidak bisa menahan tekanan udara lagi dan akhirnya meletus.



Gbr. peristiwa pemuaian gas diamati dengan dilatometer

Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian gas disebut dilatometer. Dilatometer yang berisi udara dimasukkan ke dalam air. Saat dilatometer dipanasi, beberapa saat kemudian akan tampak gelembung-gelembung udara di dalam air yang menunjukkan bahwa udara di dalam dilatometer mengalami pemuaian.

Pemuaian yang terjadi pada zat gas sama halnya dengan pemuaian yang terjadi pada zat cair, yaitu hanya mengalami muai ruang saja. Pemuaian zat gas ini lebih besar daripada zat cair.

## E. Pemuaian Zat dalam Kehidupan Sehari-hari

Pemuaian pada zat padat, cair, dan gas dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Pengetahuan pemuaian ini dapat kita manfaatkan untuk mempermudah pekerjaan dan mencegah hal-hal yang merugikan akibat dari pemuaian zat tersebut. Beberapa hal yang memanfaatkan pemuaian dalam kehidupan sehari-hari antara lain:

### 1. Pengelingan

Pernahkah kalian mengamati sambungan pada pintu gerbang besi? Untuk menyambung dua batang besi dilakukan proses pengelingan. Pengelingan adalah proses menyambung dua batang besi dengan menggunakan paku kelincing. Sebelum dikeling, dua buah lubang batang besi yang akan disambungkan dipanaskan terlebih dahulu sehingga lubangnya menjadi lebih besar. Paku kelincing juga dipanaskan hingga berwarna merah muda dan dalam keadaan panas paku kelincing dimasukkan ke dalam lubang pelat. Selanjutnya paku ditempa dengan menggunakan palu khusus sampai kedua batang besi yang disambungkan merapat. Setelah paku dingin, paku akan

menyusut dan menjepit kedua pelat dengan sangat kuat. Proses pengelingan ini juga dimanfaatkan dalam pembuatan badan kapal dan *pembuatan roda pedati*.

## 2. Pemanfaatan Bimetal

Keping bimetal adalah dua keping logam yang berbeda koefisien muainya dan digabungkan dengan cara pengelingan. Prinsip kerja bimetal memanfaatkan proses pemuaian benda. Pada suhu normal panjang keping bimetal akan sama dan kedua keping dalam posisi lurus. Saat mengalami pemanasan suhu bimetal akan naik dan kemudian memuai. Logam yang memiliki koefisien muai lebih besar akan lebih cepat memuai dibandingkan dengan logam yang koefisien muainya lebih kecil. Akibatnya keping bimetal akan memuai dengan pertambahan panjang yang berbeda. Kondisi ini menyebabkan bimetal akan membengkok ke arah logam yang mempunyai koefisien muai lebih kecil.

Keping bimetal dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan antara lain pada termometer bimetal, termostat, setrika listrik, saklar otomatis, dan alarm kebakaran.

## 3. Pemasangan Bingkai Besi pada Roda

Pernahkah kalian memperhatikan bingkai roda pedati atau roda kereta api? Bingkai roda pedati dan roda kereta api terbuat dari besi dan terdiri atas dua bagian, yaitu bingkai besi dan rodanya. Bagaimana cara memasangkan bingkai besi tersebut pada roda pedati dan roda kereta api? Pada keadaan normal bingkai roda pedati dibuat sedikit lebih kecil daripada tempatnya sehingga tidak dimungkinkan untuk dipasang secara langsung pada tempatnya. Untuk memasang bingkai tersebut terlebih dahulu besi harus dipanaskan hingga memuai dan ukurannya pun akan menjadi lebih besar daripada tempatnya sehingga memudahkan untuk dilakukan pemasangan bingkai tersebut. ketika suhu mendingin, ukuran bingkai kembali mengecil dan terpasang kuat pada tempatnya.

## 4. Penggunaan gas nitrogen sebagai pengisi ban

Apakah kalian pernah melihat ban mobil diisi dengan gas selain udara? Memang, penggunaan gas selain udara untuk mengisi ban masih sangat jarang dijumpai. Pesawat terbang dan mobil balap merupakan jenis kendaraan yang sudah menggunakan nitrogen. Pada ban yang diisi udara masih sering terjadi udara merembes keluar dari ban, sehingga membuat tekanan ban menjadi berkurang. Untuk membuat tekanan udara pada ban tetap stabil, ban dapat diisi dengan udara yang kandungan nitrogennya lebih tinggi.

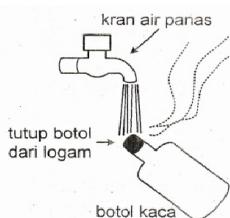
Penggunaan Nitrogen di dalam ban kendaraan juga dimaksudkan untuk mencegah atau mengurangi pemuaian udara di dalam ban. Misalnya pada ban mobil balap, ban selalu berputar kencang dengan kecepatan tinggi. Akibatnya akan timbul panas yang membuat udara dalam ban memuai. Jika ban tidak mampu menahan pemuaian udara tersebut maka ban dapat pecah. Kejadian tersebut dapat diantisipasi jika ban diisi dengan gas nitrogen, yang terbukti mampu mengurangi efek pemuaian dalam ban. Keuntungan lain dari penggunaan Nitrogen sebagai pengisi ban yaitu dapat mengurangi proses oksidasi dan karat pada velg.

Saat ini penggunaan Nitrogen pada ban ditandai dari pentil berwarna hijau terang, sehingga akan terlihat apakah ban diisi dengan udara biasa, atau harus ke Bengkel khusus yang menyediakan gas Nitrogen.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar!

1. Perhatikan gambar!



Tutup botol dari logam yang terlalu rapat dapat dibuka dengan mudah jika disiram dengan air panas. Hal ini dapat terjadi karena koefisien muai tutup botol....

- a. lebih besar daripada koefisien muai mulut botol kaca
- b. lebih kecil daripada koefisien muai mulut botol kaca
- c. lebih besar daripada koefisien muai udara di dalam botol
- d. lebih kecil daripada koefisien muai udara di dalam botol

2. Perhatikan pernyataan berikut !

- 1. dua buah gelas yang rapat di pisahkan dengan air panas
- 2. memasang bimetal pada saklar otomatis
- 3. menyambungkan besi dengan cara di las
- 4. memberi celah pada sambungan rel kereta api

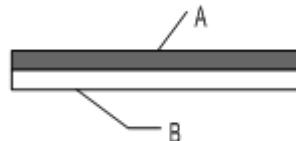
Dari pernyataan di atas kegiatan yang menerapkan konsep pemuaian ditunjukkan oleh nomor ....

- a. 1, 2 dan 3
- b. 1, 2 dan 4
- c. 1, 3 dan 4
- d. 2, 3 dan 4

3. Perhatikan bimetal di samping ini!

Koefisien muai panjang batang A kurang dari koefisien muai panjang batang B. Pasangan berikut ini yang benar adalah ....

- a. jika didinginkan, bimetal membengkok ke A
- b. jika dipanaskan, bimetal membengkok ke B
- c. Jika dipanaskan, bimetal membengkok ke A
- d. Jika didinginkan, bimetal membengkok ke B



4. Perhatikan tabel di samping !

Benda benda-benda tersebut di panaskan pada suhu yang sama secara bersamaan, maka ....

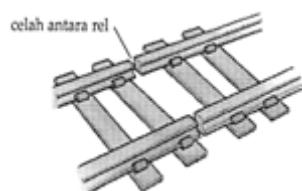
- a. benda 1 akan lebih panjang dari benda 4
- b. benda 2 akan lebih panjang dari benda 1
- c. benda 3 akan lebih panjang dari benda 2
- d. benda 4 akan lebih panjang dari benda 2

Jenis zat	Koefisien Muai panjang
Benda 1	0,000019/ °C
Benda 2	0,000017/ °C
Benda 3	0,000011/ °C
Benda 4	0,00009/ °C

5. Perhatikan gambar berikut !

Pada sambungan rel kereta api tampak pada gambar, bertujuan ....

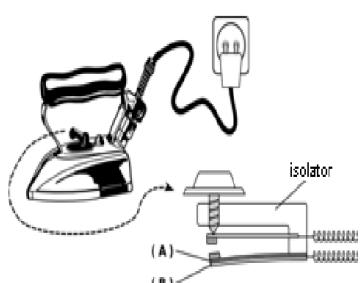
- a. memperkecil timbulnya gaya gesekan ketika dilalui kereta api
- b. memperkecil timbulnya getaran ketika dilewati kereta api
- c. pada saat besi memuai, rel kereta api tidak melengkung
- d. pada saat dilewati kereta api, rel kereta api tidak melengkung





6. Disajikan gambar setrika listrik yang dilengkapi dengan termostat berikut!

Pengaruh oleh kenaikan suhu setrika, membuat posisi bimetal melengkung seperti pada gambar. Hal ini disebabkan ....



- kalor jenis logam (B) lebih besar daripada kalor jenis logam (A)
- kalor jenis logam (B) lebih kecil dari pada kalor jenis logam (A)
- koefisien muai panjang logam (B) lebih besar daripada koefisien muai panjang logam (A)
- koefisien muai panjang logam (B) lebih kecil daripada koefisien muai panjang logam (A)

7. Perhatikan pernyataan berikut !

- Menyambung pipa pralon dengan cara di lem.
- Memberi celah pada sambungan rel kereta api.
- Menyambung plat besi pada pembuatan kapal laut dengan cara dilas.
- Memasang kabel telepon dibuat kendor pada saat hari panas.

*Perilaku yang bertujuan untuk mengatasi dampak negatif dari pemuaian dan penyusutan ditunjukkan nomor ... .*

- 1 dan 2
- 1 dan 3
- 2 dan 4
- 3 dan 4

8. Perhatikan tabel di samping !

Jika panjang benda mula-mula sama dan benda-benda tersebut dipanaskan pada suhu yang sama secara bersamaan, maka logam yang mengalami pertambahan panjang yang terbesar adalah ....

- Kuningan
- Tembaga
- Baja
- Kaca

9. Perhatikan pernyataan berikut!

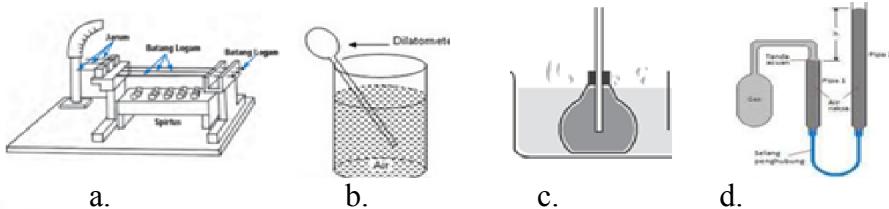
- memasang kawat listrik tegangan tinggi dibuat kendur pada saat cuaca panas
- pelat besi pada kapal disambut dengan cara di las
- penyambungan rel kereta api di beri celah
- membuat kabel listrik ai kawat tembaga

*Pernyataan tersebut yang digunakan untuk mengatasi dampak negatif dari pemuaian dan penyusutan adalah nomor.....*

- 1 dan 2
- 1 dan 3
- 2 dan 3
- 3 dan 4

10. Alat berikut ini merupakan alat yang digunakan untuk menunjukkan pemuaian pada zat cair adalah.....

Jenis Benda	Koefisien Muai
kaca	0,000009/°C
baja	0,000011/°C
tembaga	0,000017/°C





## Bab 4



## Kalor

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

2. Menerapkan konsep zat dan kalor serta kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

2. 3. Menentukan salah satu besaran yang terkait dengan kalor dan pengaruhnya pada zat.

Pernahkah kalian mendengar istilah rumah kaca? Sebenarnya rumah kaca adalah sebuah bangunan yang seluruh dinding dan atapnya terbuat dari kaca atau plastic dan didalamnya digunakan untuk membudidayakan tanaman. Kaca yang digunakan bekerja sebagai medium transmisi yang efeknya untuk menangkap energi matahari di dalam rumah kaca, sehingga mampu memanaskan tumbuhan dan tanah di dalamnya. Akibatnya udara dalam ruangan ikut panas dan tidak dapat mengalir keluar karena ditahan oleh kaca.



Gbr. Rumah kaca

Jadi rumah kaca berfungsi untuk menangkap radiasi elektromagnetik dan mencegah terjadinya aliran kalor secara konveksi sehingga ruangan didalam rumah kaca akan terasa tetap hangat. Nah, untuk mengetahui lebih lanjut apa yang dimaksud dengan kalor, juga konveksi, kalian dapat mengikuti pembahasan berikut ini.

## A. Pengertian Kalor

Peristiwa yang melibatkan kalor sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, pada waktu memasak air menggunakan kompor, saat menyeterika pakaian, atau saat cuaca dingin kalian menggunakan selimut supaya badan tetap terasa hangat. Lalu, apa sebenarnya kalor itu?

Sebelum abad ke-17, orang berpendapat bahwa kalor merupakan zat yang mengalir dari suatu benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah saat kedua benda tersebut bercampur. Jika kalor merupakan suatu zat tentunya akan memiliki massa dan menempati ruang. Ternyata kedua benda yang dicampurkan tadi massanya tidak bertambah. Jadi kalor bukan merupakan suatu zat, kalor adalah suatu bentuk energi yang secara alamiah dapat berpindah dari benda yang suhunya tinggi menuju suhu yang lebih rendah saat bersinggungan. Kalor juga dapat berpindah dari suhu rendah ke suhu yang lebih tinggi jika dibantu dengan alat yaitu mesin pendingin.



Gbr. Energi panas pada setrika listrik

Kalor sering disebut juga dengan panas. Darimana kalor ini berasal? Karena kalor merupakan suatu bentuk energi maka kalor dihasilkan dari perubahan bentuk energi yang lain. Misalnya saja energi kalor pada setrika berasal dari energi listrik, energi kalor pada kompor berasal dari energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar. Satuan dari kalor adalah kalori. Berapa nilai satu kalori? *Satu kalori* (1 kal) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 g air agar suhunya naik 1°C.

Satuan yang lebih besar adalah *satu kilokalori* (1 kkal), yaitu banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 kg air agar suhunya naik 1°C.

Hubungan satuan kalori dan kilokalori adalah 1 kilokalori = 1000 kalori

Mengingat kalor tergolong energi, maka satuan kalor juga dapat dinyatakan dalam joule (J). Satuan joule merupakan satuan kalor yang umum digunakan dalam fisika. Hubungan satuan kalori dengan joule ini adalah 1 kal = 4,2 J atau 1 J = 0,24 kal. Bilangan konversi antara kalori dan joule diatas disebut dengan *Tara Kalor Mekanik*.

## B. Pengaruh Kalor Terhadap Benda

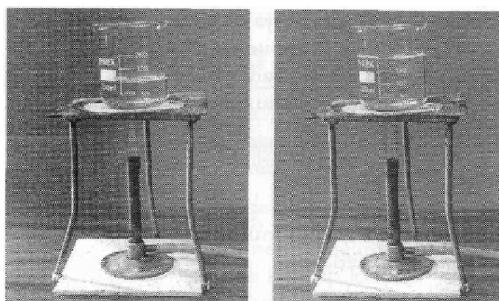
Kita telah mengetahui bahwa kalor merupakan suatu bentuk energi. Kalor merupakan energi panas yang diterima atau dilepaskan oleh sebuah benda. Kalor yang diterima oleh sebuah benda bisa berasal dari matahari, api, atau benda lain. Apa yang terjadi jika suatu kalor diberikan pada suatu benda?

### 1. Pengaruh Kalor Terhadap Suhu Benda

Apa yang terjadi apabila dua zat cair yang berbeda suhunya dicampur menjadi satu? Kita misalkan air panas bersuhu 80°C dicampur dengan air dingin bersuhu 10°C. Campuran air berbeda suhu tersebut akan menghasilkan air hangat yang suhunya antara 10°C dan 80°C. Hal ini disebabkan karena air 80°C melepaskan kalor dan air 10°C menerima kalor yang dilepas tersebut. Jadi benda-benda yang bersuhu lebih tinggi dari lingkungannya akan cenderung melepaskan kalor. Demikian juga sebaliknya benda-benda yang bersuhu lebih rendah dari lingkungannya akan cenderung menerima kalor untuk menstabilkan kondisi dengan lingkungannya. Suhu zat akan berubah

ketika zat tersebut melepas atau menerima kalor. Dengan demikian, dapat diambil kesimpulan bahwa kalor dapat mengubah suhu suatu benda.

Pemberian kalor menyebabkan suhu benda berubah. Makin banyak kalor yang diberikan pada suatu benda, maka suhu benda tersebut makin tinggi. Makin banyak kalor yang diberikan, makin besar pula perubahan suhu benda. Jadi kalor sebanding dengan perubahan suhu.



Semakin banyak air dalam gelas, semakin banyak energi yang dibutuhkan

Pada gambar 4.3 diperlihatkan dua buah gelas ukur yang dipanaskan dengan api yang sama besar. Massa air gelas pertama lebih kecil dari massa air di gelas kedua. Menurut kalian, mana yang akan lebih cepat mendidih? Ya, tentu saja air di gelas pertama karena berisi lebih sedikit air. Jika kalian ingin membuat air pada dua gelas tersebut mendidih bersama, apa yang harus kalian lakukan? Karena massa air di gelas kedua lebih besar maka kalian dapat memperbesar nyala api untuk mendapat kalor yang lebih besar.

Hal ini menunjukkan bahwa kalor sebanding dengan massa, artinya benda bermassa lebih besar memerlukan kalor lebih banyak dibandingkan benda yang massanya kecil. Selain bergantung pada massa dan perubahan suhu, besarnya kalor yang diperlukan oleh benda untuk mengubah suhunya dipengaruhi juga oleh kalor jenis. Kalor jenis zat adalah banyaknya kalor yang yang diperlukan oleh suatu zat bermassa 1 kg untuk menaikkan suhu  $1^{\circ}\text{C}$ . Sebagai contoh, kalor jenis air  $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , artinya untuk menaikkan suhu 1 kg air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  diperlukan kalor sebesar  $4.200 \text{ J}$ . Setiap jenis zat yang berbeda mempunyai nilai kalor jenis yang berbeda pula. Semakin besar kalor jenis zat, semakin besar kalor yang dibutuhkan. Berikut ini adaah tabel kalor jenis berbagai jenis zat.

No.	Jenis Zat	Kalor Jenis Zat (Joule/Kg $^{\circ}\text{C}$ )	No.	Jenis Zat	Kalor Jenis Zat (Joule/Kg $^{\circ}\text{C}$ )
1.	Air	4200	11.	Kuningan	370
2.	Alcohol	2300	12.	Marmer	860
3.	Alumunium	900	13.	Minyak tanah	2200
4.	Baja	450	14.	Perak	234
5.	Besi	460	15.	Raksa	140
6.	Emas	130	16.	Seng	390
7.	Es	2100	17.	Tembaga	390
8.	Gliserin	2400	18.	Timah hitam	130
9.	Kaca	670	19.	Timbal	130
10.	Kayu	1700	20.	Udara	1000

Bila kita merangkum semua faktor tersebut, maka banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan atau menurunkan suhu suatu benda bergantung pada:

a. Perubahan suhu

Semakin besar kalor yang diberikan pada suatu zat, semakin besar kenaikan suhunya.

b. Massa

Semakin besar massa suatu zat, semakin besar kalor yang diperlukan untuk memanaskan zat tersebut.

c. Kalor jenis zat

Kalor yang diberikan pada suatu zat sebanding dengan kalor jenis zat tersebut.

Secara matematis, hubungan banyaknya kalor, massa zat, kalor jenis zat, dan perubahan suhu zat dapat dinyatakan dalam persamaan.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

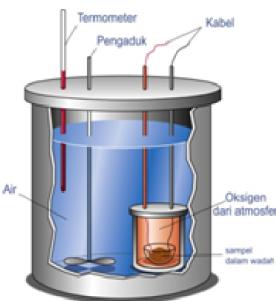
*Keterangan:*

$Q$  = Banyaknya kalor yang diserap atau dilepaskan (joule)

$m$  = Massa zat (kg)

$c$  = Kalor jenis zat (joule/kg °C)

$\Delta t$  = Perubahan suhu (°C)



Gbr. Kalorimeter

Untuk mengukur besarnya kalor jenis suatu zat digunakan alat yang disebut dengan kalorimeter. Kalorimeter sebenarnya adalah sebuah wadah atau bejana tempat mencampur dua zat yang berbeda suhu dan dikondisikan mendekati keadaan ideal, dimana kalor yang dilepas oleh zat bersuhu tinggi dapat diserap oleh zat yang bersuhu lebih rendah. Jadi prinsip kerja kalorimeter didasarkan pada asas Black, yaitu kalor yang diterima oleh kalorimeter sama dengan kalor yang diberikan oleh zat yang dicari kalor jenisnya.

Hal ini mengandung pengertian jika dua benda yang berbeda suhunya saling bersentuhan, maka akan menuju kesetimbangan termodinamika dimana suhu akhir kedua benda akan sama.



### Contoh

Sepotong besi bermassa 100 gram mempunyai suhu awal 25°C. Karena akan ditempa besi tersebut dipanaskan hingga suhunya mencapai 75°C. Apabila kalor jenis besi 0,11 kal/g °C, berapakah besarnya energi kalor yang diperlukan?

Diketahui :

$$m = 100 \text{ gram}$$

$$c = 0,11 \text{ kal/g } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 75^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

Ditanyakan : Q..?

Jawab :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 100 \text{ gram} \times 0,11 \text{ kal/g } ^\circ\text{C} \times 50^\circ\text{C}$$

$$Q = 550 \text{ kal}$$

Jadi besarnya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu besi sebesar 550 kal.

## 2. Pengaruh Kalor Terhadap Wujud Benda

Selain dapat menyebabkan perubahan suhu, kalor yang diberikan secara terus-menerus pada benda akan menyebabkan benda suatu saat mencapai suhu maksimum. Saat inilah kalor yang diterima tidak lagi digunakan untuk mengubah suhu melainkan untuk mengubah wujud benda. Jadi ketika zat mengalami perubahan wujud suhu benda selalu tetap.

Peristiwa ini juga berlaku jika suatu zat melepaskan kalor terus-menerus hingga mencapai suhu minimumnya. Perubahan wujud suatu zat akibat pengaruh kalor dapat digambarkan dalam skema berikut. Gambar di atas ditunjukkan bahwa peristiwa mencair/melebur, menguap, dan menyublim merupakan perubahan wujud yang memerlukan kalor. Adapun membeku, mengembun dan mendepositi merupakan peristiwa perubahan wujud yang melepaskan kalor. Pada saat berubah wujud suhu zat selalu tetap atau tidak berubah walaupun terus di berikan kalor, karena kalor yang di berikan digunakan untuk melakukan perubahan wujud. Kalor yang di gunakan untuk mengubah wujud dan tidak di gunakan untuk menaikkan suhu dinamakan *kalor laten*.

### a. Membeku dan melebur



Gbr. Perubahan wujud pada lilin

Zat padat berubah wujud menjadi zat cair bila menerima kalor. Sebaliknya, zat cair akan berubah wujud menjadi padat bila melepaskan kalor. Pada gambar dapat kalian lihat peristiwa melebur dan membeku pada sebatang lilin. Bagian atas lilin mendapat kalor dari api. Karena mendapat kalor, maka bagian lilin tersebut berubah wujud dari padat menjadi cair. Zat cair memiliki sifat dapat mengalir. Itulah sebabnya cairan lilin bergerak menuruni batang lilin. Karena cairan lilin memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan batang lilin maka cairan lilin akan memberikan kalor kepada batang lilin. Akibat dari melepaskan kalor, cairan lilin berubah wujud menjadi padat kembali.

### b. Menguap dan Mengembun

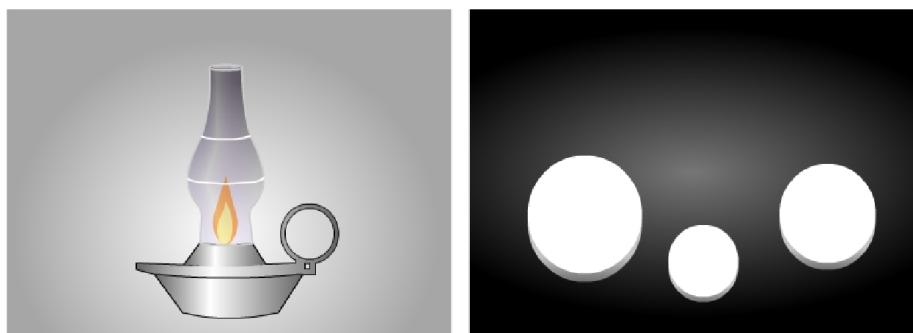
Pernahkah kalian memperhatikan saat ibu kalian sedang merebus air? Ketika air sedang mendidih, dari mulut ceret keluar uap air. Uap air terbentuk karena air menerima kalor sehingga mengalami perubahan wujud dari cair menjadi gas. Kita dapat menangkap uap air ini dengan menggunakan piring. Ketika uap air menyentuh piring, uap air sebenarnya melepaskan kalor. Karena melepaskan kalor, maka suhu uap air menjadi turun dan pada permukaan piring terbentuk tetes-tetes air. Tetes-tetes air ini sebenarnya merupakan hasil dari perubahan wujud yang kita sebut dengan mengembun.



Gbr. Penguapan pada air

### c. Menyublim dan Deposisi

Menyublim adalah peristiwa perubahan wujud dari padat menjadi gas. Salah satu contoh zat padat yang berubah wujud menjadi gas, tanpa mengalami wujud cair terlebih dahulu adalah kapur barus. Perubahan seperti ini terjadi karena kapur barus menerima kalor dari udara. Selain kapur barus, benda padat seperti iodum dan naftalin juga berubah dengan cara yang sama.



Gbr. Deposisi kaca lentera dan Menyublim pada kapur barus

Peristiwa deposisi yaitu perubahan wujud dari gas yang langsung menjadi benda padat dapat kita jumpai pada jelaga yang terdapat di kaca lentera. Jelaga terbentuk dari gas pembakaran selama api menyala pada lentera.

### 3. Kalor Lebur dan Kalor Beku

Melebur merupakan peristiwa perubahan wujud dari padat menjadi cair yang dalam prosesnya memerlukan kalor. Energi kalor yang diperlukan tidak digunakan untuk menaikkan suhu zat, tetapi untuk mengubah wujud zat dari padat menjadi cair. Suhu pada saat zat padat melebur disebut titik lebur. Pada tekanan udara normal es berubah wujud dari padat menjadi cair pada suhu 0°C. Apabila tekanan udara luar berubah-ubah, maka titik lebur zat juga akan mengalami perubahan. Demikian halnya dengan membeku. Saat melepaskan kalor, energi kalornya digunakan untuk mengubah wujud zat dari cair menjadi padat. Suhu pada saat zat cair mulai membeku dinamakan titik beku. Titik beku air pada tekanan normal terjadi pada suhu 0°C. Jadi, air mulai membeku dan melebur pada suhu yang sama yaitu 0°C.

Kalor yang diperlukan untuk melebur 1 kg zat padat menjadi 1 kg zat cair pada titik leburnya dinamakan kalor lebur. Sebaliknya, kalor yang dilepaskan pada waktu 1 kg zat cair membeku menjadi 1 kg zat padat pada titik bekunya dinamakan kalor beku. Untuk zat yang sama, titik lebur sama dengan titik beku dan kalor lebur sama dengan kalor beku.

Banyaknya kalor yang diperlukan oleh zat bermassa  $m$  kg untuk melebur dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$Q = m \cdot L$$

*Dimana  $Q$  = energy kalor (Joule)  
 $m$  = massa (Kg)  
 $L$  = kalor lebur (J/kg)*

Tabel Nilai kalor lebur berbagai zat		
Zat	Titik Lebur (°C)	Kalor Lebur (J/kg)
Air	0	336 000
Alkohol	-97	69 000
Raksa	-39	120 000
Alumunium	660	403 000
Tembaga	1083	206 000
Platina	1769	113 000
Timbal	327	25 000



## Contoh

Hitunglah banyaknya kalor yang diperlukan untuk melebur 2 Kg es pada titik leburnya jika kalor lebur es 336.000 J/Kg!

Diketahui :

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$L = 336.000 \text{ J/Kg}$$

Ditanyakan : Q..?

Jawab :

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 2 \text{ kg} \times 336.000 \text{ J/Kg}$$

$$Q = 672.000 \text{ J}$$

$$Q = 672 \text{ KJ}$$

Jadi besarnya kalor yang diperlukan untuk melebur 2 Kg es sebesar 672 KJ

## 4. Kalor Uap dan Kalor Embun

Zat cair yang dipanaskan terus-menerus suatu saat akan mendidih dan berubah menjadi uap. Lantas, apakah peristiwa mendidih tersebut sama dengan menguap? Sebenarnya menguap dan mendidih merupakan dua hal yang berbeda. Gejala penguapan banyak terjadi di sekitar kita. Penguapan terjadi pada air laut, air sungai, air danau, air tanah, air pada daun, dan air dalam piring atau gelas. Adanya penguapan menyebabkan volume benda cair berkurang.



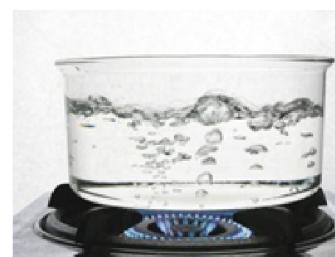
Gbr. Proses penguapan pada danau dan pakaian

Perhatikan gambar di samping ini, terlihat permukaan air di danau menguap karena terkena panas matahari. Penguapan air danau akan menyebabkan ketinggian air danau berkurang. Demikian pula pada saat kalian menjemur pakaian. Pakaian yang semula basah akan kering karena terjadi proses penguapan.

Peristiwa bergerak keluarnya molekul-molekul dari permukaan zat cair inilah yang kita sebut dengan penguapan. Untuk mempercepat terjadinya proses penguapan dapat dilakukan berbagai cara sebagai berikut :

- Memanaskan (menaikkan suhu) zat cair
- Memperluas permukaan zat cair
- Mengalirkan / meniupkan udara di atas permukaan zat cair
- Mengurangi tekanan pada permukaan

Penguapan hanya terjadi pada permukaan zat dan dapat berlangsung pada berbagai suhu. Lain halnya dengan mendidih. Mendidih hanya dapat terjadi pada suhu dan tekanan tertentu.



Gbr. Air mendidih pada suhu 100°C tekanan 1 atm

Saat air dipanaskan terus menerus suatu saat suhunya akan mencapai suhu maksimal dimana energi kalor yang diperlukan tidak digunakan untuk menaikkan suhu, tetapi untuk mengubah wujud zat dari cair menjadi gas. Suhu ini disebut dengan titik didih yaitu suhu dimana suatu zat cair mulai mendidih. Mendidih adalah proses penguapan yang terjadi di seluruh bagian zat cair.

Peristiwa ini ditandai dengan munculnya gelembung-gelembung yang berisi uap air dan bergerak dari bawah ke atas dalam zat cair. Zat cair yang mendidih jika dipanaskan terus-menerus akan berubah menjadi uap.

Setiap zat cair memiliki titik didih masing-masing. Titik didih yang dimaksud di sini merupakan titik didih normal. Titik didih normal adalah suhu ketika zat cair mulai mendidih pada tekanan udara 1 atmosfer (76 cmHg). Jadi, titik didih normal untuk air adalah 100°C. Artinya, pada tekanan udara normal (76 cmHg) air mendidih pada suhu 100°C. Lalu bagaimakah bila tekanan udara berada di bawah atau di atas tekanan atmosfer? Apakah titik didihnya bertambah atau berkurang? Ternyata, jika tekanan udara luar berubah, maka titik didih zat juga akan mengalami perubahan. Contohnya di daerah pegunungan yang mempunyai tekanan udara luar kurang dari 76 cmHg air akan mendidih pada suhu kurang dari 100 °C. Jadi titik didih suatu zat dapat diubah-ubah dengan cara menaikkan atau atau menurunkan tekanan udara.

Telah disebutkan bahwa suhu zat cair saat mendidih adalah tetap, meskipun kalor terus-menerus diberikan. Kalor tersebut digunakan hanya untuk mengubah wujud zat cair menjadi uap. Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk mengubah satu kilogram zat cair menjadi uap disebut kalor uap. Besarnya kalor uap untuk tiap zat berbeda-beda. Berikut ini adalah tabel titik didih dan kalor uap dari beberapa jenis zat cair.

No.	Jenis Zat	Titik Didih Normal (°C)	Kalor Uap (J/kg)
1.	Air	100	2260000
2.	Alcohol	78	1100000
3.	Emas	2660	1578000
4.	Perak	2190	2336000
5.	Raksa	357	298000
6.	Tembaga	2300	7350000
7.	Timbal	1620	7350000

Uap yang terbentuk saat proses penguapan jika didinginkan akan berubah bentuk menjadi zat cair. Peristiwa ini disebut mengembun. Pada waktu mengembun zat cair melepaskan kalor. Banyaknya kalor yang dilepaskan pada waktu mengembun sama dengan banyaknya kalor yang diperlukan waktu menguap dan suhu di mana zat mulai mengembun sama dengan suhu di mana zat mulai menguap. Jumlah kalor yang diperlukan untuk menguap atau jumlah kalor yang dilepaskan untuk mengembun dirumuskan :

$$Q = m \cdot U$$

*Keterangan :*

*Q* = kalor yang diserap/dilepaskan (J)

*m* = massa zat (Kg)

*U* = kalor uap (J/Kg)



## Contoh

Hitunglah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menguapkan 500 g air bersuhu 100°C jika kalor uap air sebesar 2.260.000 J/Kg?

Diketahui :

$$m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ Kg}$$

$$U = 2.260.000 \text{ J/Kg}$$

Ditanyakan : Q..?

Jawab :

$$Q = m \cdot U$$

$$Q = 0,5 \text{ Kg} \times 2.260.000 \text{ J/Kg}$$

$$Q = 1.130.000 \text{ J}$$

$$Q = 1130 \text{ KJ}$$

Jadi besarnya kalor yang diperlukan untuk menguapkan 0,5 Kg air sebesar 1130 KJ

## D. Diagram Perubahan Fase Zat

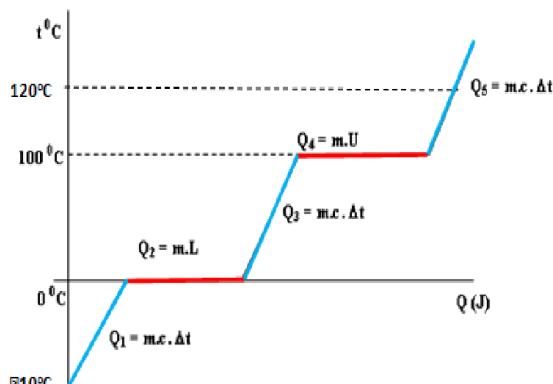
Kalian tentu pernah memasukkan es batu ke dalam air panas. Perubahan apa yang terjadi pada air dan es batu? Ternyata, suhu air turun. Suhu air itu turun karena air melepaskan kalor ke es batu. Sementara itu, es batu mencair (berubah wujud) karena mendapat kalor dari air panas. Berarti, pada peristiwa ini salah satu benda melepaskan kalor, sedangkan benda yang lain menerima kalor. Kalor yang dilepas oleh suatu benda sama dengan kalor yang diterima oleh benda lain. Penyataan ini dikenal sebagai asas Black. Asas Black merupakan bentuk lain dari hukum kekekalan energi, yaitu bahwa energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain dimana jumlah energi sebelum dan sesudah berubah selalu tetap. Artinya, bila sebuah benda memberikan kalor kepada benda lain, maka kalor yang diterima sama dengan kalor yang diberikan.

Lalu apa yang terjadi jika beberapa bongkah es batu kita panaskan diatas api? Seperti yang telah kalian pelajari di bagian sebelumnya, kalor yang diterima oleh es batu ini akan menyebabkan terjadinya perubahan suhu dan perubahan wujud. Perlu diingat bahwa ketika air sedang mengalami perubahan wujud maka air tidak mengalami perubahan suhu. Begitu pula ketika air sedang mengalami perubahan suhu maka air tidak mengalami perubahan wujud.



Gbr. Fase Perubahan Wujud es batu menjadi air

Untuk membedakan antara fase dimana air mengalami kenaikan suhu dan fase dimana air mengalami perubahan wujud dapat digambarkan dalam grafik berikut.



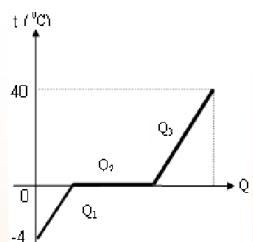
Gambar di atas menunjukkan grafik perubahan wujud air mulai dari fase es pada suhu  $-10^{\circ}\text{C}$  hingga menjadi uap air pada suhu  $120^{\circ}\text{ Celcius}$ . Grafik berwarna merah menunjukkan saat terjadi perubahan wujud dan grafik biru untuk menandai perubahan suhu.

Jadi terdapat lima fase perubahan pada grafik diatas, yaitu :

1. Fase perubahan suhu es dari  $-10^{\circ}\text{C}$  menjadi es bersuhu  $0^{\circ}\text{C}$  (**grafik biru**)
2. Fase perubahan wujud dari es menjadi air pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  (**grafik merah**)
3. Fase perubahan suhu air dari  $0^{\circ}\text{C}$  menjadi air bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$  (**grafik biru**).
4. Fase perubahan wujud dari air menjadi uap pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  (**grafik merah**).
5. Fase perubahan suhu uap dari  $100^{\circ}\text{C}$  menjadi uap  $120^{\circ}\text{C}$  (**grafik biru**).



### Contoh



Es sebanyak 2 Kg dan bersuhu  $-4^{\circ}\text{C}$  akan diubah menjadi air yang bersuhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Tentukan besarnya kalor yang diperlukan untuk kegiatan tersebut, jika diketahui kalor jenis es =  $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , kalor lebur es =  $340.000 \text{ J/kg}$ , kalor jenis air  $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ .

Diketahui :  $m = 2 \text{ Kg}$   $C_{\text{es}} = 2100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$   
 $L = 340.000 \text{ J/Kg}$   $C_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

Ditanyakan :  $Q..?$

Pembahasan :

Untuk mengerjakan soal ini, maka kalian harus mengetahui bahwa ada tiga fase yang terjadi yaitu :

1. Fase perubahan suhu es dari  $-4^{\circ}\text{C}$  menjadi es bersuhu  $0^{\circ}\text{C}$ .
2. Fase perubahan wujud es menjadi air pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ .
3. Fase perubahan suhu air dari  $0^{\circ}\text{C}$  menjadi es bersuhu  $40^{\circ}\text{C}$ .

Selanjutnya hitunglah satu per satu energi kalor dari setiap fase.

**Fase 1 :**  $Q_1 = m \cdot C_{es} \Delta T$  >> menggunakan kalor jenis es bukan kalor jenis air

$$Q_1 = 2 \times 2100 \times (0 - (-4))$$

$$Q_1 = 16.800 \text{ Joule}$$

**Fase 2 :**  $Q_2 = m \cdot L = 2 \times 340.000 = 680.000 \text{ Joule}$

**Fase 3 :**  $Q_3 = m \cdot C_{air} \cdot \Delta T$  >> baru menggunakan kalor jenis air

$$Q_3 = 2 \times 4.200 \times (40 - 0)$$

$$Q_3 = 336.000 \text{ Joule}$$

Maka kita jumlahkan hasil dari ketiga fase tersebut :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = 16.800 + 680.000 + 336.000$$

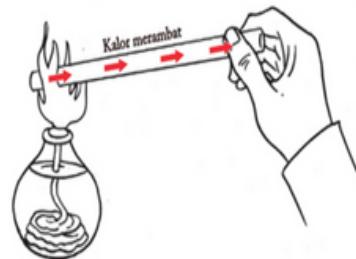
$$Q = 1.032.800 \text{ Joule}$$

## D. Perpindahan Kalor

Pernahkah kalian memperhatikan peralatan yang biasa digunakan ibu kalian untuk memasak? Ya, hampir sebagian besar peralatan memasak terbuat dari logam. Jika kalian perhatikan lebih detail, kalian akan menemukan beberapa peralatan memasak pada bagian pegangannya terbuat dari kayu. Fungsi kayu tersebut adalah untuk menghindari panas yang merambat dari peralatan masak ke tangan kita secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa kalor adalah suatu bentuk energi yang dapat berpindah dari zat bersuhu tinggi ke suhu yang lebih rendah. Cara perpindahan kalor ada tiga macam yaitu secara konduksi (hantaran), konveksi (aliran) dan radiasi (pancaran).

### 1. Konduksi

Perhatikan sebatang logam yang dipegang salah satu ujungnya, sedangkan ujung yang lain dipanaskan seperti yang terlihat pada gambar. Apa yang akan terjadi kemudian? Tidak lama setelah ujung logam mengenai api, ujung lain yang kita pegang terasa panas. Ini menunjukkan kalor berpindah dari api ke tangan kita melalui batang logam. Saat terjadi perpindahan kalor, partikel-partikel logam tidak ikut berpindah tetapi hanya bergetar dan saling bertumbukan di tempatnya.



Gbr. Perpindahan kalor secara konduksi

Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu benda tanpa disertai perpindahan partikel benda disebut konduksi. Perpindahan kalor dengan cara konduksi berlangsung pada benda padat, terutama logam. Contoh alat yang dalam kerjanya menerapkan perpindahan kalor secara konduksi antara lain setrika listrik, solder dan berbagai peralatan masak.

### 2. Konveksi

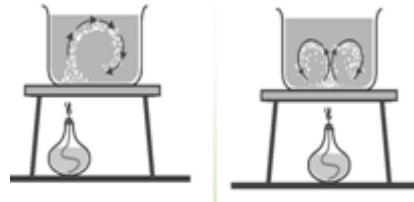
Tahukah kalian, mengapa para nelayan berangkat mencari ikan pada malam hari dan pulang pada pagi harinya? Ternyata para nelayan tersebut memanfaatkan angin darat yang bertiup pada malam hari dan angin laut di pagi harinya untuk mempermudah laju perahu. Angin darat dan angin laut merupakan salah satu contoh perpindahan kalor secara konveksi. Konveksi merupakan perpindahan kalor yang

disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan kalor secara konveksi dapat terjadi pada zat cair dan gas.

Saat suatu zat cair atau gas dikenai kalor, perpindahan molekul akan terjadi secara alamiah karena adanya perbedaan massa jenis. Secara lebih jelas dapat kita lihat pada uraian berikut ini.

a. Konveksi dalam zat cair

Pada waktu kalian memanaskan air di dalam tabung, maka air di bagian bawah tabung menjadi lebih cepat panas daripada air pada bagian atas tabung. Air yang lebih panas akan mempunyai massa jenis yang lebih kecil dibandingkan air dingin. Karena perbedaan massa jenis inilah air panas di bagian bawah akan naik ke atas.



Perpindahan kalor secara konveksi

Sementara air dingin pada bagian atas tabung akan turun karena massa jenisnya lebih besar daripada massa jenis air panas. Dengan demikian, perpindahan kalor pada air ini diikuti oleh perpindahan partikel-partikel air. Proses ini berlangsung terus-menerus sehingga terbentuk suatu aliran air yang disebut aliran konveksi.

b. Konveksi pada udara

Saat bepergian melewati kawasan industri, kalian pasti pernah melihat cerobong-cerobong asap pabrik. Cerobong ini dibuat untuk mengalirkan asap hasil pembakaran di pabrik tersebut. Gerak asap dari cerobong menunjukkan aliran konveksi udara. Aliran konveksi pada udara juga disebabkan oleh adanya perbedaan massa jenis udara. Tetapi konveksi pada udara ini berlangsung lebih cepat dibandingkan konveksi dalam air. Hal ini disebabkan karena udara mengalami pemuaian lebih besar daripada pemuaian air.

Dalam kehidupan sehari-hari konveksi udara dapat kalian jumpai juga dalam sistem ventilasi rumah, sistem pemanas ruangan serta terjadinya angin darat dan angin laut. Proses terjadinya angin darat dan angin laut dapat dijelaskan sebagai berikut.

1) Angin laut

Pada siang hari, karena pengaruh sinar matahari daratan menjadi lebih cepat menjadi panas daripada laut. Akibatnya udara di atas daratan lebih panas daripada udara di atas laut. Oleh karena itu, udara di atas daratan naik dan udara di atas laut mengalir ke daratan. Udara yang bergerak dari laut ke darat inilah yang disebut dengan angin laut.

2) Angin darat

Angin darat terjadi pada malam hari, dimana saat itu daratan lebih cepat dingin daripada laut. Akibatnya udara di atas di atas laut lebih panas daripada udara di daratan . Oleh karena itu, udara di atas laut naik dan bergeraklah udara di atas daratan menuju ke laut. Terjadilah angin darat.

### 3. Radiasi

Sumber energi kalor terbesar di bumi ini berasal dari matahari. Panas Matahari dapat mencapai Bumi, meskipun jarak Bumi dengan Matahari sangat jauh. Panas Matahari tidak mungkin berpindah secara konduksi atau konveksi. Mengapa? Karena antara Matahari dengan Bumi hanya terdapat ruang hampa udara yang sangat luas. Ruang hampa tidak dapat mengantarkan panas secara konduksi atau konveksi. Untuk memindahkan kalor secara konduksi atau konveksi diperlukan suatu medium perantara. Berarti, panas Matahari dapat berpindah tanpa memerlukan medium.

Perpindahan kalor tanpa memerlukan medium / zat perantara disebut radiasi. Radiasi dapat terjadi melalui ruang hampa karena sumber kalor menyalurkan energinya dalam bentuk gelombang elektromagnetik.

## E. Manfaat Kalor Dalam Kehidupan

Dalam kehidupan sehari-hari banyak kamu jumpai peralatan rumah tangga yang prinsip kerjanya menggunakan konsep perpindahan kalor, misal: panci tekan (pressure cooker), setrika, alat penyulingan, dan alat pendingin. Berikut beberapa contoh penerapan konsep perpindahan kalor dalam kehidupan sehari-hari.

### 1. Jaket

Mengenakan jaket tebal atau meringkuk di bawah selimut tebal saat udara dingin badanmu merasa nyaman. Udara termasuk isolator yang baik. Beberapa bahan penyekat terdiri dari, banyak kantong-kantong udara kecil terbungkus. Kantong tersebut berfungsi mencegah perpindahan kalor secara konveksi. Jadi tahukah kamu mengapa dalam selimut diisi dengan bulu-bulu kecil atau serat yang menjebak udara? Hal ini dilakukan untuk mencegah kemungkinan kehilangan kalor.

### 2. Termos

Termos berfungsi untuk menyimpan zat cair yang berada di dalamnya agar tetap panas dalam jangka waktu tertentu. Termos dibuat untuk mencegah perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, maupun radiasi. Dinding termos dibuat sedemikian rupa, untuk menghambat perpindahan kalor pada termos, yaitu dengan cara: permukaan tabung kaca bagian dalam dibuat mengkilap dengan lapisan perak yang berfungsi mencegah perpindahan kalor secara radiasi dan memantulkan radiasi kembali ke dalam termos, dinding kaca sebagai konduktor yang jelek, tidak dapat memindahkan kalor secara konduksi, dan ruang hampa di antara dua dinding kaca, untuk mencegah kalor secara konduksi dan agar konveksi dengan udara luar tidak terjadi.

### 3. Lemari es dan AC

Jika bensin kita teteskan pada kulit? Ternyata bensin akan menguap dan kulit kita terasa dingin. Pada peristiwa ini kalor yang diperlukan untuk menguap diambil dari kulit tangan, sehingga suhu turun dan kulit tangan kita terasa dingin. Proses penguapan yang mengambil kalor di sekitarnya, seperti bensin tadi digunakan dalam prinsip kerja lemari es dan pendingin ruangan (Air Conditioner).

Zat cair yang digunakan pada lemari es adalah freon, yaitu zat cair yang mudah menguap. Cairan freon dipompa menuju ruangan lemari es melalui pipa. Setelah itu, cairan freon diuapkan dalam ruang pembeku pada tekanan rendah. Untuk menguapkan diperlukan kalor dan kalornya diambil dari ruangan lemari es, sehingga ruangan bagian dalam lemari es menjadi dingin atau suhunya turun.

### 4. Panci Pressure Cooker

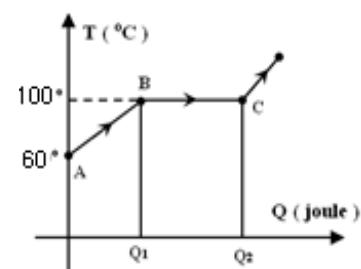
Kalian tentu sudah mengetahui bahwa peristiwa mendidih hanya dapat terjadi pada suhu tertentu yang disebut titik didih asalkan tekanan udara tetap. Pada tekanan udara 1 atmosfer (76 cm hg) air akan mendidih pada suhu 100 °C. Jika tekanan udara dinaikkan, air dapat mendidih pada suhu lebih dari 100 °C. Contoh alat yang dapat mendidihkan air di atas 100 °C adalah otoklav dan pressure cooker.

Prinsip menaikkan titik didih suatu zat dengan memperbesar tekanan inilah yang digunakan untuk pembuatan panci pressure cooker (panci tekan). Dengan ditutup rapat, tekanan udara dalam panci tekan menjadi lebih besar sehingga air dalam panci tekan dapat mendidih di atas 100°C. Oleh karena itu, makanan yang dimasak dalam panci tekan akan lebih cepat masak dan duri ikan akan menjadi lunak.



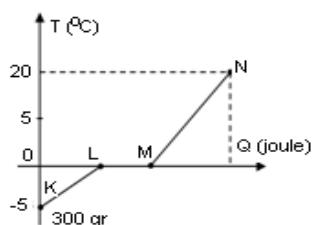
Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar!

1. Alkohol sebanyak 1 kg bersuhu  $10^{\circ}\text{C}$  diberi kalor sebesar 24 kJ. Jika kalor jenis alkohol sebesar  $2400 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ . Maka suhu akhir alkohol adalah ....  
a.  $10^{\circ}\text{C}$       b.  $20^{\circ}\text{C}$       c.  $30^{\circ}\text{C}$       d.  $40^{\circ}\text{C}$
2. Air 5 kg dipanaskan dari  $0^{\circ}\text{C}$  menjadi  $100^{\circ}\text{C}$  sehingga mendidih dan menguap. Apabila kalor uap air  $2,3 \times 10^6 \text{ J/kg}$ , maka kalor yang dibutuhkan untuk menguap adalah ....  
a.  $1,15 \times 10^9 \text{ joule}$       c.  $1,15 \times 10^7 \text{ joule}$   
b.  $1,15 \times 10^8 \text{ joule}$       d.  $1,15 \times 106 \text{ joule}$
3. Kalor lebur timbal  $25.000 \text{ J/kg}$  setelah diberi kalor sebesar  $5 \times 104 \text{ J}$  timbal itu melebur.  
Maka massa timbal itu adalah ....  
a. 0,2 kg      b. 0,5 kg      c. 2 kg      d. 5 kg
4. Perhatikan grafik hasil suatu percobaan berikut! Air sebanyak 2 kg bersuhu  $60^{\circ}\text{C}$  akan diuapkan. Jika kalor uap air  $2,27 \times 10^6 \text{ J/kg}$ , kalor jenis air  $4.200 \text{ J/(kg}^{\circ}\text{C)}$  dan tekanan udara pada saat ini 1 atmosfir, maka kalor yang diperlukan untuk proses B – C adalah ....  
a. 336 kilojoule      c. 4.876 kilojoule  
b. 4.540 kilojoule      d. 5.212 kilojoule



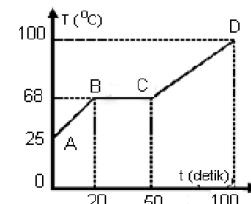
5. Perhatikan grafik suhu terhadap kalor berikut !

Jika kalor jenis es =  $2.100 \text{ J/(kg}^{\circ}\text{C)}$ , kalor jenis air  $4.200 \text{ J/(kg}^{\circ}\text{C)}$ , dan kalor lebur es =  $340.000 \text{ J/kg}$ , maka pada saat perubahan suhu pada grafik M – N diperlukan kalor sebanyak ...



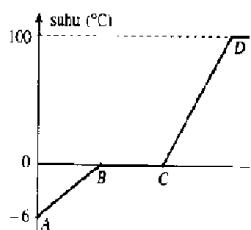
- a. 102,0 KJ      c. 12,6 KJ  
b. 25,2 KJ      d. 6,3 KJ

6. Perhatikan grafik antara suhu terhadap waktu, hasil suatu pemanasan lilin padat berikut ini! Dari grafik tersebut lilin akan mendidih pada waktu ....  
a. antara 20 – 50 detik      c. kurang dari 100 detik  
b. antara 50 – 100 detik      d. lebih dari 100 detik





7. Es bermassa 200 gram dipanaskan seperti grafik berikut!



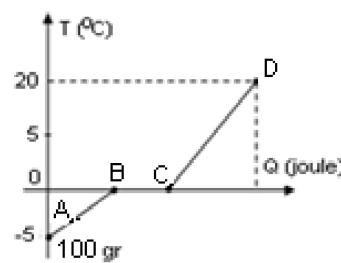
Jika kalor jenis es  $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , kalor lebur es  $336.000 \text{ J/kg}$ , kalor jenis air  $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , banyaknya kalor yang diperlukan dari A ke C adalah

- a. 2.520 joule
- b. 67.200 joule
- c. 68.880 joule
- d. 69.720 joule

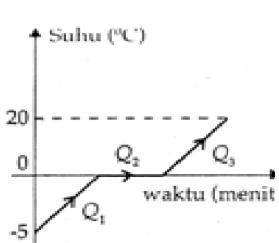
8. Perhatikan grafik antara suhu dan kalor berikut !

100 gram es bersuhu  $5^{\circ}\text{C}$  di bawah nol dipanaskan hingga menjadi air yang bersuhu  $10^{\circ}\text{C}$  seperti pada gambar. Jika kalor jenis es  $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ . Kalor lebur es  $340.000 \text{ J/kg}$  dan kalor jenis air  $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , maka kalor yang dibutuhkan untuk melakukan proses A  $\rightarrow$  B adalah ....

- a. 392.500 joule
- b. 340.000 joule
- c. 42.000 joule
- d. 10.500 joule



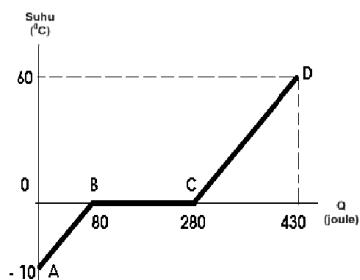
9. Perhatikan grafik antara suhu dan waktu berikut !



P Jika kalor jenis es =  $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , kalor lebur es =  $340.000 \text{ J/kg}$ , kalor jenis air  $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$  dan massanya sebanyak 300 gram, maka besarnya kalor  $Q_1$  dan  $Q_2$  adalah ....

- a. 105.150 joule
- b. 102.000 joule
- c. 25.200 joule
- d. 3.150 joule

10. Gambar di bawah ini menunjukkan grafik suhu terhadap kalor dari sebuah benda yang dipanaskan.



Pada grafik di atas, banyaknya kalor yang digunakan oleh benda untuk melakukan perubahan wujud adalah...

- a. 790 J
- b. 430 J
- c. 360 J
- d. 200 J



## Bab 5



## Gerak

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

3. Menerapkan dasar-dasar mekanika (gerak, gaya, usaha, dan energi) serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

- 3.1 Mengidentifikasi jenis gerak lurus dalam peristiwa kehidupan sehari-hari.



Gbr. Pembalap Formula

Pernahkan kalian menyaksikan Kejuaraan Balap mobil Formula One? Seorang pembalap Formula One dapat bergerak dengan kecepatan mencapai 320 km/jam. Pemenang ditentukan dari mobil yang paling cepat mencapai finish setelah menempuh jarak tertentu dengan catatan waktu paling kecil. *Lalu apa sebenarnya yang dimaksud dengan gerak?* Pada Bab ini kita akan mempelajari pengertian gerak dalam fisika, jenis gerak dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

#### A. Pengertian Gerak

Gerak merupakan kegiatan yang selalu kita lakukan dalam kehidupan sehari-hari. Saat berjalan, berlari atau berolahraga kalian dikatakan melakukan gerak. Di sekeliling kita banyak kita jumpai benda-benda yang diam dan bergerak. Rumah yang kita tempati diam terhadap pohon-pohon disekitarnya. Demikian juga batu-batu yang diam di pinggir jalan baru akan bergerak jika kalian ambil dan dilemparkan. Nah, bagaimana dengan matahari? Diam atau bergerak? Kalian tentunya tahu bahwa bumi lah yang bergerak

mengelilingi matahari. Tetapi karena kita memperhatikan matahari dalam kerangka acuan bumi, matahari dikatakan bergerak.

Demikian juga yang terjadi saat kalian berada di dalam bis yang sedang melaju, kalian akan melihat pohon-pohon di pinggir jalan bergerak. Tetapi bagi orang yang berdiri di pinggir jalan pohon-pohon tersebut dalam keadaan diam. Apa sebabnya? Pohon di pinggir jalan dikatakan bergerak atau diam bergantung pada kerangka acuan yang mengamati. Penempatan kerangka acuan dalam peninjauan gerak merupakan hal yang sangat penting, mengingat gerak dan diam itu mengandung pengertian yang relatif. Dengan demikian apakah yang dimaksud gerak? Pengertian gerak menurut kalian dan gerak dalam fisika mungkin agak sedikit berbeda. Dalam fisika suatu benda dikatakan bergerak jika benda itu mengalami perubahan kedudukan terhadap titik tertentu sebagai acuan.

Sekarang perhatikan orang yang berlari di mesin lari fitness atau kebugaran seperti terlihat pada gambar 5.2. Apakah ia mengalami perubahan kedudukan terhadap tiang pegangan di mesin tersebut. Ternyata tidak. Dalam fisika orang tersebut dikatakan tidak bergerak, karena tidak mengalami perubahan posisi atau kedudukan dalam selang waktu tertentu. Contoh lain misalnya seseorang yang duduk di dalam kereta api yang bergerak, dapat dikatakan bahwa orang tersebut diam terhadap bangku yang didudukinya dan terhadap kereta api tersebut. Namun orang tersebut bergerak relatif terhadap stasiun maupun terhadap pohon-pohon yang dilewatinya.



Gbr. Orang berlari di mesin lari fitness

## B. Besaran yang mempengaruhi gerak

### 1. Jarak dan Perpindahan

Selama bergerak benda mengalami perubahan kedudukan. Perubahan kedudukan diperhitungkan dari kedudukan awal dan kedudukan akhir benda. Selisih antara kedudukan akhir dan kedudukan awal benda setelah bergerak disebut dengan perpindahan. Perpindahan dapat dinyatakan sebagai garis lurus terpendek yang menghubungkan titik awal dan titik akhir gerakan benda, tanpa mempedulikan panjang lintasannya.

Saat benda bergerak, benda menempuh lintasan tertentu. Panjang seluruh lintasan yang ditempuh benda disebut sebagai jarak. Sebuah benda yang bergerak dan telah menempuh jarak tertentu dapat memiliki nilai perpindahan nol. Sebagai contoh, seorang siswa yang berlari mengelilingi lapangan sepakbola satu kali putaran, dikatakan ia menempuh jarak sama dengan keliling lapangan itu. Tetapi karena ia kembali ke titik awal semula saat mulai berjalan sehingga selisih kedudukan awal dan akhir adalah nol, maka dapat dikatakan siswa tersebut tidak mengalami perpindahan. Jadi jelas bahwa jarak dan perpindahan merupakan dua istilah yang berbeda. Jarak merupakan besaran skalar, sedangkan perpindahan merupakan besaran vektor.

### 2. Kecepatan dan kelajuan

Dalam fisika untuk mengatakan suatu benda bergerak atau tidak harus ditinjau dari suatu titik acuan. Titik acuan juga bermanfaat untuk menentukan seberapa jauh suatu benda telah bergerak, tetapi tidak bisa untuk menentukan seberapa cepat geraknya. Kecepatan gerak tidak hanya ditentukan oleh perubahan kedudukan, tetapi juga terkait dengan waktu yang diperlukan selama melakukan perubahan kedudukan tersebut.

Kecepatan mempunyai pengertian yang berbeda dengan kelajuan. Kelajuan menunjukkan besarnya jarak yang ditempuh tiap satuan waktu. Sedangkan kecepatan diartikan sebagai perpindahan yang ditempuh tiap satuan waktu. Kecepatan merupakan besaran vector jadi memiliki nilai dan arah, sedangkan kelajuan merupakan besaran skalar. Besarnya kecepatan lazim disebut kelajuan. Untuk mengetahui kelajuan gerak suatu benda harus dilakukan pengukuran.

Alat pengukur kelajuan pada kendaraan bermotor adalah *speedometer*. Kelajuan yang terbaca pada *speedometer* disebut kelajuan sesaat, yaitu kelajuan yang terukur pada satu saat tertentu.



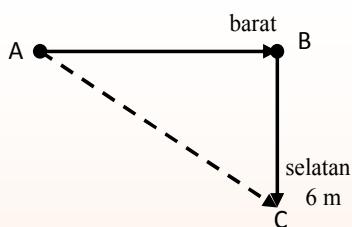
Gbr. Sepidometer

$$\text{Kelajuan} = \frac{\text{jarak}}{\text{selang waktu}}$$

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{selang waktu}}$$



### Contoh



Laila berangkat ke sekolahnya dengan berjalan kaki. Dari rumahnya ia bergerak ke arah barat sejauh 8 m, kemudian berbelok ke selatan sejauh 6 m. Untuk sampai di sekolahnya Laila membutuhkan waktu 10 menit. Berapa jarak yang telah ditempuh Laila? Berapa pula perpindahannya ?

Pembahasan :

Saat bergerak, lintasan yang ditempuh Laila dapat digambarkan sebagai berikut :  
Jarak yang ditempuh Laila :

$$S = AC = AB + BC = AC = 8 \text{ m} + 6 \text{ m} \quad AC = 14 \text{ m}$$

Perpindahan yang dialami Laila :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 = AC^2 = 8^2 + 6^2 = 64 + 36$$

$$AC^2 = \sqrt{100} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Selang waktu} = 10 \text{ menit} = 10 \times 60 = 600 \text{ s}$$

$$\text{Kelajuan} = \frac{\text{jarak}}{\text{selang waktu}} = \frac{14}{600} = 0,023 \text{ m/s}$$

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{selang waktu}} = \frac{10}{600} = 0,017 \text{ m/s}$$

### 3. Percepatan

Benda yang bergerak dengan kecepatan yang tidak konstan akan mengalami perubahan kecepatan dalam selang waktu tertentu. Perubahan kecepatan bisa berarti terjadi pertambahan kecepatan atau pengurangan kecepatan. Pertambahan kecepatan terjadi apabila laju benda semakin kencang, sedangkan pengurangan kecepatan terjadi apabila benda akan berhenti. Benda yang bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah dikatakan mengalami percepatan atau perlambatan. Pada pembahasan ini kita tidak menggunakan istilah perlambatan untuk benda yang mengalami pengurangan kecepatan. Istilah perlambatan tetap dinamakan dengan percepatan, hanya nilainya negatif. Jadi perlambatan sama dengan percepatan yang bernilai negatif.

Besarnya percepatan (akselerasi) dapat ditentukan dengan membagi perubahan kecepatan dengan selang waktu yang ditempuh.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

dimana  $a = \text{percepatan } (m/s^2)$ ,

$\Delta v = \text{perubahan kecepatan atau selisih antara kecepatan awal dan akhir } (m/s)$ ,

$\Delta t = \text{selang waktu } (s)$ .

## C. Gerak Lurus

Suatu benda yang bergerak dapat memiliki lintasan yang berbeda dengan benda lainnya. Sebuah peluru yang ditembakkan akan mempunyai lintasan berbentuk parabola, jarum jam bergerak dengan lintasan berbentuk lingkaran, dan kereta api ekspress banyak menempuh lintasan lurus selama perjalannya. Jadi menurut lintasannya terdapat berbagai macam gerak benda misalnya gerak lurus, gerak parabola, gerak melingkar dan sebagainya.

Gerak suatu benda dalam lintasan lurus dinamakan gerak lurus. Seorang pelari sprinter saat bertanding di lintasan 100 meter merupakan contoh dari gerak lurus. Berdasarkan kelajuan yang ditempuhnya gerak lurus dapat dibedakan menjadi dua yaitu Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).



a. Gerak Lurus



b. Gerak Melingkar

### 1. Gerak Lurus Beraturan ( GLB )

Pernahkah kalian mengamati bagaimana gerakan Pasukan Pengibar Bendera Pusaka (Paskibraka) saat berbaris mengibarkan bendera? Bagaimana lintasannya? Berupa garis lurus, parabola atau lingkaran? Jika kalian perhatikan, Paskibraka bergerak dengan kecepatan yang cenderung tetap dengan lintasan berupa garis lurus.

Benda yang bergerak dengan kecepatan tetap dan lintasannya lurus dikatakan melakukan gerak lurus beraturan.

Syarat yang harus dipenuhi agar benda bergerak lurus beraturan adalah :

- Arah gerak benda tetap sehingga lintasannya lurus
- Kelajuan benda selalu tetap tidak berubah



Gbr. Paskibra melakukan Gerak Lurus Beraturan

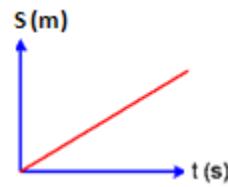
Pada gerak lurus beraturan, benda menempuh jarak yang sama dalam selang waktu yang sama pula. Sebagai contoh, sebuah sepeda motor yang sedang melaju, dalam waktu 1 detik dapat menempuh jarak 2 meter, maka pada satu detik berikutnya motor tersebut menempuh jarak 2 meter lagi, begitu seterusnya. Dengan kata lain perbandingan jarak dengan selang waktu selalu konstan atau tetap.

Jadi benda yang bergerak lurus beraturan mempunyai kecepatan gerak yang besarnya selalu tetap. Sehingga pada Gerak Lurus Beraturan berlaku persamaan :

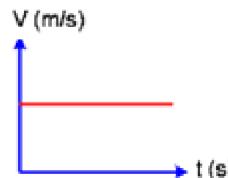
$$V = \frac{s}{t}$$

dimana  $s$  = jarak (m)  
 $t$  = waktu (s)  
 $v$  = kecepatan (m/s).

Hubungan antara pertambahan jarak yang ditempuh terhadap waktu pada gerak lurus beraturan dapat digambarkan dalam grafik berikut ini.



Karena GLB mempunyai kecepatan yang selalu konstan terhadap waktu, maka grafiknya dapat digambarkan sebagai berikut.



## 2. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

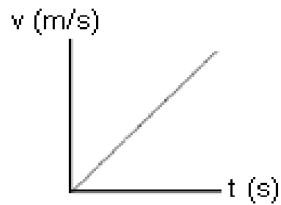
Apa yang akan terjadi apabila kalian melemparkan sebuah bola vertikal ke atas? Tentunya bola tersebut akan kembali ke bumi lagi bukan? Pada saat bola dilemparkan ke atas dengan kecepatan awal, kecepatannya semakin lama semakin berkurang karena pengaruh gaya gravitasi bumi. Hingga suatu saat bola akan mencapai ketinggian maksimal dan jatuh kembali ke bawah karena kecepatannya sama dengan nol. Gerak benda yang dilempar ke atas dengan kecepatan awal merupakan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) yang mengalami perlambatan. Sebaliknya, saat bola jatuh kembali ke bumi, kecepatan bola semakin bertambah karena mengalami percepatan. Gerak bola saat jatuh bebas ini juga merupakan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) karena bola mengalami perubahan kecepatan.

Jadi gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dapat diartikan sebagai gerak benda dalam lintasan lurus dengan percepatan tetap. Yang dimaksudkan dengan percepatan tetap adalah perubahan kecepatan gerak benda yang berlangsung secara tetap dari waktu ke waktu. Mula-mula dari keadaan diam, benda mulai bergerak, semakin lama semakin cepat dan kecepatan gerak benda tersebut berubah secara teratur. Ingat, perubahan kecepatan bisa berarti terjadi pertambahan kecepatan atau pengurangan kecepatan.

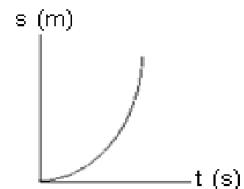
Pengurangan kecepatan tetap kita sebut dengan percepatan tetapi bernilai negatif. Dari uraian diatas, berdasar kecepatannya gerak lurus berubah beraturan dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

### a. GLBB Dipercepat

Sebuah benda mengalami gerak lurus berubah beraturan dipercepat jika kecepatannya bertambah secara tetap. Misalnya saat kalian menjatuhkan bola dari lantai dua sebuah gedung, bola akan mengalami percepatan tetap sebesar percepatan gravitasi bumi sehingga kecepatannya akan bertambah secara teratur. Perhatikan, jangan salah membedakan antara percepatan dengan kecepatan. Percepatan menyatakan seberapa cepat kecepatan berubah, sedangkan kecepatan menyatakan seberapa cepat posisi benda berubah.

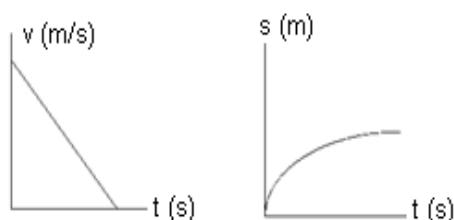


Grafik hubungan antara kecepatan ( $v$ ) terhadap waktu ( $t$ ) pada GLBB dipercepat dapat digambarkan di samping kiri:



Sedangkan grafik hubungan antara  $s$  terhadap  $t$  pada GLBB dipercepat ditunjukkan grafik samping kanan.

### b. GLBB diperlambat



Gbr. Grafik hubungan antara  $v$  terhadap  $t$  dan antara  $s$  terhadap  $t$  pada GLBB diperlambat

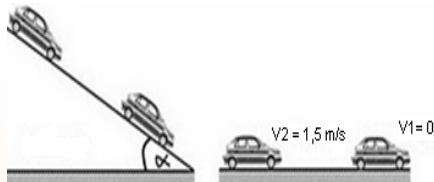


Gbr. Saat mobil menanjak terjadi GLBB diperlambat, sedangkan saat menurun mobil

Sebuah mobil yang sedang melaju direm, kecepatannya semakin lama semakin berkurang dan akhirnya berhenti. Gerak yang dialami mobil tersebut dapat digolongkan sebagai gerak lurus berubah beraturan diperlambat, karena mobil mengalami perlambatan atau pengurangan kecepatan secara teratur. Grafik hubungan antara  $v$  terhadap  $t$  dan antara  $s$  terhadap  $t$  pada GLBB diperlambat digambarkan pada grafik di samping.



## Contoh



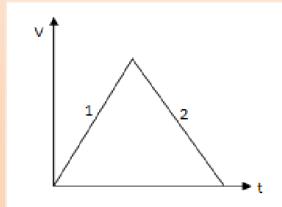
Perhatikan mobil mainan pada bidang miring dan bidang datar kasar seperti pada gambar berikut ! Jenis gerak apakah yang dialami mobil pada gambar 1 dan gambar 2? Gambarkan gerakan mobil tersebut dalam satu grafik!

### Pembahasan :

Dengan mengamati gerakan mobil tersebut maka :

- Jenis gerakan mobil pada gambar I adalah GLBB dipercepat, karena mobil pada bidang miring akan mengalami pertambahan kecepatan secara teratur.
- Jenis gerakan mobil pada gambar II adalah GLBB diperlambat,karena kecepatan mobil yang tertera pada gambar menunjukkan nilai awal 1,5 m/s dan kecepatan akhirnya 0 m/s.

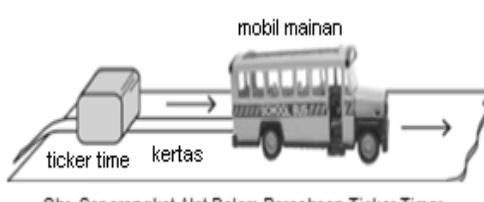
Grafik untuk menggambarkan gerakan mobil pada gambar 1 dan gambar 2 adalah sebagai berikut :



## D. Analisa Gerak Lurus

Dalam kehidupan sehari-hari banyak kalian jumpai kejadian yang berhubungan dengan gerak. Dapatkah kalian memberikan contoh benda apa saja yang melakukan gerak lurus? Saat mengamati gerak benda tersebut, dapatkah kalian membedakan benda mana yang melakukan GLB, GLBB dipercepat dan GLBB diperlambat? Memang, di sekitar kalian hampir tidak ada benda yang hanya melakukan GLB saja atau GLBB saja. Pada umumnya benda melakukan GLB atau GLBB saja hanya dalam waktu sesaat. Sehingga secara keseluruhan gerak benda merupakan gabungan dari GLB dan GLBB.

Untuk dapat membedakan GLB dan GLBB kalian dapat melakukan percobaan dengan menggunakan ticker timer dan perlengkapannya. Ticker timer adalah alat yang digunakan untuk mencatat atau mendeteksi kecepatan suatu troli. Cara kerja ticker timer membentuk ketikan berupa titik-titik pada pita ketik dengan selang waktu tetap.

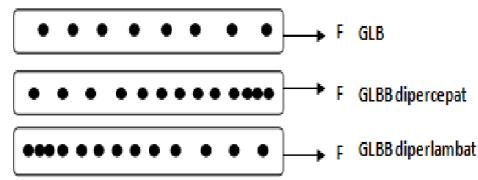


Gbr. Seperangkat Alat Dalam Percobaan Ticker Timer

Alat ticker timer dilengkapi dengan troli atau mobil-mobilan yang dapat bergerak, papan luncur dan pita rekaman dilengkapi pemukul yang dapat bergetar sesuai dengan frekuensi listrik PLN, yaitu 50 Hz atau sebanyak 50 kali ketikan dalam satu detik. Dari pita rekaman akan terlihat pola berupa titik-titik yang menunjukkan jenis gerak benda.

Dalam kegiatan mengamati gerak dengan menggunakan ticker timer ini, papan luncur dapat diatur mendatar atau miring untuk mendapatkan efek GLB atau GLBB. Troli diletakkan pada bagian atas papan luncur kemudian dilepaskan. Selama troli bergerak ticker-timer yang dihubungkan dengan catu daya dapat merekam gerak troli melalui titik-titik (ketukan-ketukan) yang tampak di sepanjang pita yang dihubungkan dengan troli. Saat benda bergerak lurus beraturan (GLB) akan menghasilkan tanda ketikan/ketukan yang jaraknya selalu sama dalam selang waktu tertentu. Sedangkan untuk benda yang bergerak lurus berubah beraturan (GLBB) dipercepat akan menghasilkan tanda ketukan yang jaraknya semakin besar dan perubahannya secara teratur, dan sebaliknya apabila dihasilkan tanda ketikan semakin kecil berarti benda melakukan GLLB diperlambat.

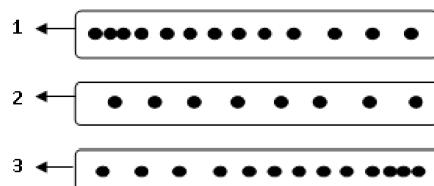
Saat membaca pola ketukan ticker timer yang harus kalian perhatikan adalah pola ketukan dibaca dari arah yang berlawanan dengan arah gerak benda. Jadi jika benda bergerak dari kiri ke kanan, maka pola ketukan ticker timer dibaca dari arah kanan ke kiri seperti yang terlihat pada gambar 5.8.



Gbr. Pola Ketukan Ticker Timer



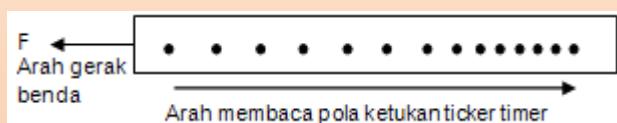
### Contoh



Dari hasil percobaan dapat digambar pola ketukan ticker timer seperti di damping, jenis gerak apa saja yang telah dilakukan oleh mobil troli pada percobaan tersebut?

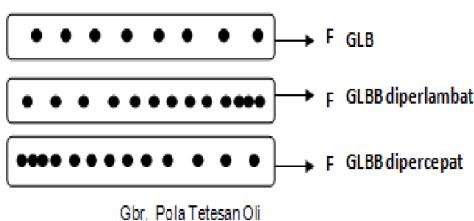
#### Pembahasan :

Cara membaca pola ketukan ticker timer adalah berlawanan dengan arah gerak benda. Pada gambar tersebut benda bergerak ke arah kiri. Maka pola ketukan ticker timer dibaca dari arah berlawanan yaitu dari kiri ke kanan. Misalnya



Jadi sesuai pola ketukan ticker timer pada gambar di atas, gerakan yang dilakukan oleh benda adalah :

1. Gerak Lurus Berubah Beraturan dipercepat
2. Gerak Lurus beraturan
3. Gerak Lurus berubah Beraturan Diperlambat

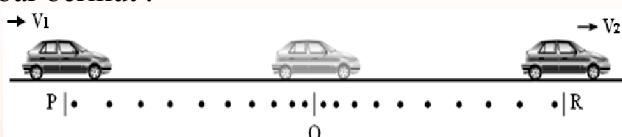


Selain menggunakan perangkat ticker timer, GLB dan GLBB dapat dibedakan dari pola tetesan oli. Diumpamakan saat sebuah mobil bergerak olinya akan menetes dan membentuk pola titik-titik sesuai dengan gerakan mobil. Pola tetesan oli sama dengan pola ticker timer, yang membedakan adalah pola tetesan oli dibaca searah dengan arah gerakan benda.



### Contoh

Sebuah mobil sedang bergerak dari suatu tempat ke tempat yang lain. Pada saat ini tanki olinya bocor, sehingga tetesan oli pada jalan yang dilaluinya seperti pada gambar berikut :



Ditinjau dari pola tetesan oli, jenis gerak apa yang dilakukan oleh mobil tersebut?

**Pembahasan :**



Jadi dari pola tetesan oli diatas, gerak yang dilakukan mobil adalah :

1. Dari P ke Q terjadi gerak lurus berubah beraturan diperlambat
2. Dari Q ke R terjadi gerak lurus berubah beraturan dipercepat

## E. Aplikasi Gerak Dalam Kehidupan Sehari-hari

Berikut ini adalah beberapa aplikasi gerak yang sering kalian jumpai dalam kehidupan sehari-hari.

### 1. Gerak Vertikal ke Atas

Gerakan benda yang dilempar vertikal keatas merupakan jenis GLBB diperlambat, dimana benda mengalami percepatan yang arahnya berlawanan dengan percepatan gravitasi bumi. Karenanya kecepatan benda semakin lama semakin berkurang hingga ketika benda mencapai titik ketinggian maksimum, kecepatan benda sama dengan nol.

### 2. Gerak Vertikal ke Bawah

Gerak vertikal ke bawah merupakan gerak lurus berubah beraturan dipercepat dimana benda dilempar ke bawah dengan kecepatan awal tertentu. Karena benda mendapat percepatan sebesar percepatan gravitasi bumi, maka benda mengalami percepatan tetap. Hingga saat mencapai tanah / titik terendah kecepatan benda bernilai maksimum.



Gbr. Gerak Vertikal ke Bawah

### 3. Gerak Jatuh Bebas

Gerak Jatuh Bebas sebenarnya merupakan gerak vertikal ke bawah tanpa kecepatan awal ( $v_0 = 0$ ) dan selanjutnya mendapat percepatan tetap sebesar percepatan gravitasi bumi. Pada gerak jatuh bebas waktu untuk mencapai dasar tidak tergantung pada massa.

Sebutir batu dan selembar bulu ayam dijatuhkan pada ketinggian yang sama dalam sebuah tabung hampa akan mencapai dasar tabung secara bersamaan. Hal itu menunjukkan bahwa waktu tempuh selama benda jatuh tidak dipengaruhi oleh massa.

Untuk lebih memahami tentang gerak jatuh bebas ini, coba kalian jatuhkan selembar kertas dan sebuah batu dari ketinggian yang sama. Manakah yang mencapai permukaan tanah lebih dulu? Dari hasil pengamatan kalian tentunya batu lebih dahulu menyentuh permukaan tanah/lantai dibandingkan kertas. Sekarang, coba kalian jatuhkan sebuah batu dan selembar kertas yang sama tetapi sudah kalian remas hingga berbentuk gumpalan. Ternyata saat dijatuhkan dari ketinggian yang sama batu dan gumpalan kertas tersebut menyentuh permukaan tanah hampir pada saat yang bersamaan, jika dibandingkan dengan batu dan kertas lembaran yang kalian jatuhkan pertama tadi.

Lalu apakah yang mempengaruhi gerak jatuh bebas pada batu atau kertas tersebut? Ya, gaya gesekan udara! Menurut Galileo “*semua benda akan jatuh dengan percepatan yang sama apabila tidak ada udara atau hambatan lainnya*”. Galileo menegaskan bahwa semua benda, berat atau ringan, jatuh dengan percepatan yang sama, jika hambatan udara diabaikan. Dalam hal ini udara berperan sebagai hambatan untuk benda-benda yang sangat ringan dan memiliki permukaan yang luas. Tetapi pada banyak keadaan biasa, hambatan udara ini bisa diabaikan sehingga semua benda akan jatuh dengan percepatan yang sama, tanpa memperhitungkan massanya. Percepatan ini disebabkan oleh gravitasi pada bumi dan besarnya kira-kira  $9,8 \text{ m/s}^2$ .



Gbr. Gerak Jatuh Bebas

### 4. Gerak Parabola

Tentunya kalian sering melihat gerakan bola volly, gerakan lompat jauh yang dilakukan atlet, atau gerakan bola kasti saat dilempar. Benda-benda tersebut melakukan gerak parabola yaitu gerak yang memiliki lintasan berupa lengkungan dan kembali ke permukaan tanah setelah mencapai titik tertinggi. Gerak parabola merupakan suatu jenis gerakan benda yang pada awalnya diberi kecepatan awal lalu menempuh lintasan yang arahnya sepenuhnya dipengaruhi oleh gravitasi.



Gbr. Berbagai Bentuk Lintasan Gerak Parabola

Gerak parabola sebenarnya merupakan gerak dua dimensi yang merupakan gabungan dari gerak horisontal dan vertikal. Bidang gerak peluru dapat dianggap sebagai bidang koordinat xy, dengan sumbu x horisontal dan sumbu y vertikal. Gerak horisontal (sumbu x) dianalisis dengan Gerak Lurus Beraturan, sedangkan Gerak Vertikal (sumbu y) dianalisis dengan Gerak Jatuh Bebas.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar

1. Berikut ini empat contoh gerak benda :  
 1) Bola jatuh bebas ke bumi      3) Bola menuruni bidang miring  
 2) Bola menggelinding di atas pasir      4) Bola dilemparkan vertikal ke atas  
 Yang termasuk gerak lurus berubah beraturan dipercepat adalah nomor ...  
 a. 1 dan 2    b. 1 dan 3    c. 2 dan 3    d. 2 dan 4

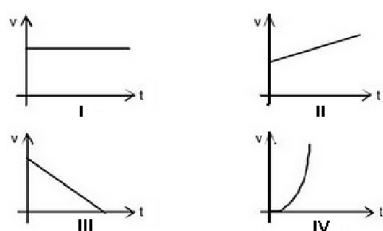
2. Perhatikan pernyataan berikut!

1. Gerak planet mengitari matahari pada tata surya
2. Gerakan benda yang dilempar vertikal ke atas
3. Mobil yang melaju dengan kecepatan tetap
4. Gerak bola pada bidang miring

Dari pernyataan di atas yang termasuk contoh gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan berturut-turut adalah ...

- a. 1 dan 2    b. 1 dan 3    c. 2 dan 3    d. 2 dan 4

3. Perhatikan grafik berikut!



Grafik kecepatan terhadap waktu yang menunjukkan benda bergerak lurus dipercepat beraturan adalah ....

- a. I
- b. II
- c. III
- d. IV

4. Perhatikan gambar berikut!

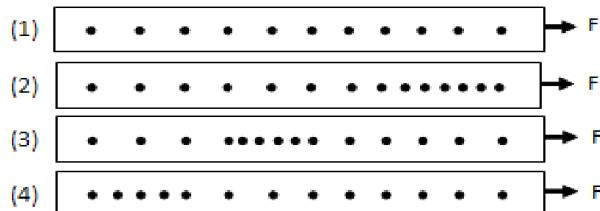
Sebutir kelereng diluncurkan dari titik A tanpa kecepatan awal pada sebuah bidang lengkung yang licin.



Jenis gerakan yang dialami kelereng adalah....

- a. Lintasan AB GLB, lintasan BC GLBB diperlambat
- b. Lintasan AB GLBB diperlambat, lintasan BC GLBB dipercepat
- c. Lintasan AB GLBB dipercepat, lintasan BC GLBB diperlambat
- d. Lintasan AB GLB, lintasan BC GLB

5. Perhatikan pola ticker timer berikut!

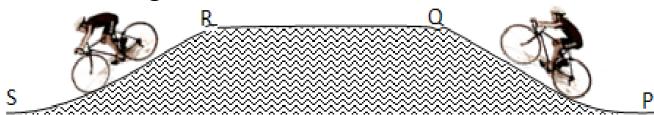




Gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan gerak lurus berubah beraturan diperlambat berturut-turut ditunjukkan pada gambar nomor....

- a. (1) dan (2)      b. (1) dan (3)      c. (2) dan (4)      d. (3) dan (4)

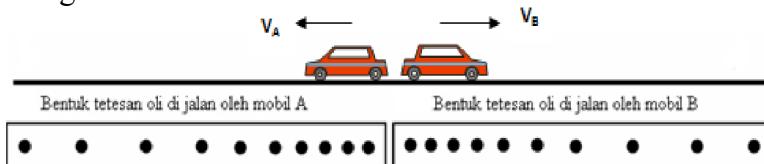
6. Perhatikan gambar berikut!



Jenis gerak lurus berubah beraturan (GLBB) yang terjadi ketika melalui lintasan ...

	P - Q	R - S
a.	GLBB dipercepat	GLBB dipercepat
b.	GLBB dipercepat	GLBB diperlambat
c.	GLBB diperlambat	GLBB diperlambat
d.	GLBB diperlambat	GLBB dipercepat

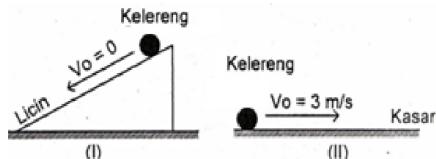
7. Dua buah mobil bergerak lurus saling menjauhi dari tapal batas kota. Di tengah perjalanan kedua mobil tersebut, oli mesinnya menetes dan memberikan pola sebagai berikut :



Berdasarkan data tetesan oli seperti pada gambar tersebut, maka ....

	Jenis gerakan	
	Mobil A	Mobil B
A.	GLBB diperlambat	GLBB diperlambat
B.	GLBB diperlambat	GLBB dipercepat
C.	GLBB dipercepat	GLBB dipercepat
D.	GLBB dipercepat	GLBB diperlambat

8. Dari data yang tampak pada gambar, dapat disimpulkan gerak kelereng pada gambar (I) dan pada gambar (II) adalah....



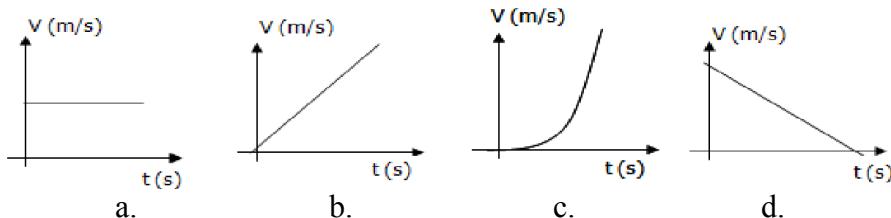
	Gambar (I)	Gambar (II)
A.	gerak lurus dipercepat beraturan	gerak lurus diperlambat beraturan
B.	gerak lurus dipercepat beraturan	gerak lurus beraturan
C.	gerak lurus diperlambat beraturan	gerak lurus dipercepat beraturan
D.	gerak lurus beraturan	gerak lurus diperlambat beraturan



9. Berikut adalah hasil ketikan *tickertimer* dari suatu percobaan gerak!



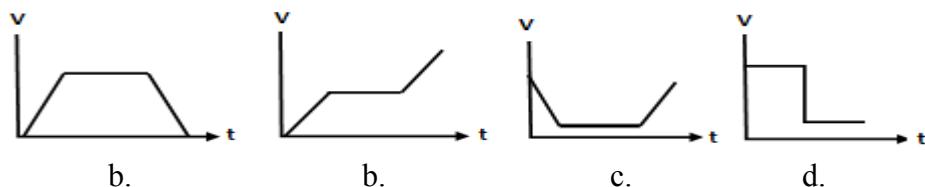
Grafik ( $v$ - $t$ ) yang belukiskan gerakan yang terekam pada gambar di atas adalah....



10. Raffi sedang bersepeda tanpa dikayuh melalui lintasan seperti pada gambar berikut!



Grafik yang tepat untuk menggambarkan gerakan yang dilakukan Raffi saat bersepeda melalui lintasan  $D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$  adalah ....



# Bab 6

## Getaran & Gelombang

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

4. Memahami konsep-konsep dan penerapan, getaran, gelombang, bunyi, dan optik dalam produk teknologi sehari-hari.

### INDIKATOR ( Kls VIII/1 )

4. 1. Menentukan salah satu besaran fisika pada getaran atau gelombang.

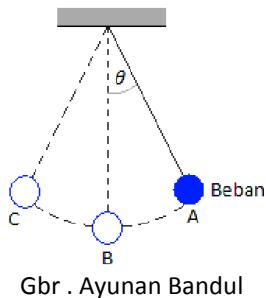


Gbr . Bermain Ayunan

Perhatikan gambar di samping, terlihat seorang anak sedang bermain ayunan. Jika anak tersebut diayunkan maka akan terjadi gerakan ke atas dan ke bawah secara terus-menerus. Gerakan ke atas dan ke bawah ini menunjukkan peristiwa yang berhubungan dengan getaran. Posisi awal ayunan sebelum digerakkan adalah tegak lurus dengan tanah. Gerakan ayunan ke atas dan ke bawah selalu melewati posisi semula.

#### A. Getaran

**Getaran** adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar kesetimbangan. Benda yang bergetar ditandai oleh adanya gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan. Titik kesetimbangan adalah keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Gerak bandul ayunan dan gerak beban pada pegas merupakan contoh-contoh benda yang bergetar.



Keterangan:

B = titik kesetimbangan

BA=BC = amplitudo

A-B-C-B-A = satu kali getaran

Gbr . Ayunan Bandul

Energi sebuah getaran ditunjukkan oleh amplitudo getaran itu. Amplitudo adalah jarak simpangan terjauh dengan titik tengah. Semakin besar amplitudo sebuah getaran menunjukkan energi getaran itu semakin besar. Selain memiliki energi, getaran juga memiliki periode dan frekuensi.

## 1. Periode ( $T$ )

Periode ( $T$ ) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu kali getaran. Untuk mengukur periode dan frekuensi suatu getaran digunakan persamaan sebagai berikut.

$$T = \frac{t}{n}$$

Keterangan:

$T$  = periode getaran (sekon)

$t$  = waktu yang diperlukan (sekon)

$n$  = jumlah getaran

Jika periode sebuah getaran 5 detik, berarti untuk membuat satu kali getaran diperlukan waktu 5 detik. Jika dalam satu detik terjadi lima getaran berarti priodenya yaitu 1/5 detik. Artinya dalam 1/5 detik terjadi satu getaran.

## 2. Frekwensi ( $f$ )

Frekwensi ( $f$ ) adalah banyaknya getaran yang terjadi dalam waktu satu sekon. Satuan frekuensi dinyatakan dalam hertz (Hz). Satu Hz = 1 getaran / sekron. Berikut ini adalah konversi satuan hertz.

$$f = \frac{n}{t} = \frac{\text{jumlah getaran}}{\text{waktu}}$$

Keterangan:

$f$  = frekuensi getaran (Hertz)

$n$  = jumlah getaran

$t$  = waktu (sekon)

$$1 \text{ KHz} = 10^3 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ MHz} = 10^3 \text{ KHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ GHz} = 10^3 \text{ MHz} = 10^6 \text{ KHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

Hubungan antara periode dan frekwensi secara matematis sebagai berikut:

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{atau} \quad f = \frac{1}{T}$$

Keterangan:

$f$  = frekuensi getaran (Hertz)

$T$  = periode getaran (sekon)



## Contoh

1. Sebuah benda bergetar sebanyak 80 kali dalam waktu 4 sekon. Berapakah frekuensi dan periode benda tersebut?

*Penyelesaian:*

Diketahui:

$$n = 80$$

$$t = 4 \text{ sekon}$$

$$T = \dots ?$$

$$T = \frac{t}{n} = \frac{4}{80} = 0,5 \text{ sekon}$$

2. Pada suatu pegas tergantung sebuah beban yang bergetar sebanyak 150 kali dalam waktu 15 sekon. Hitunglah besar
  - a. frekuensi getaran
  - b. periode getaran

*Penyelesaian:*

Diketahui pegas bergetar sebanyak 150 kali dalam waktu 15 sekon.

Ditanyakan:

- a.  $f$
- b.  $T$

*Jawab:*

- a. Frekuensi adalah banyaknya getaran tiap sekon, maka banyaknya getaran dalam 1 sekon.

$$f = \frac{\text{jumlah getaran}}{\text>waktu} = \frac{150}{15} = 10 \text{ getaran/sekon}$$

Jadi, frekuensi getarannya adalah 5 hertz.

- b. Periode getaran adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu kali getaran.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ sekon}$$

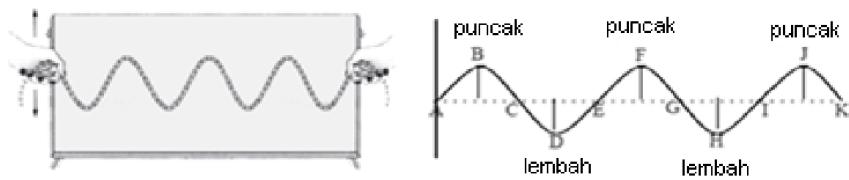
Jadi, periode getarannya adalah 0,1 sekon.

## B. Gelombang

**Gelombang** adalah getaran yang merambat. Gelombang merupakan pemindahan energi getaran dari satu tempat ke tempat lain. Medium gelombang tidak ikut berpindah, hanya bergetar di sekitar titik kesetimbangannya saat gelombang melintas.

Berdasarkan perlunya medium untuk dilalui gelombang, maka gelombang dapat bedakan menjadi gelombang mekanik dan elektromagnetik.

Gelombang mekanik adalah gelombang yang dalam perambatannya memerlukan medium, misalnya gelombang tali, gelombang air, dan gelombang bunyi. Sedangkan Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat tanpa medium, misalnya gelombang radio, gelombang cahaya, dan gelombang radar.



Gbr . Gelombang Transversal pada Tali

Gelombang dapat pula digolongkan menjadi gelombang transversal dan longitudinal bila didasarkan arah getar terhadap arah rambat gelombang itu.

1. Gelombang transversal, yaitu gelombang yang arah rambatan dan arah getarannya saling tegak lurus. Satu panjang gelombang transversal adalah jarak satu bukit dan satu lembah yang berdekatan.
2. Gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang arah rambatannya searah dengan arah getarannya.



Gbr . Gelombang Longitudinal pada Slingki

Satu panjang gelombang longitudinal adalah jarak antara satu rapatan dan satu renggangan yang berdekatan

Gelombang yang merambat dari ujung satu ke ujung yang lain memiliki kecepatan tertentu, dengan menempuh jarak tertentu dalam waktu tertentu pula. Dengan demikian, secara matematis, hal itu dituliskan sebagai berikut:  $v = \frac{s}{t}$  Karena jarak yang ditempuh dalam satu periode ( $t = T$ ) adalah sama dengan satu gelombang ( $s = \lambda$ ) maka:

$$v = \frac{\lambda}{T} = f \cdot \lambda$$

Keterangan:

$v$  = cepat rambat gelombang (m/s)

$T$  = periode gelombang (s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)



### Contoh

Sebuah gelombang merambat sejauh 2 m. Jika waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu gelombang adalah 0,5 s, tentukan:

- a. cepat rambat gelombang,
- b. frekuensi gelombang.

*Diketahui*

$$\lambda = 2 \text{ m}$$

$$T = 0,5 \text{ s}$$

*Jawab:*

b.  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2}{0,5} = 4 \text{ m/s}$

c.  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m/s}$

### C. Pemantulan Gelombang

Gelombang memiliki sifat atau karakteristik tertentu. Sifat gelombang tersebut antara lain:

1. dapat dibiaskan,
2. dapat terpolarisasi,
3. dapat mengalami interferensi,
4. dapat mengalami difraksi, dan
5. dapat mengalami pemantulan.

Contoh pemantulan gelombang dan pemanfaatannya adalah sebagai berikut:

1. Gelombang air laut dipantulkan oleh pantai sehingga ada gelombang air laut yang menuju ke tengah laut.
2. Gelombang bunyi dipantulkan oleh dinding atau tebing sehingga terjadi gema.
3. Pemantulan gelombang bunyi oleh dasar laut dapat dimanfaatkan untuk menentukan kedalaman laut dengan menggunakan sistem sonar.
4. Pemantulan gelombang elektromagnetik oleh suatu benda dapat dimanfaatkan untuk mendekripsi benda tersebut dengan menggunakan sistem radar.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Sebuah bandul sederhana bergetar 50 kali dalam waktu 5 sekon. Frekuensi getaran tersebut adalah ....
  - a. 5 Hz
  - b. 10 Hz
  - c. 25 Hz
  - d. 50 Hz
  
2. Sebuah getaran menghasilkan frekuensi 50 Hz. Periode getarannya adalah ....
  - a. 0,5 sekon
  - b. 0,2 sekon
  - c. 0,02 sekon
  - d. 0,05 sekon
  
3. Berdasarkan medium perambatannya, gelombang dibedakan menjadi ....
  - a. gelombang transversal dan gelombang longitudinal
  - b. gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik
  - c. gelombang bunyi dan gelombang cahaya
  - d. gelombang laut dan gelombang Bumi
  
4. Pada saat kita menjatuhkan batu ke kolam yang tenang, kita akan melihat riak merambat ke pinggir kolam lalu kembali lagi. Hal ini menunjukkan gejala ....
  - a. pembelokan gelombang
  - b. pemantulan gelombang
  - c. pembiasaan gelombang
  - d. perpaduan gelombang
  
5. Jarak yang ditempuh dalam satu periode disebut ....
  - a. frekuensi gelombang
  - b. periode gelombang
  - c. cepat rambat gelombang
  - d. panjang gelombang
  
6. Cepat rambat gelombang bunyi bergantung pada ....
  - a. jenis mediumnya
  - b. suhu mediumnya
  - c. jenis dan suhu mediumnya
  - d. Frekuensinya
  
7. Sebuah gelombang merambat dengan kecepatan 300 m/s, panjang gelombangnya 75 m. Frekuensi gelombang tersebut adalah ....
  - a. 4 Hz
  - b. 5 Hz
  - c. 6 Hz
  - d. 7 Hz
  
8. Sebuah gelombang mempunyai frekuensi 5 Hz dan panjang gelombangnya 20 m. Kecepatan gelombang tersebut adalah ....
  - a. 100 m/s
  - b. 4 m/s
  - c. 200 m/s
  - d. 8 m/s
  
9. Perhatikan gambar di bawah
 
 Amplitudo dari gelombang yang ditampilkan pada gambar di atas adalah ....
  - a. 1 m
  - b. 2 m
  - c. 4 m
  - d. 8 m
  
10. Sebuah gelombang merambat dengan kecepatan 480 m/s. Jika frekuensi gelombang tersebut adalah 12 Hz, panjang gelombangnya adalah ....
  - a. 40 m
  - b. 45 m
  - c. 50 m
  - d. 55 m



## Bab 7



# Bunyi

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

4. Memahami konsep-konsep dan penerapan, getaran, gelombang, bunyi, dan optik dalam produk teknologi sehari-hari.

### INDIKATOR (Kls VIII/1)

4. 2. Menjelaskan ciri atau sifat-sifat bunyi serta pemanfaatannya



Gbr. 4.2.1  
Sumber bunyi seruling

Pada gambar terlihat seorang bapak sedang bermain seruling bambu. Seruling mengeluarkan bunyi karena udara di dalam seruling bergetar, sedangkan drum berbunyi jika kulitnya bergetar. Berdasarkan dua peristiwa tersebut, dapat disimpulkan bahwa bunyi dihasilkan dari benda yang bergetar.

#### A. Sumber Bunyi

Benda yang bergetar dan menghasilkan bunyi disebut sumber bunyi. Banyak sumber bunyi dapat ditemukan disekitar kita, sirene mobil ambulance, bunyi ketukan palu, deru mesin mobil dan lain sebagainya merupakan contoh sumber bunyi. Berikut disajikan bermacam sumber bunyi yang berasal dari alat musik.



Gbr. Alat Musik sebagai Sumber bunyi

- Bunyi adalah bentuk energi yang merambat dalam bentuk gelombang longitudinal. **Gelombang bunyi** termasuk ke dalam gelombang longitudinal karena perambatannya membentuk pola rapatan dan renggangan. Pola rapatan dan renggangan ini menggetarkan udara di dekatnya dan menjalar ke segala arah. Ketika getaran udara sampai di gendang telingamu maka informasi akan disampaikan ke otak. Hal itulah yang menyebabkan kamu dapat mendengar bunyi.



Gbr. Gelombang transfersal

Gelombang bunyi bergerak ke segala arah dalam ruangan. Dalam perambatannya, gelombang bunyi selalu memerlukan medium (tidak dapat merambat dalam ruang hampa).

- Syarat terjadi dan terdengarnya bunyi adalah:
  - ada sumber bunyi,
  - ada medium perantara, dan
  - ada pendengar (penerima bunyi).



Gbr. Gelombang longitudinal

- Jarak yang ditempuh bunyi tiap satuan waktu disebut cepat rambat bunyi ( $v$ ). Secara matematis, hal itu dituliskan sebagai berikut. Cepat rambat gelombang bunyi tergantung medium perantaranya. Dapat dirumuskan dalam persamaan:

$$v = \frac{\lambda}{T} = f \cdot \lambda$$

dari rumus ini bisa di peroleh:

*Keterangan:*

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$T$  = periode gelombang (s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$f$  = frekwensi gelombang (Hertz)



### Contoh

- Setelah terjadi kilat, 10 sekon kemudian terdengar suaranya. Jika kecepatan bunyi di tempat itu 340 m/s, berapakah jarak pendengar ke sumber bunyi?

*Penyelesaian:*

Diketahui :

$t = 10$  sekon,

$v = 340$  m/s.

Ditanyakan: jarak pendengar ke sumber bunyi (s)

Jawab:  $s = v \cdot t$

$$s = (340 \text{ m/s})(10 \text{ s})$$

$$s = 3.400 \text{ meter}$$

Jadi, jarak pendengar ke sumber bunyi adalah 3.400 meter.



## Contoh

2. Setelah terjadi kilat, 10 sekon kemudian terdengar suaranya. Jika kecepatan bunyi di tempat itu 340 m/s, berapakah jarak pendengar ke sumber bunyi?

*Penyelesaian:*

Diketahui :

$$t = 10 \text{ sekon},$$

$$v = 340 \text{ m/s}.$$

Ditanyakan: jarak pendengar ke sumber bunyi (s)

$$\text{Jawab: } s = v \cdot t$$

$$s = (340 \text{ m/s})(10 \text{ s})$$

$$s = 3.400 \text{ meter}$$

Jadi, jarak pendengar ke sumber bunyi adalah 3.400 meter.

3. Gelombang bunyi merambat di udara dengan kecepatan 300 m/s. Jika panjang gelombangnya 25 cm, berapakah frekuensi gelombang tersebut?

*Penyelesaian:*

Diketahui :

$$v = 300 \text{ m/s}$$

$$\lambda = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

Ditanyakan: frekuensi gelombang ( $f$ )

*Jawab:*

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{300}{0,25} = 1200 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi gelombang tersebut adalah 1.200 Hz.

## B. Frekuensi Gelombang Bunyi

Banyaknya gelombang bunyi setiap sekon disebut frekuensi. Semakin besar frekuensi gelombang bunyi, berarti, semakin banyak pola rapatan dan rengangan. Sehingga bunyinya akan terdengar semakin nyaring (nadanya lebih tinggi). Hal ini terjadi karena semakin banyak pola rapatan dan rengangan

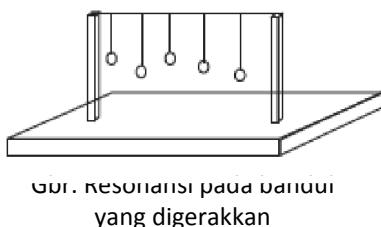
Zat padat merambatkan bunyi lebih cepat daripada zat cair dan zat cair lebih cepat merambatkan bunyi dari pada gas. Gelombang bunyi tidak hanya merambat di udara tetapi dapat juga merambat pada zat cair maupun zat padat. Lumba-lumba dan ikan paus misalnya, dapat berkomunikasi dengan sesamanya melalui bunyi yang dirambatkan di air. Bunyi yang dihasilkan lumbalumba berkisar dari 250 Hz sampai 150.000 Hz. Diduga bahwa lumba-lumba mempunyai bahasa di antara mereka seperti halnya manusia.

Berdasarkan frekuensinya, bunyi dibedakan menjadi tiga macam.

1. Infrasonik, yaitu bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz.
2. Audiosonik, yaitu bunyi dengan frekuensi antara 20 – 20.000 Hz.
3. Ultrasonik, yaitu bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz.

### C. Resonansi

Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya benda lain yang berfrekuensi sama dengan sebuah benda yang bergetar. Contoh terjadinya resonansi, terdapat pada beberapa bandul yang digantungkan pada seutas benang dengan panjang tali yang berbeda-beda.



Jika salah satu bandul diayunkan, bandul yang panjang talinya sama akan ikut bergetar. Peristiwa seperti ini disebut resonansi. Syarat terjadinya resonansi adalah frekuensi yang sama dengan sumber getarnya.

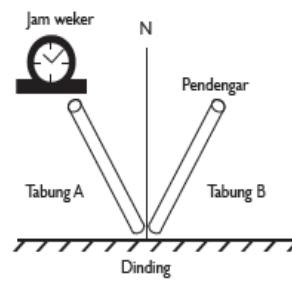
### D. Pemantulan Bunyi

Bunyi pantul dapat dibedakan menjadi gaung dan gema

1. Gaung (kerdam) adalah bunyi pantul yang langsung mengikuti bunyi asli.
2. Gema adalah bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli
3. Gema terjadi jika bunyi dipantulkan oleh suatu permukaan, seperti tebing pegunungan, dan kembali kepada kita segera setelah bunyi asli dikeluarkan. Hal ini terjadi karena bunyi yang datang ke dinding tebing dan bunyi yang dipantulkannya memerlukan waktu untuk merambat.
4. Desah adalah gelombang bunyi yang frekuensinya tidak teratur. Contoh: suara ombak, bunyi angin, bunyi kendaraan bermotor, dan bunyi suara mesin
5. Nada adalah elombang bunyi yang frekuensinya teratur

Hukum pemantulan bunyi sebagai berikut.

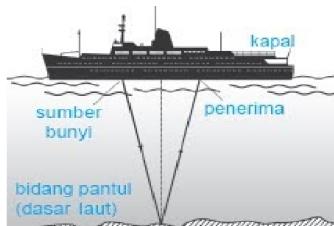
- a. Bunyi datang, bunyi pantul, dan garis normal terletak pada bidang yang sama.
- b. Sudut datang sama dengan sudut pantul.



Gbr. Hukum Pemantulan Bunyi

Karena lintasan bunyi pantul merupakan gerak bolak balik maka jarak sumber dengan bidang pantul sama dengan separuhnya. Pemantulan bunyi pun dapat digunakan untuk menentukan jarak sumber bunyi terhadap pemantul.

Sifat pemantulan bunyi sangat penting bagi beberapa hewan, seperti kelelawar. Kelelawar dapat memancarkan gelombang bunyi sehingga dengan memanfaatkan peristiwa pemantulan bunyi, kelelawar dapat menghindari dinding penghalang ketika terbang di malam hari. Selain itu, kelelawar dapat mengetahui mangsa yang akan disantapnya.



Gbr. Mengukur Kedalaman Laut dengan Gelombang Bunyi

Pemantulan gelombang bunyi juga digunakan manusia untuk mengukur panjang gua dan kedalaman lautan atau danau. Dengan cara mengirimkan bunyi datang dan mengukur waktu perjalanan bunyi datang dan bunyi pantul, panjang suatu gua atau kedalaman suatu tempat di bawah permukaan air dapat ditentukan.

Persamaan jarak sumber bunyi dan pemantul adalah sebagai berikut.

$$S = \frac{v \cdot t}{2}$$

Keterangan:

$s$  = jarak tempuh gelombang bunyi (m)

$v$  = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)

$t$  = waktu tempuh gelombang bunyi (t)



### Contoh

- Diketahui cepat rambat gelombang bunyi di udara adalah 340 m/s. Seseorang berteriak di tengah-tengah sebuah gedung. Jika 2 sekon kemudian orang tersebut dapat mendengar suara pantulan suaranya, hitunglah jarak orang tersebut terhadap dinding gedung!

**Jawab:**

$$t = 2 \text{ s}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$S = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{340 \times 2}{2} = 340 \text{ m}$$

- Seorang anak berteriak ke dalam sumur yang kosong, selang waktu 0,2 s dia mendengar bunyi pantulnya. Jika dasar sumur ke arah tersebut 32 m, cepat rambat bunyi saat itu adalah ....

**Jawab**

Diketahui:

$$t = 0,2 \text{ s}$$

$$s = 2 \times 32 \text{ m} = 64 \text{ m}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{64}{0,2} = 320 \text{ m/s}$$



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Berdasarkan medium perambatannya, bunyi merupakan gelombang ....  
a. longitudinal    b. mekanik    c. transfersal    d. Mikro
2. Cepat rambat gelombang bunyi bergantung pada ....  
a. jenis mediumnya    c. suhu mediumnya  
b. jenis dan suhu mediumnya    d. frekuensi dan suhu mediumnya
3. Gaung dapat diatasi dengan cara ....  
a. menyesuaikan frekuensi sumber bunyi  
b. melapisi dinding dengan zat pemantul yang baik  
c. melapisi dinding dengan zat yang dapat meredam bunyi  
d. menurunkan tinggi nada
4. Menurut Mersenne, frekuensi sebuah senar tidak bergantung pada ....  
a. massa jenis senar    c. tegangan senar  
b. luas penampang senar    d. amplitudo senar
5. Kelelawar dapat berburu pada malam hari dengan menggunakan bunyi ....  
a. Infrasonik    b. audiosonik    c. ultrasonik    d. diasonik
6. Frekuensi nada dawai gitar dapat bertambah tinggi jika ....  
a. tegangan dan panjang dawai diperbesar  
b. tegangan dawai diperkecil dan massa jenis senar diperbesar  
c. panjang dawai diperbesar dan luas penampang dawai diperkecil  
d. tegangan dawai diperbesar dan panjang dawai diperkecil
7. Sebuah gelombang bunyi merambat di udara dengan kecepatan 360 m/s. Jika panjang gelombang bunyi 25 cm, frekuensinya adalah ....  
a. 14,4 Hz    b. 90 Hz    c. 1.440 Hz    d. 9.000 Hz
8. Kuat lemahnya nada bunyi bergantung pada ....  
a. frekuensi    b. amplitudo    c. resonansi    d. jarak
9. Untuk mengukur kedalaman laut digunakan prinsip pemantulan bunyi. Bunyi pantul terdengar  $\frac{1}{2}$  sekon sesudah bunyi asli. Jika cepat rambat bunyi dalam air 1.500 m/s, maka kedalaman laut adalah ....  
a. 375 meter    b. 750 meter    c. 1500 meter    d. 3000 meter
10. Resonansi hanya dapat terjadi apabila ....  
a. frekuensinya sama    c. amplitudonya sama  
b. frekuensinya berbeda    d. amplitudonya berbeda



## Bab 8

# Cahaya

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

4. Memahami konsep-konsep dan penerapan, getaran, gelombang, bunyi, dan optik dalam produk teknologi sehari-hari.

### INDIKATOR

4. 3. Menentukan berbagai besaran fisika jika benda diletakkan di depan lensa atau cermin

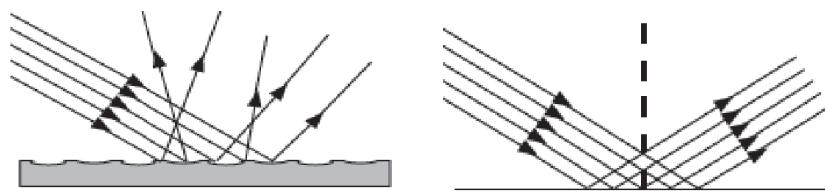


Gbr. Cermin dan Bayangan

Dapatkan kalian melihat benda-benda yang ada di sekelilingmu dalam keadaan gelap? Kamu tentu menjawab tidak dapat. Tahukah kamu mengapa kita hanya dapat melihat benda-benda ketika ada cahaya yang mengenai benda tersebut? Agar kamu mengetahui sifat-sifat cahaya lainnya, perhatikan uraian berikut ini.

#### A. Sifat-Sifat Cahaya

1. Cahaya merupakan salah satu bentuk gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang yang dapat merambat tanpa medium. Cepat rambat cahaya adalah  $3 \times 10^8$  m/s, artinya dalam waktu satu sekon cahaya dapat menempuh jarak 300.000.000 m atau 300.000 km.
2. Cahaya merambat lurus dan menembus benda bening. Kalian dapat melihat benda apabila ada cahaya yang dipantulkan oleh benda dan masuk ke dalam matamu. Pemantulan cahaya oleh permukaan rata disebut pemantulan teratur, sedangkan pemantulan cahaya oleh permukaan yang tidak rata disebut pemantulan baur.



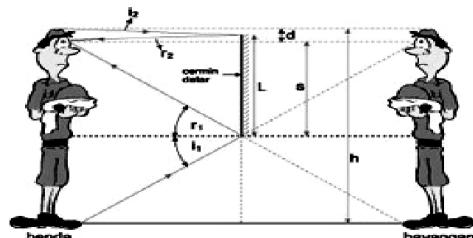
Gbr. Pemantulan Cahaya (pemantulan baur dan teratur Cermin dan Bayangan)

- Hukum pemantulan cahaya dikemukakan oleh Snellius, menyatakan bahwa: sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar dan sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul.

## B. Cermin

Hampir setiap hari tentunya kamu berkaca di depan cermin yang ada di kamarmu. **Cermin** adalah permukaan yang licin dan dapat menciptakan pantulan sehingga membentuk bayangan.

- Sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin datar adalah sebagai berikut:
  - Bayangan benda tegak dan semu. Bayangan semu adalah bayangan yang dapat kita lihat dalam cermin, tetapi di tempat bayangan tersebut tidak terdapat cahaya pantul.
  - Besar dan tinggi bayangan sama dengan besar dan tinggi benda sebenarnya.
  - Jarak benda dengan cermin sama dengan jarak bayangannya.
  - Bagian kiri pada bayangan merupakan bagian kanan pada benda dan sebaliknya.



Gbr. Pembentukan Bayangan Cermin Datar

Bagaimana jumlah bayangan yang dibentuk oleh dua cermin datar? Jika terdapat dua buah cermin datar yang membentuk sudut  $\alpha$ , maka banyaknya bayangan yang dibentuk dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut.

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Keterangan:

$n$  = banyaknya bayangan yang terbentuk  
 $\alpha$  = sudut yang diapit oleh kedua cermin



### Contoh

Dua cermin diatur sehingga membentuk sudut  $60^\circ$ . Berapa jumlah bayangan yang terbentuk jika di antara dua cermin diletakkan satu buah benda?

**Jawab:**

$$\alpha = 60^\circ$$

$$n = \frac{360^\circ}{60^\circ} - 1 = 6 - 1 = 5, \text{ Jadi, ada } 5 \text{ bayangan yang terbentuk.}$$

## 2. Cermin cekung

Cermin cekung adalah cermin yang permukaan pantulnya melengkung ke dalam. Cermin cekung bersifat mengumpulkan sinar pantul atau konvergen



*Keterangan:*

SU = sumbu utama

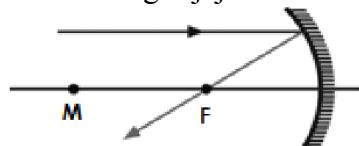
M = pusat kelengkungan

F = jarak titik fokus =  $\frac{1}{2}$  jari-jari kelengkungan

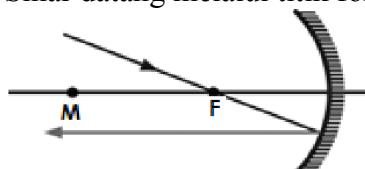
### Sinar Istimewa Cermin Cekung

Pada cermin cekung terdapat tiga sinar istimewa seperti ditunjukkan pada gambar berikut:

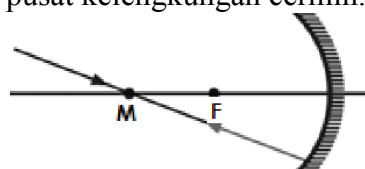
- Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus.



- b) Sinar datang melalui titik fokus, akan dipantulkan sejajar sumbu utama.

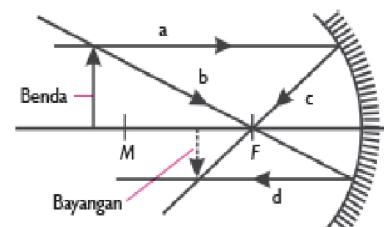


- c) Sinar datang melalui pusat kelengkungan akan dipantulkan kembali melalui titik pusat kelengkungan cermin.



Untuk melukiskan bayangan pada cermin cekung digunakan dua sinar istimewa. Perpotongan dua sinar istimewa tersebut merupakan letak bayangan benda. Sifat bayangan yang terbentuk oleh cermin cekung tergantung pada letak benda dan letak bayangan.

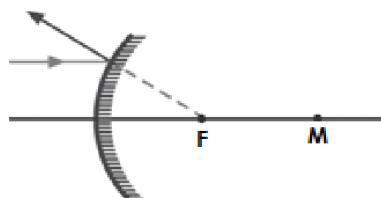
- Benda di R3 dan bayangan di R2 maka sifat bayangannya adalah nyata, terbalik, dan diperkecil.
- Benda di R2 dan bayangan di R3 maka sifat bayangannya adalah nyata, terbalik, dan diperbesar.
- Benda di titik P dan bayangan di titik P maka sifat bayangannya adalah nyata, terbalik, dan sama besar.
- Benda di R1 dan bayangan di R4 maka sifat bayangannya maya, tegak, dan diperbesar.
- Benda di titik fokus maka tidak terjadi bayangan.



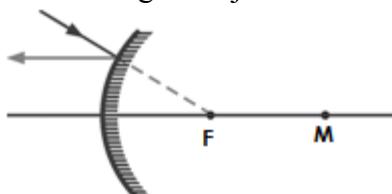
### 3. Cermin Cembung

Cermin cembung adalah cermin yang permukaan pantulnya melengkung ke luar. Cermin cembung bersifat menyebarkan sinar pantul atau divergen. Titik fokus cermin cembung berada di belakang cermin sehingga bersifat maya dan bernilai negatif. Pada cermin cembung juga terdapat tiga sinar istimewa seperti ditunjukkan pada gambar berikut:

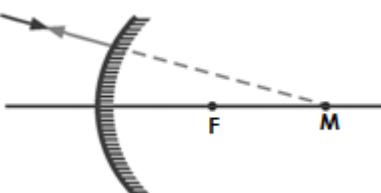
- Sinar datang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan seolah-olah dari titik fokus.



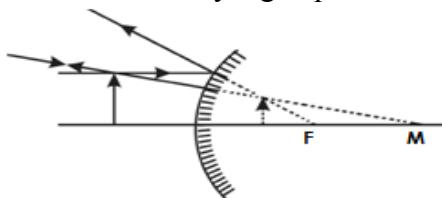
- Sinar datang menuju titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama.



- Sinar datang menuju titik  $M(2F)$  akan dipantulkan seolah-olah dari titik itu juga.



Pembentukan bayangan pada cermin cembung, digambarkan sebagai berikut:



Persamaan yang berlaku untuk cermin cekung dan cermin cembung adalah sebagai berikut:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S_o} + \frac{1}{S_i} \text{ dimana}$$

$$f = \frac{1}{2}R$$

*Keterangan:*

$f$  = jarak fokus

$S_o$  = jarak benda ke cermin

$S_i$  = jarak bayangan ke cermin

$R$  = jari-jari kelengkungan cermin

**Perbesaran Bayangan diperoleh dari:**

$$M = \frac{S_i}{S_o} = \frac{H_i}{H_o}$$



## Contoh

Sebuah benda diletakkan 10 cm di depan cermin cekung. Jika jarak fokus cermin tersebut 6 cm, tentukan jarak bayangan yang dibentuknya dan nyatakan sifat-sifatnya.

Diketahui:

$$So = 10 \text{ cm} \text{ dan } f = 6 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{So} + \frac{1}{Si} \text{ maka } \frac{1}{Si} = \frac{1}{f} - \frac{1}{So}$$

$$\frac{1}{Si} = \frac{1}{6} - \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{Si} = \frac{5}{30} - \frac{3}{30}$$

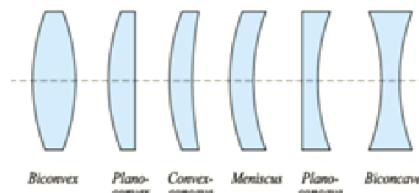
$$\frac{1}{Si} = \frac{2}{30}$$

$$Si = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm. Jadi jarang bayangan } 15 \text{ cm}$$

## C. Lensa

Berdasarkan kelengkungan kedua bidang antar mukanya, lensa dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Lensa cembung (*biconvex lens*) mempunyai dua bidang antarmuka yang cembung,
2. Lensa cekung (*biconcave lens*) yaitu lensa dengan dua bidang cekung
3. Lensa meniskus (*meniscus lens*), yaitu mempunyai satu bidang antarmuka cekung dan satu bidang antarmuka cembung.

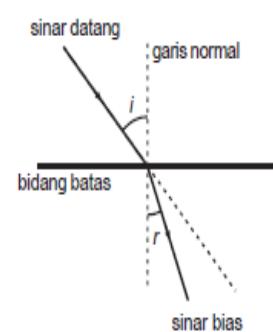


Gbr. Bermacam Lensa

### 1. Pembiasan Cahaya

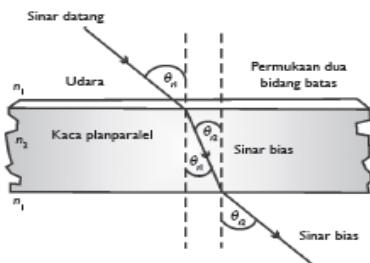
Pada pembiasan cahaya adalah peristiwa pembelokan cahaya. Pembiasan cahaya terjadi jika cahaya merambat melalui dua medium yang berbeda kerapatanannya. Cahaya bergerak lebih cepat di medium yang kurang padat. Contoh hal pembiasan dalam hal sehari-hari adalah seperti pada kasus sedotan minuman yang kelihatan bengkok dan lebih besar di dalam air, atau pada kasus dasar kolam kelihatan lebih cetek dari kedalaman sebenarnya.

Apabila cahaya datang menuju medium lebih rapat, maka cahaya dibiaskan mendekati garis normal. Sedangkan apabila cahaya datang menuju medium lebih renggang, maka cahaya dibiaskan menjauhi garis normal. Namun cahaya yang datang dengan sudut datang 90 derajat, (tegak lurus) melalui medium yang berbeda tidak dibiaskan.



Gbr. Hukum Snellius Cahaya

2. Hukum Snellius tentang pembiasan cahaya dituliskan sebagai berikut.
  - a. Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak dalam satu bidang datar.
  - b. Perbandingan antara proyeksi sinar datang dan proyeksi sinar bias pada bidang batas merupakan bilangan tetap yang disebut indeks bias relatif.



Gbr. Pembiasan Cahaya

Jika Sinar datang dari medium kurang rapat menuju medium lebih rapat dibiaskan mendekati garis normal. Sebaliknya sinar datang dari medium lebih rapat menuju medium kurang rapat dibiaskan menjauhi garis normal. Sinar datang tegak lurus bidang batas diteruskan atau tidak mengalami pembiasaan.

Warna-warna dalam pelangi berasal dari cahaya matahari yang terurai oleh titik-itik air hujan. Peristiwa penguraian cahaya polikromatik (putih) menjadi cahaya-cahaya monokromatik disebut dispersi. Peristiwa dispersi ini terjadi karena perbedaan indeks bias tiap warna cahaya.



Gbr. Peristiwa Dispersi (peruraian) Cahaya

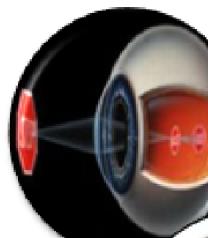
#### D. Perbedaan Cermin dan Lensa

1. Cermin datar dan cermin cembung menghasilkan bayangan maya. Cermin cekung dapat menghasilkan bayangan nyata atau maya.
2. Cermin datar digunakan untuk bercermin. Cermin cekung digunakan untuk menciptakan berkas cahaya lampu senter dan memperbesar bayangan. Kaca spion dan adalah contoh cermin cembung.
3. Lensa cembung membentuk bayangan nyata atau maya. Lensa cekung membentuk bayangan maya.
4. Lensa cembung mengumpulkan cahaya. Lensa cekung menyebarkan cahaya.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Berikut yang *bukan* merupakan sifat cahaya adalah ....
  - a. memerlukan medium untuk merambat
  - c. dapat dibiaskan
  - b. termasuk gelombang elektromagnetik
  - d. dapat dipantulkan
2. Apabila matamu ditutup, kamu tidak dapat melihat benda-benda di sekitarmu, karena ....
  - a. tidak ada cahaya yang keluar dari mata ke benda
  - b. tidak ada cahaya yang masuk dari benda ke mata
  - c. benda-benda tidak menerima cahaya
  - d. benda-benda tidak memantulkan cahaya
3. Bayangan yang dibentuk oleh cermin datar bersifat ....
  - a. nyata, terbalik, dan diperkecil
  - c. maya, tegak, dan sama besar
  - b. nyata, sama besar, dan tegak
  - d. nyata, terbalik, dan diperbesar
4. Berikut ini merupakan bunyi hukum pemantulan:
  - 1) sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar;
  - 2) sinar datang dan sinar pantul memiliki arah yang sama;
  - 3) sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul.
 Pernyataan yang benar adalah ....
  - a. 1, 2, dan 3
  - b. 1 dan 2
  - c. 2 dan 3
  - d. 1 dan 3
5. Seberkas sinar datang mengenai cermin dan dipantulkan. Jika sudut antara sinar datang dan cermin membentuk sudut  $30^\circ$ , maka besar sudut datang adalah dianggap sebagai sebuah titik
  - a.  $30^\circ$
  - b.  $45^\circ$
  - c.  $60^\circ$
  - d.  $90^\circ$
6. Sinar-sinar sejajar yang jatuh pada cermin cekung akan dikumpulkan pada satu titik. Hal ini membuktikan bahwa cermin cekung bersifat ....
  - a. Divergen
  - c. menyebarkan sinar
  - b. Konvergen
  - d. membiaskan cahaya
7. Lensa yang memiliki sifat menyebarkan berkas cahaya adalah ....
  - a. lensa cekung
  - c. lensa cembung datar
  - b. lensa cembung
  - d. lensa bikonveks
8. Jika sebuah benda berada di ruang II cermin cekung (antara  $F$  dan  $2F$ ), sifat bayangan yang terjadi adalah ....
  - a. maya, diperbesar, terbalik, di belakang cermin
  - b. nyata, diperkecil, terbalik, di belakang cermin
  - c. maya, diperkecil, tidak terbalik, di depan cermin
  - d. nyata, diperbesar, terbalik, di depan cermin
9. Sebuah benda setinggi 3 m di depan cermin cembung dengan fokus 5 m. Jika jarak benda 5 m maka tinggi bayangan adalah ....
  - a. 0,2 m
  - b. 0,5 m
  - c. 1,0 m
  - d. 1,5 m
10. Sebuah benda diletakkan 8 cm di depan lensa cembung yang memiliki jarak fokus 12 cm. Letak bayangan adalah ....
  - a. 24 cm di depan lensa
  - c. 48 cm di depan lensa
  - b. 24 cm di belakang lensa
  - d. 48 cm di belakang lensa



## Bab 9

# Alat Optik

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

4. Memahami konsep-konsep dan penerapan, getaran, gelombang, bunyi, dan optik dalam produk teknologi sehari-hari.

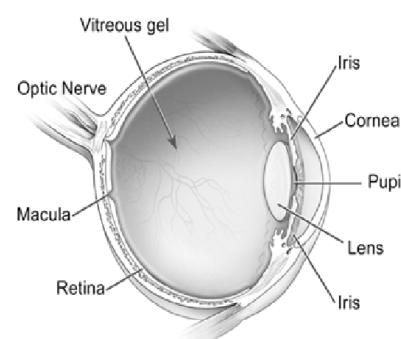
### INDIKATOR

4. Menentukan besaran-besaran pada alat optik dan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

#### A. Mata

Cermin dan lensa serta prinsip kerjanya memberikan sarana pemahaman bagi pemanfaatannya untuk mempermudah dan membantu kehidupan manusia. Alat-alat yang bekerja berdasarkan prinsip optik (cermin dan lensa) digolongkan sebagai alat optik.

1. Alat optik adalah alat yang cara kerjanya memanfaatkan peristiwa pembiasaan dan pemantulan cahaya. Mata, kaca pembesar, mikroskop, teropong, dan kamera termasuk alat-alat optik.
2. Mata manusia sebagai alat indra penglihatan dapat dipandang sebagai alat optik yang sangat penting bagi manusia. Pada mata, penangkap bayangan adalah selaput jera atau retina. Kornea berfungsi untuk membiaskan cahaya yang masuk ke mata.



Gbr. Bagian Mata

Secara garis besar mata kita terdiri atas lensa mata, retina, otot, dan saraf. Bagian mata paling luar adalah lensa mata yang digunakan untuk membentuk bayangan di retina. Sebagai sebuah lensa, ketebalan mata akan berpengaruh pada titik fokus.

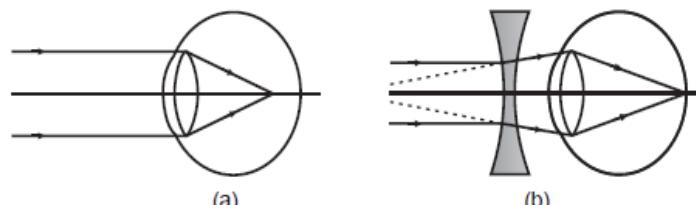
- Kornea merupakan bagian mata yang bersifat tembus pandang dan berfungsi sebagai pelindung matamu. Agar tetap bening dan bersih, kornea ini dibasahi oleh air mata yang berasal dari kelenjar air mata.
- Iris (selaput pelangi) terdapat di belakang kornea dan berpigmen. Pigmen ini menentukan warna pada mata seseorang.
- Pupil terdapat di tengah-tengah iris. Pupil dapat mengecil jika melihat cahaya terang dan membesar jika gelap. Pupil berfungsi seperti diafragma pada kamera.
- Retina merupakan selaput yang mengandung sel-sel indera. Retina berfungsi sebagai layar, tempat terbentuknya bayangan, seperti halnya pelat film pada kamera.

Daya akomodasi adalah daya untuk membuat lensa mata mencembung dan memipih sesuai dengan jarak benda yang dilihat agar bayangan tepat jatuh di retina.

## B. Kelainan pada Mata

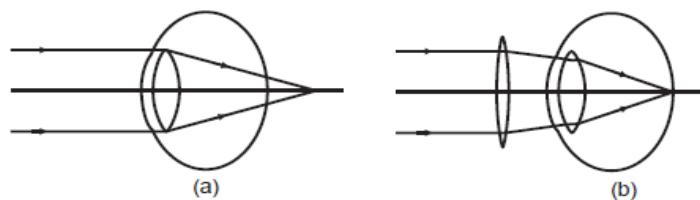
Jika mata melihat benda yang makin dekat, maka daya akomodasinya makin besar. Sebaliknya jika melihat benda yang makin jauh, maka daya akomodasinya makin kecil. Daya akomodasi menyebabkan mata memiliki titik dekat (*punctum proximum*) dan titik jauh (*punctum remotum*). Titik dekat mata adalah titik terdekat yang dapat dilihat jelas oleh mata dengan berakomodasi maksimum. Titik jauh adalah titik terjauh yang dapat dilihat jelas oleh mata dengan tanpa berakomodasi.

- Mata penglihatan normal disebut emmetrop.
- Miopi (rabun jauh) adalah salah satu cacat mata yang penglihatannya tampak buram jika melihat benda-benda jauh.
- Cacat mata miopi dapat ditolong oleh lensa negatif (lensa cekung).



Gbr. Cacat Mata Miopi

- pembentukan bayangan pada mata miopi dan
  - pembentukan bayangan pada mata miopi setelah menggunakan kacamata lensa negatif
- Hipermetropi (rabun dekat) adalah salah satu cacat mata yang penglihatannya tampak buram jika melihat benda-beda dekat.



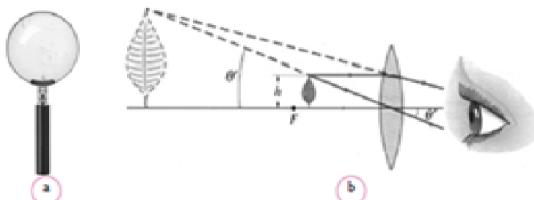
Gbr. Cacat Mata Hipermetropi

- pembentukan bayangan pada mata hipermetropi dan
- pembentukan bayangan pada mata hipermetropi setelah menggunakan kacamata lensa positif, ditolong oleh lensa positif (lensa cembung).

- Presbiopi (rabun tua) adalah cacat mata yang tidak dapat melihat benda jauh maupun dekat.
- Cacat mata presbiopi dapat ditolong oleh lensa rangkap, yaitu lensa cekung dan cembung.

### C. Alat Optik

- Lup adalah alat optik yang sederhana karena hanya terdiri atas satu lensa cembung. Lup biasa digunakan oleh tukang reparasi jam.



Gbr. Lup dan Perbesaran

Untuk mendapatkan bayangan yang sebesar-besarnya, benda harus diletakkan di antara pusat lensa ( $O$ ) dan titik fokus ( $F$ ) atau benda selalu di ruang satu ( $I$ ) sehingga bayangan selalu berada di ruang empat ( $IV$ ) dengan sifat maya, sama tegak, dan diperbesar.

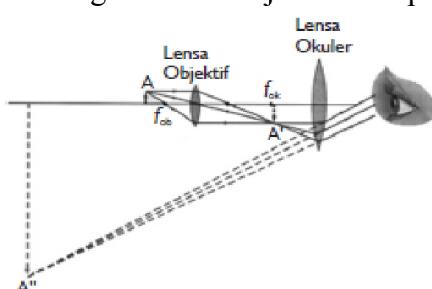
- Kamera merupakan alat optik yang sering kita gunakan untuk mengabadikan berbagai peristiwa dalam kehidupan. Bagian-bagian kamera di antaranya kotak hitam, lensa optik, layar yang terbuat dari film, diafragma, pengatur fokus, dan pengatur kecepatan.

- Fungsi pengatur fokus pada kamera adalah untuk mengatur jarak agar bayangan jatuh tepat pada film.
- Pada kamera, penangkap bayangan adalah pelat film.



Gbr. bagian-bagian Kamera

- 1) Lensa positif, yaitu bagian dari kamera yang berfungsi untuk menempatkan bayangan agar jatuh di pelat film.
  - 2) Diafragma, yaitu bagian yang berfungsi untuk mengatur banyak sedikitnya cahaya yang yang diterima oleh film.
  - 3) Layar *shutter*, yaitu alat yang berfungsi untuk menutup jalannya cahaya menuju ke film
- Mikroskop adalah alat optik yang berfungsi untuk melihat benda-benda renik, seperti bakteri dan amoeba, agar tampak lebih besar. Mikroskop sederhana terdiri atas dua buah lensa cembung yang disebut lensa okuler dan lensa objektif. Lensa okuler merupakan lensa yang digunakan mata untuk melihat dan berfungsi sebagai lup, sedangkan lensa objektif merupakan lensa yang dekat dengan objek yang diamati.



Gbr. Proses melihat benda pada mikroskop

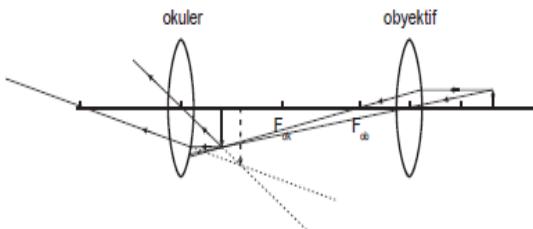
Hal penting yang perlu diperhatikan dalam menggunakan mikroskop adalah sebagai berikut.

- Benda harus terletak antara  $f_{ob}$  hingga  $2 f_{ob}$ .
- Bayangan lensa objektif merupakan benda bagi lensa okuler. Oleh karena itu, bayangan lensa objektif harus terletak di antara fokus okuler dan pusat optik okuler.

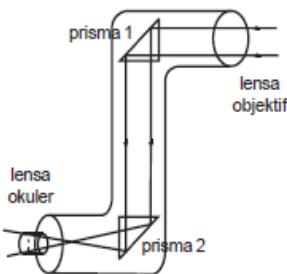
Perbesaran mikroskop dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$M_{\text{total}} = M_{\text{ob}} \times M_{\text{ok}}$$

Pembentukan bayangan pada mikroskop dapat digambarkan sebagai berikut.



4. Periskop adalah alat bantu optik yang berfungsi untuk mengamati benda dalam jarak yang jauh atau berada dalam sudut tertentu. Alat optik yang digunakan pada kapal selam untuk melihat permukaan laut. Periskop terdiri atas dua buah lensa cembung dan dua buah prisma siku-siku sama kaki

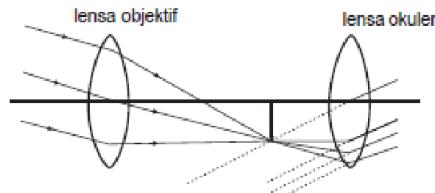


## 5. Teropong

Teropong adalah alat optik yang digunakan untuk mengamati benda-benda yang letaknya jauh agar tampak lebih dekat dan lebih jelas. Teropong juga sering disebut teleskop. Teleskop pertama kali ditemukan oleh Galileo Galilei. Teropong ada dua macam, yaitu teropong bintang dan teropong bumi

### a. Teropong Bintang

Bayangan yang terbentuk pada teropong bintang bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil. Perbesaran pada teropong bintang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

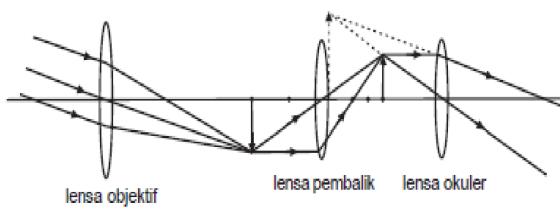


$$M = \frac{f_{\text{ob}}}{f_{\text{ok}}} \quad \text{panjang teropong bintang dapat dicari dengan rumus:}$$

$$d = f_{\text{ob}} + f_{\text{ok}}$$

### b. Teropong Bumi

Teropong bumi sering disebut sebagai teropong yojana atau teropong medan. Teropong bumi terdiri atas tiga buah lensa cembung, yaitu lensa objektif, lensa pembalik, dan lensa okuler



$$d = f_{\text{ob}} + 4f_p + f_{\text{ok}}$$

Keterangan:

$d$  = panjang teropong (m)

$F_{\text{ob}}$  = focus lensa objektif (m)

$F_p$  = focus lensa pembalik (m)

$F_{\text{ok}}$  = focus lensa okuler (m)



## Contoh

1. Perbesaran mikroskop 20 kali. Jika perbesaran lensa okuler 4 kali, tentukan perbesaran lensa objektif!

**Penyelesaian:**

Diketahui:

$$M = 20$$

$$M_{ok} = 4$$

Ditanyakan:  $M_{ob} = \dots ?$

**Jawab:**

$$M = M_{ob} \times M_{ok}$$

$$20 = M_{ob} \times 4$$

$$M_{ob} = 5 \text{ kali}$$

Jadi, perbesaran lensa objektif mikroskop tersebut adalah 5 kali.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Mata disebut alat optik karena ....  
a. memiliki lensa      c. menggunakan kacamata  
b. memiliki saraf      d. memiliki otot
  
2. Alat optik yang digunakan untuk melihat jasad renik adalah ....  
a. lup      b. mikroskop      c. teropong      d. Kamera
  
3. Berikut alat optik yang prinsip kerjanya hampir sama dengan mata adalah ....  
a. Kamera      b. Lup      c. Kacamata      d. Mikroskop
  
4. Seorang miopi memiliki kemampuan melihat paling jauh pada jarak 4 m, maka kekuatan lensa kacamata yang digunakan besarnya ....  
a. -0,25 D      b. -0,50 D      c. -1,0 D      d. -1,5 D
  
5. Seorang penderita miopi memakaikan kacamata dengan kekuatan lensa -0,5 D. Jarak titik jauh penderita miopi tersebut adalah ....  
a. 100 cm      b. 200 cm      c. 250 cm      d. 300 cm
  
6. Bayangan pada kamera memiliki sifat ....  
a. nyata, terbalik, diperkecil      c. maya, terbalik, diperkecil  
b. nyata, tegak, diperbesar      d. maya, tegak, diperbesar
  
7. Sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa okuler pada mikroskop adalah ....  
a. nyata, terbalik, dan diperbesar      c. maya, tegak, dan diperbesar  
b. nyata, tegak, dan diperkecil      d. maya, terbalik, dan sama besar
  
8. Perbedaan mendasar periskop dengan alat optik lainnya adalah adanya ....  
a. sepasang lensa cembung      c. sepasang prisma siku-siku  
b. sepasang lensa cekung      d. cermin datar
  
9. Teleskop pantul tidak menggunakan sebuah ....  
a. cermin datar      b. cermin cekung      c. lensa cembung      d. lensa cekung
  
10. Sebuah mikroskop mempunyai lensa objektif dengan fokus 5 cm dan lensa okuler dengan fokus 8 cm. Jika benda terletak pada jarak 8 cm dari lensa objektif dan panjang mikroskop 18 cm maka perbesarannya adalah ....  
a. 2 kali      b. 3 kali      c. 4 kali      d. 5 kali



## Bab 10

# Listrik Statis

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

5. Memahami konsep kelistrikan dan kemagnetan serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

5. 1. Menjelaskan fenomena listrik statis.



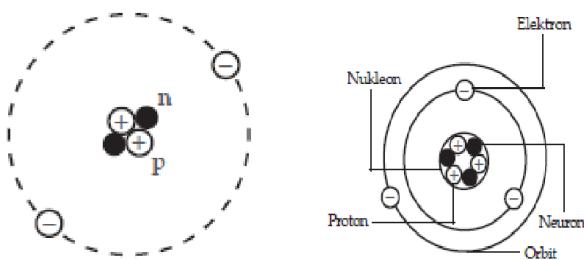
Gbr. Elektroskop

Sifat kelistrikan suatu benda ditunjukkan adanya muatan listrik yang terdapat pada benda tersebut. Ada dua jenis muatan listrik yaitu muatan positif dan negatif. Suatu benda dikatakan bermuatan positif jika kelebihan proton atau kekurangan elektron, dan sebaliknya benda akan bermuatan negatif jika kelebihan elektron atau kekurangan proton.

#### A. Muatan Listrik (Q)

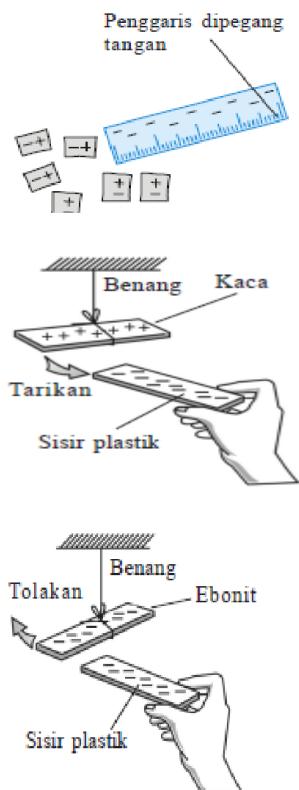
Semua zat tersusun atas atom-atom. Setiap atom tersusun atas inti atom yang di dalamnya itu terdapat proton dan inti atom yang dikelilingi oleh elektron-elektron. Proton bermuatan listrik positif sedangkan elektron bermuatan listrik negatif.

Suatu atom dikatakan netral jika jumlah muatan positif (jumlah proton) sama dengan jumlah muatan negatif (jumlah elektron). Atom akan bermuatan negatif jika atom tersebut mendapatkan kelebihan elektron. Sebaliknya, atom akan bermuatan positif jika atom tersebut kekurangan elektron.



Gbr. Lintasan electron, proton dan neutron

Muatan listrik dibedakan menjadi dua macam, yaitu muatan listrik positif (+), dan muatan listrik negatif (-). Apabila kedua muatan listrik yang berbeda (misal: positif dengan negatif) itu didekatkan, maka akan saling tarik-menarik. Namun, apabila dua muatan listrik yang sejenis (positif dengan positif dan sebaliknya) itu didekatkan, maka akan tolak-menolak. Muatan listrik itu dapat dinotasikan dengan menggunakan simbol Q dan memiliki satuan coulomb (C).



Muatan listrik yang ditimbulkan oleh sisir atau mistar masih sulit untuk ditunjukkan bahwa muatannya bersifat positif atau negatif. Untuk mengetahuinya kita dapat melakukan kegiatan berikut!

Pada percobaan batang kaca yang digosok dengan kain wol, kemudian didekatkan dengan sisir plastik yang digosok-gosokan dengan rambut kering, akan terjadi tarik-menarik. Hal ini terjadi akibat gosokan dengan kain wol batang kaca bermuatan positif dan sisir plastik akan bermuatan negatif. muatan yang tidak sama (positif – negatif) apabila berdekatan akan saling menarik.

Ebonit yang didekati sisir plastik akan tolak-menolak. Hal ini disebabkan jenis muatan listrik yang dihasilkan akibat gosokan antara ebonit dan sisir plastik sama, yaitu muatan negatif. Jadi, muatan yang sejenis (negatif – negatif) jika berdekatan akan tolak-menolak.

## B. Hukum Coulomb

Charles Augustin de Coulomb, seorang fisikawan berkebangsaan Perancis, pada tahun 1785 pertama kali yang meneliti hubungan gaya listrik dengan dua muatan dan jarak antara keduanya dengan menggunakan sebuah neraca puntir. Hasil penelitiannya adalah bahwa: gaya tarik-menarik atau gaya tolak-menolak antara dua muatan listrik disebut gaya Coulomb. Besar gaya Coulomb bergantung pada:

1. Besar masing-masing muatan ( $Q_1$  dan  $Q_2$  ),
2. Kuadrat jarak antara dua muatan ( $r^2$  ).



Gbr. CA de Coulomb

Hukum Coulomb berbunyi: *besar gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik antara dua benda bermuatan listrik, berbanding lurus dengan besar masing-masing muatan listrik dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda bermuatan.*

Secara matematik Hukum Coulomb dirumuskan:

$$F = k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}$$

Keterangan:

$q$  = muatan listrik satuan coulomb (C)

$r$  = jarak satuan meter (m)

$F$  = Gaya satuan Newton (N)

$k$  = konstanta =  $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$



### Contoh

Dua muatan sejenis besarnya  $+ 2 \times 10^{-6} \text{ C}$  dan  $+ 6 \times 10^{-4} \text{ C}$ . Jika jarak kedua muatan 6 cm, berapakah gaya Coulomb yang dialami kedua muatan?

#### Penyelesaian

Diketahui:  $Q_1 = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$

$Q_2 = 6 \times 10^{-4} \text{ C}$

$r = 6 \text{ cm} = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$

Ditanya:  $F$

Jawab:

$$\begin{aligned} F &= k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2} \\ F &= 9 \times 10^9 \frac{(2 \times 10^{-6})(6 \times 10^{-4})}{6 \times 10^{-2}} \\ F &= \frac{(9 \times 2 \times 6 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-4} \times 10^2)}{6} \\ F &= 18 \times 10^1 = 1,8 \times 10^2 \end{aligned}$$

## C. Medan Listrik

Medan listrik dilukiskan dengan garis-garis gaya listrik yang arahnya dari kutub positif ke kutub negatif. Kuat medan listrik bergantung pada kerapatan garis-garis gaya listrik. Besar kuat medan listrik dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E &= \frac{F}{Q} \quad \text{Karena } F = k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2} \\ \text{maka } E &= \frac{k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}}{Q} \end{aligned}$$

Keterangan:

$E$  = kuat medan listrik, N/C

$F$  = gaya Coulomb, N

$Q$  = besar muatan listrik pada medan C



## Contoh

Dua benda A dan B masing-masing bermuatan listrik sebesar  $6 \times 10^{-9}$  C dan  $8 \times 10^{-9}$  C pada jarak 4 cm. Tentukan:

- gaya tolak-menolak antara kedua benda itu tersebut,
- kuat medan listrik pada titik B oleh muatan A.

### Penyelesaian

Diketahui :  $Q_1 = 6 \times 10^{-9}$  C

$Q_2 = 8 \times 10^{-9}$  C

$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

$r = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$

Ditanya : a. F  
b. E

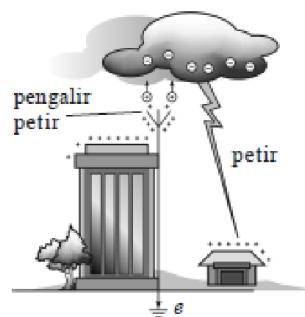
a.  $F = k \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}$   
 $F = 9 \times 10^9 \frac{(6 \times 10^{-9})(8 \times 10^{-9})}{4 \times 10^{-2}}$   
 $F = \frac{(9 \times 6 \times 8 \times 10^9 \times 10^{-9} \times 10^{-9} \times 10^{-4})}{4}$   
 $F = 2,7 \times 10^{-9}$

b.  $E = \frac{2,7 \times 10^{-9}}{8 \times 10^{-9}} = 0,34 \text{ N/C}$

## D. Penerapan Listrik Statis

### 1. Petir (Halilintar)

Petir terjadi karena adanya pelepasan muatan listrik secara tiba-tiba dan menghasilkan bunga api listrik. Loncatan muatan melalui udara menghasilkan cahaya sangat kuat dan panas yang menyebabkan udara memuoi mendadak. Pemuaian udara yang mendadak menghasilkan bunyi ledakan menggelegar yang disebut guntur.



Gbr. Loncatan muatan listrik

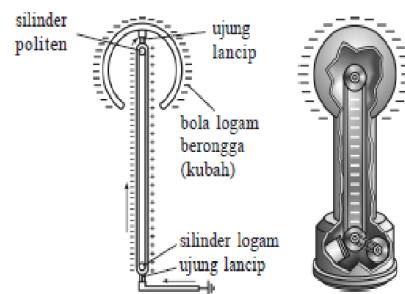
### 2. Generator Van de Graff

Generator Van de Graff adalah mesin pembangkit listrik yang biasa dipakai untuk penelitian di laboratorium. Generator Van de Graff terdiri atas:

- dua ujung runcing yang terdapat di bagian atas dan bawah,
- sebuah silinder logam yang terdapat di bagian bawah,
- sebuah silinder politilen yang terdapat di bagian atas,
- sabuk karet yang menghubungkan kedua silinder,
- konduktor berongga berbentuk bola (kubah).

## Prinsip Kerja Generator Van de Graff

Prinsip kerja Generator Van de Graff sama dengan menghasilkan muatan listrik dengan cara menggosok (metode gesekan). Gesekan antara sabuk karet dengan silinder logam bagian bawah menimbulkan muatan listrik negatif pada sabuk karet. Gesekan antara sabuk karet dengan silinder politilen bagian atas menimbulkan muatan listrik positif pada sabuk karet.



Gbr. Generator van de Graff

10

Uji Kompetensi



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Suatu benda akan menjadi bermuatan positif apabila benda itu ....  
a. kehilangan proton-proton      c. menerima elektron-elektron  
b. kehilangan elektron-elektron    d. menerima neutron-neutron
2. Apabila dua muatan negatif didekatkan satu sama lain, akan terjadi ....  
a. tarik-menarik                  c. tidak tarik-menarik atau tolak menolak  
b. tolak-menolak                 d. pengosongan ke tanah
3. Apabila sebuah atom kehilangan sebuah elektron, maka atom itu akan ....  
a. bermuatan positif              c. tetap netral  
b. bermuatan negatif             d. menjadi isotop
4. Benda X bermuatan positif dan benda Y bermuatan negatif. Jika kedua benda saling berdekatan maka ....  
a. benda X dan Y akan tarik-menarik      c. benda X menolak benda Y  
b. benda X dan Y akan tolak-menolak      d. benda X dan Y tidak terjadi interaksi
5. Menghubungkan suatu benda bermuatan ke Bumi dengan maksud mengosongkan muatan benda itu ke dalam Bumi disebut ....  
a. pemutaran      b. pengaliran      c. pentanahan      d. induksi
6. Benda-benda yang dapat menghantarkan listrik dengan baik disebut ....  
a. Konduktor      b. isolator      c. semikonduktor      d. salah semua
7. Petir menunjukkan contoh suatu pengosongan ....  
a. proton      b. elektron      c. neutron      d. inti atom
8. Perbedaan energi potensial per unit muatan antara dua elektrode diukur dalam ....  
a. ampere      b. coulomb      c. ohm      d. volt
9. Alat pendeksi muatan listrik adalah ....  
a. Termometer      b. termoskop      c. episkop      d. elektroskop
10. Dua benda A dan B masing-masing bermuatan listrik sebesar  $6 \times 10^{-9}$  C dan  $8 \times 10^{-9}$  C pada jarak 4 cm, maka gaya tolak-menolak antara kedua benda....  
a.  $3,7 \times 10^{-9}$  N      b.  $3,0 \times 10^{-9}$  N      c.  $2,7 \times 10^{-9}$  N      d.  $1,4 \times 10^{-9}$  N



## Bab 11



# Listrik Dinamis

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

5. Memahami konsep kelistrikan dan kemagnetan serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

5. 3. Menentukan besaran fisika pada berbagai bentuk rangkaian listrik.

#### A. Arus listrik

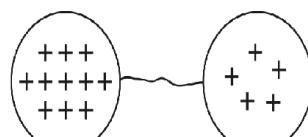
Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik terjadi karena adanya perpindahan elektron dari dua tempat yang potensialnya berbeda. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Coulomb/detik atau Ampere

1. Arah arus listrik mengalir dari tempat berpotensial tinggi ke tempat berpotensial lebih rendah. Arah arus listrik berkebalikan dengan arah aliran elektron. Listrik mengalir dari saluran positif ke saluran negatif.
2. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Coulomb/detik atau Ampere. Besar arus listrik yang timbul karena perpindahan elektron dapat dituliskan dalam rumus:

$$I = \frac{Q}{t}$$

Keterangan :

- I = besar kuat arus, satuannya ampere (A)  
Q = besar muatan listrik, satuannya coulomb (C)  
t = waktu tempuh, satuannya sekon (s)



Gbr. Aliran muatan listrik



## Contoh

Suatu penghantar dialiri muatan listrik sebesar 360 coulomb dalam waktu satu menit. Berapa besar arus listrik yang mengalir dalam penghantar tersebut?

**Penyelesaian:**

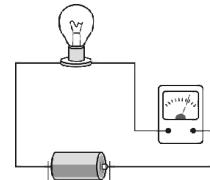
Diketahui :  $Q = 360$  coulomb

$t = 1$  menit = 60 sekon

Ditanya :  $I = \dots ?$

$$\text{Jawab} : I = \frac{Q}{t} = \frac{360}{60} = 6 \text{ ampere}$$

3. **Beda potensial listrik** adalah banyaknya energi listrik yang diperlukan untuk mengalirkan setiap muatan listrik. Adanya perbedaan potensial akan mengakibatkan terjadinya perpindahan elektron.



Beda potensial listrik dirumuskan :

$$V = \frac{W}{Q}$$

Keterangan :

$V$  = beda potensial listrik satuan volt (V)

$W$  = energi listrik satuan joule (J)

$Q$  = muatan listrik satuan coulomb (C)

**Volt (V)** adalah satuan turunan di dalam Standar Internasional (SI) untuk mengukur perbedaan tegangan listrik. 1 Volt berarti beda tegangan yang diperlukan untuk membuat arus tepat sebesar 1 ampere di dalam suatu rangkaian dengan resistensi 1 ohm. Satuan unit SI dari muatan listrik adalah coulomb, yang memiliki singkatan "C". Simbol  $Q$  digunakan dalam persamaan untuk mewakili kuantitas listrik atau muatan.

## B. Hukum Ohm

Arus listrik dapat mengalir pada rangkaian listrik apabila dalam rangkaian itu terdapat beda potensial pada rangkaian tertutup. Menurut Hukum Ohm, kuat arus yang melalui penghantar sebanding dengan beda potensial pada kedua ujung penghantar itu.

Perbandingan antara beda potensial dan kuat arusnya merupakan nilai yang tetap dan disebut resistansi (hambatan). Hukum Ohm dirumuskan :

$$R = \frac{V}{I}$$

Keterangan :

$V$  = tegangan listrik satuan volt (V)

$I$  = kuat arus listrik satuan ampere (A)

$R$  = hambatan listrik satuan ohm (Ω)



## Contoh

Kawat penghantar kedua ujungnya memiliki beda potensial 6 volt, menyebabkan arus listrik mengalir pada kawat itu 2 A. Berapakah hambatan kawat itu?

### Penyelesaian:

Diketahui:  $V = 6$  volt

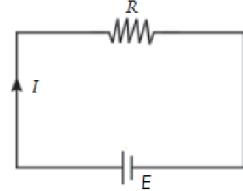
$$I = 2 \text{ A}$$

Ditanya:  $R = \dots ?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab: } R &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{6}{2} \\ &= 3 \Omega \quad \text{Jadi, hambatan kawat itu sebesar } 3 \Omega \end{aligned}$$

## 1. Hukum Ohm dalam rangkaian tertutup

Arus dalam rangkaian gambar akan melewati hambatan luar ( $R$ ) dan hambatan dalam ( $r$ ). Oleh karena itu hambatan totalnya merupakan gabungan hambatan luar ( $R$ ) dan hambatan dalam ( $r$ ), yaitu  $R + r$ . Kuat arus dalam rangkaian tersebut dapat dicari dengan hukum Ohm.



$$I = \frac{E}{R + r}$$

### Keterangan:

$E$  = gaya gerak listrik baterai (volt)

$I$  = arus listrik (A)

$R$  = hambatan ( $\Omega$ )

$r$  = hambatan dalam ( $\Omega$ )



## Contoh

Sebuah aki dengan ggl 12 V dan hambatan dalam 0,5 ohm dihubungkan dengan lampu berhambatan 2 ohm.

- Berapa kuat arus pada rangkaian itu?
- Berapa tegangan jepitnya?

### Penyelesaian :

Diketahui : ggl ( $e$ ) = 12 V      hambatan dalam ( $r$ ) = 0,5 W  
hambatan luar ( $R$ ) = 2 W

Ditanya : kuat arus ( $I$ )?

Jawab

a) Kuat arus (I)

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{12}{2+0,5} = \frac{12}{2,5} = 4,8 \text{ A}$$

Jadi, besar kuat arus pada rangkaian adalah 4,8 A

b) Tegangan jepit (V)

$$V = I \times R = 4,8 \times 2 = 9,6 \text{ volt}$$

Jadi, besar tegangan jepitnya adalah 9,6 A.

## 2. Hambatan Listrik

Besar kecilnya hambatan listrik kawat pengantar dipengaruhi oleh panjang kawat pengantar ( $l$ ), luas penampang ( $A$ ), dan hambatan jenis kawat ( $\rho$ ). Hambatan listrik makin kecil, apabila luas penampang kawat pengantar besar. Besar hambatan listrik dirumuskan:

Keterangan :

$R$  = hambatan kawat satuan ohm ( $\Omega$ )

$\rho$  = hambatan jenis kawat satuan ohm meter ( $\Omega \cdot \text{m}$ )

$l$  = panjang kawat satuan meter (m)

$A$  = luas penampang kawat satuan meter kuadrat ( $\text{m}^2$ )



### Contoh

Kawat tembaga panjangnya 15 m memiliki luas penampang  $5 \text{ mm}^2$ . Jika hambatan jenisnya  $1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ , berapakah hambatan kawat tembaga?

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $l = 15 \text{ m}$

$$A = 5 \text{ mm}^2 = 5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rho = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

Ditanya:  $R = \dots ?$

Jawab:  $R = A$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$= 1,7 \times 10^{-8} \times \frac{15}{5 \times 10^{-6}}$$
$$= 1,7 \times 3 \times 10^{-2} = 5,1 \times 10^{-2} \Omega$$

Jadi, hambatan kawat tembaga itu  $5,1 \times 10^{-2} \Omega$

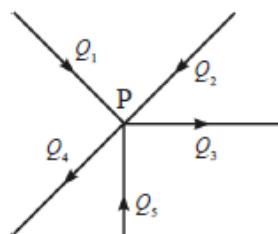
Hambatan jenis setiap bahan berbeda-beda. Bahan yang mempunyai hambatan jenis besar memiliki hambatan yang besar pula, sehingga sulit menghantarkan arus listrik. Berdasarkan daya hantar listriknya (konduktivitas listrik), bahan dibedakan menjadi tiga, yaitu: konduktor, isolator, dan semikonduktor.

- Konduktor adalah bahan yang mudah menghantarkan arus listrik. Contohnya tembaga dan aluminium.
- Isolator adalah bahan yang sangat sulit menghantarkan arus listrik. Contohnya karet, plastik, dan busa.
- Semikonduktor adalah bahan yang daya hantar listriknya berada di antara konduktor dan isolator. Contohnya diode, transistor, dan IC (*integrated circuit*)

### C. Hukum Kirchoff

Menurut hukum I Kirchoff, “jumlah arus yang masuk titik percabangan sama dengan jumlah arus yang keluar dari percabangan itu”. Hukum I Kirchoff dirumuskan:

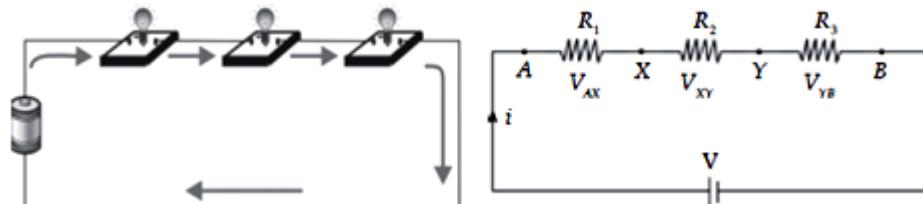
$$I_{\text{masuk}} = I_{\text{keluar}}$$



Gbr. Hukum Kirchoff

### D. Rangkaian Hambatan

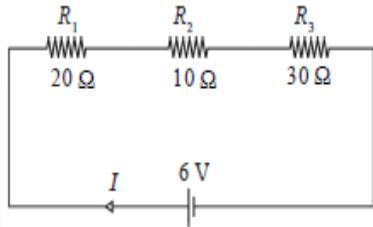
- Rangkaian seri adalah hambatan-hambatan yang disusun secara berurutan sehingga membentuk satu jalur arus listrik. Pada rangkaian hambatan seri berlaku rumus:



- $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$
- $V_s = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$
- Fungsi rangkaian hambatan seri adalah sebagai pembagi tegangan.



## Contoh



Berdasarkan gambar di samping, tentukan:

1. hambatan pengganti,
2. arus listrik yang mengalir pada  $R1$ ,  $R2$ , dan  $R3$ , dan
3. beda potensial pada masing-masing hambatan.

### Penyelesaian:

Diketahui:  $R1 = 20 \Omega$   $R3 = 30 \Omega$

$R2 = 10 \Omega$   $V = 6 \text{ V}$

Ditanya: a.  $Rs = \dots ?$   
b.  $I = \dots ?$   
c.  $V_1 = \dots ?$   $V_3 = \dots ?$   $V_2 = \dots ?$

Jawab:

$$\begin{aligned} a. \quad Rs &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 20 + 10 + 30 \\ &= 60 \Omega \end{aligned}$$

$$b. \quad I = \frac{V}{Rs} = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ A}$$

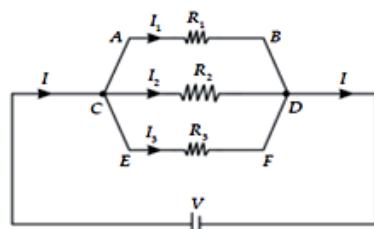
$$I = I_1 = I_2 = I_3 = 0,1 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} c. \quad V_1 &= I \times R_1 \\ &= 0,1 \times 20 \\ &= 2 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= I \times R_2 \\ &= 0,1 \times 10 \\ &= 1 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_3 &= I \times R_3 \\ &= 0,1 \times 30 \\ &= 3 \text{ V} \end{aligned}$$

2. Rangkaian hambatan paralel adalah hambatan-hambatan yang disusun secara berdampingan satu sama lainnya, sehingga membentuk lebih dari satu jalur arus listrik. Pada rangkaian hambatan paralel berlaku rumus:



Fungsi rangkaian hambatan paralel adalah sebagai pembagi arus listrik.

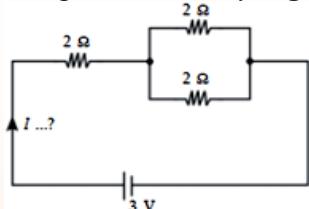
- $\frac{1}{Rp} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$
- $V_p = V_1 = V_2 = V_3 \dots$



### Contoh

Perhatikan rangkaian di bawah ini!

Berapa kuat arus  $I$  yang mengalir pada rangkaian tersebut?



Diketahui :

hambatan  $R_1 = R_2 = R_3 = 2 \Omega$ , rangkaian campuran seri dan paralel beda potensial sumber,  $V = 3 \text{ V}$

Ditanya : kuat arus,  $I$ ?

Jawab:

$$\text{Pilih persamaannya: } I = \frac{V}{R}$$

Strategi: cari dulu  $R$  penggantinya  
 $R_2$  dan  $R_3$  terangkai secara paralel:  
 $R = 1 \Omega$  Rangkaian menjadi:

Berarti  $R$  penggantinya dapat dihitung dengan cara berikut.

$$R = R_1 + Rp = 2 \Omega + 1 \Omega \\ = 3 \Omega$$

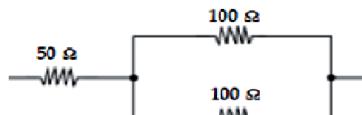
Sehingga kuat arus dalam rangkaian dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{3} = 1 \text{ A}, \text{ Jadi, kuat arus rangkaian sebesar } 1 \text{ A.}$$



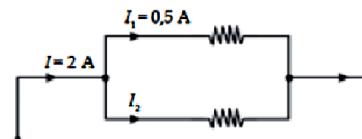
Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Pada hambatan sebuah kawat penghantar, energi listrik dapat diubah menjadi ....
  - a. energi kimia
  - b. energi nuklir
  - c. energi panas
  - d. energi bunyi
2. Hambatan kawat penghantar akan bertambah besar, jika ....
  - a. kawat penghantar dipotong
  - b. mengganti dengan kawat yang jenisnya sama, namun diameternya lebih besar
  - c. memberi beda potensial yang besar pada kawat tersebut
  - d. mengganti dengan kawat yang sama, namun lebih panjang
3. Suatu rangkaian listrik memerlukan ....
  - a. suatu sumber elektron, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar tertutup
  - b. suatu sumber proton, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar tertutup.
  - c. suatu sumber proton, suatu jalan elektron, dan suatu sakelar terbuka
  - d. suatu sumber elektron, suatu jalan untuk elektron-elektron, dan suatu sakelar terbuka
4. Perbedaan energi potensial per unit muatan antara dua elektrode diukur dalam ....
  - a. Ampere
  - b. Coulomb
  - c. Ohm
  - d. Volt
5. Di dalam suatu penghantar dialiri muatan listrik sebesar 360 coulomb dalam waktu satu menit, maka besar arus listrik yang mengalir dalam penghantar tersebut ....
  - a. 6 A
  - b. 8 A
  - c. 12 A
  - d. 15 A
6. Muatan listrik 4.500 C mengalir melalui penghantar selama 15 menit, maka kuat arus listrik yang melalui penghantar adalah ....
  - a. 0,3 A
  - b. 2 A
  - c. 3 A
  - d. 5 A
7. Arus listrik 500 mA mengalir selama 5 menit, maka muatan listrik yang mengalir adalah ....
  - a. 500 C
  - b. 100 C
  - c. 150 C
  - d. 2.500 C
8. Nilai hambatan pengganti pada rangkaian di bawah adalah ....



- a. 25 ohm
- b. 100 ohm
- c. 150 ohm
- d. 250 ohm

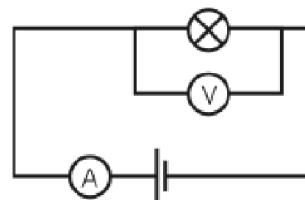
9. Perhatikan gambar rangkaian di bawah ini. Besar kuat arus  $I_2$  adalah ....



- a. 0,5 A
- b. 1,5 A
- c. 2 A
- d. 2,5 A

10. Sebuah ampere meter menunjukkan kuat arus 0,25 A dan voltmeter menunjukkan tegangan 6 volt, maka hambatan lampu adalah ....

- a. 0,5 Ω
- b. 1,5 Ω
- c. 12 Ω
- d. 24 Ω





## Bab 12



## Energi Listrik

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

5. Memahami konsep kelistrikan dan kemagnetan serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

- 5.3. Menentukan besarnya energi dan daya listrik dalam kehidupan sehari-hari

#### A. Energi Listrik

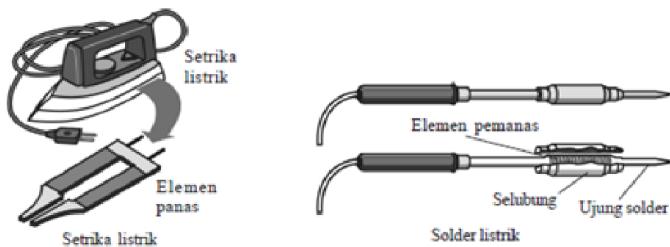
1. Energi atau tenaga adalah kemampuan suatu benda untuk melakukan usaha atau kerja. Menurut hukum kekekalan energi, energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, hanya bisa dirubah dari bentuk satu ke bentuk lainnya. Demikian juga energi yang berasal dari listrik.
2. *Hampir semua peralatan yang ada di rumah kita saat ini banyak menggunakan energi listrik. Energi listrik diperoleh dari hasil pengubahan berbagai bentuk energi lain.*



Gbr. Peralatan listrik rumah tangga

Energi listrik adalah energi akhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Energi yang dihasilkan ini dapat berasal dari berbagai sumber misalnya, air,

minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari dan lainnya. Energi ini besarnya dari beberapa volt sampai ribuan hingga jutaan volt.



Gbr. Elemen strika dan solder listrik

- Untuk mengubah energi listrik menjadi energi lain diperlukan alat listrik. Setrika listrik misalnya, merupakan alat listrik yang memiliki hambatan, jika digunakan memerlukan tegangan, arus listrik, dan waktu penggunaan. Hambatan, tegangan, kuat arus, dan waktu itulah yang memengaruhi besar energi listrik.

Keterangan:

$$W = V \times I \times t$$

$W$  = besar energi listrik (joule)

$V$  = besar tegangan listrik (volt)

$I$  = besar kuat arus listrik (ampere)

$t$  = selang waktu (sekon)

Berdasarkan rumus di atas, maka besar energi listrik bergantung oleh tegangan listrik, kuat arus listrik, dan waktu listrik mengalir. Energi listrik akan makin besar, jika tegangan dan kuat arus makin besar serta selang waktu makin lama.



### Contoh

Sebuah alat pemanas listrik bertegangan 220 volt dan padanya mengalir arus listrik 2 ampere. Jika alat pemanas tersebut dipakai selama 2 jam, berapa energi yang ditimbulkan oleh alat tersebut?

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $V = 220$  volt

$I = 2$  A

$t = 2$  jam =  $2 \times 3600$  sekon = 7200 sekon

Ditanya:  $W = \dots$  joule?

**Jawab :**  $W = V \times I \times t$

$$= 220 \text{ volt} \times 2 \text{ A} \times 7200 \text{ s}$$

$$= 3168000 \text{ joule} = 3168 \times 10^3 \text{ joule}$$

$$= 3,168 \times 10^6 \text{ joule}$$

Penggunaan energi listrik bergantung pada daya listrik berbagai peralatan yang digunakan.

## B. Daya Listrik

Daya listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap detik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik).

$$P = \frac{W}{t} \quad W = P \times t \quad \text{karena } P = V \times I \text{ maka } W = V \times I \times t$$

$$V = I \times R \text{ maka besarnya energi dapat diperoleh dari } W = I^2 \times R \times t$$

*Keterangan:*

$W$  = besar energi listrik (joule)

$P$  = daya listrik (watt)

$V$  = besar tegangan listrik (volt)

$I$  = besar kuat arus listrik (ampere)

$T$  = selang waktu (sekon)

Satuan energi listrik dalam SI adalah joule (J). Adapun, satuan energi listrik yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah kWh (kilowatt hour atau kilowatt jam).

$$\begin{aligned} 1 \text{ kWh} &= 1 \text{ kilo} \times 1 \text{ watt} \times 1 \text{ jam} \\ &= 1.000 \times 1 \text{ watt} \times 3.600 \text{ sekon} \\ &= 3.600.000 \text{ watt sekon} \\ &= 3,6 \times 10^6 \text{ joule} \end{aligned}$$



### Contoh

Lampu dipasang pada tegangan 220 V mengalir arus listrik 500 mA. Tentukan besar daya pada lampu.

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $V = 220$  volt

$$I = 500 \text{ mA} = 0,5 \text{ A}$$

Ditanya:  $P = \dots$  Watt?

**Jawab :**  $P = V \times I$

$$= 220 \text{ volt} \times 0,5 \text{ A}$$

$$= 110 \text{ Watt}$$

Energi listrik dapat diubah menjadi bentuk lain sehingga dapat kamu manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Perubahan-perubahan tersebut adalah sebagai berikut.

- Energi listrik diubah menjadi energi cahaya, contoh lampu.
- Energi listrik diubah menjadi energi gerak, contoh kipas angin.
- Energi listrik diubah menjadi energi panas, contoh kompor listrik.
- Energi listrik diubah menjadi energi kimia, contoh penyepuhan emas.

## Membayar Rekening Listrik

Biaya listrik bergantung pada besar energi listrik yang telah digunakan. Alat untuk mengetahui penggunaan energi listrik disebut meter listrik atau kWh meter.



Gbr. Meteran listrik dan Simbol PLN



### Contoh

Berapakah listrik yang harus dibayar Pak Salim, jika setiap hari didalam rumah Pak Salim digunakan:

- 2 buah lampu 60 W menyala 5 jam,
- 4 buah lampu 20 W menyala 5 jam,
- 2 buah lampu 5 W menyala 5 jam,
- sebuah TV 150 W menyala 4 jam,
- sebuah setrika 300 W menyala 2 jam.

Seandainya harga tiap kWh Rp1.000,00, hitunglah rekening listrik yang harus dibayar selama satu bulan.

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $P_1 = 2 \times 60 = 120 \text{ W}$ ,  $t_1 = 5 \text{ jam}$   
 $P_2 = 4 \times 20 = 80 \text{ W}$ ,  $t_2 = 5 \text{ jam}$   
 $P_3 = 2 \times 5 = 10 \text{ W}$ ,  $t_3 = 5 \text{ jam}$   
 $P_4 = 1 \times 150 = 150 \text{ W}$ ,  $t_4 = 4 \text{ jam}$   
 $P_5 = 1 \times 300 = 300 \text{ W}$ ,  $t_5 = 2 \text{ jam}$

Harga 1 kWh = Rp1.000,00

Ditanyakan: Rekening = ?

Jawab:

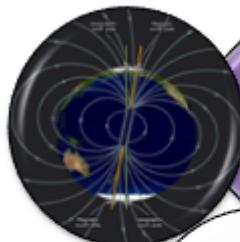
$$\begin{aligned}W_1 &= P_1 \times t_1 &= 120 \times 5 &= 600 \text{ Wh} \\W_2 &= P_2 \times t_2 &= 80 \times 5 &= 400 \text{ Wh} \\W_3 &= P_3 \times t_3 &= 10 \times 5 &= 50 \text{ Wh} \\W_4 &= P_4 \times t_4 &= 150 \times 4 &= 600 \text{ Wh} \\W_5 &= P_5 \times t_5 &= 300 \times 2 &= 600 \text{ Wh} \\&&\text{Jumlah} &= 2250 \text{ Wh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_{\text{hari}} &= 2250 \text{ W} = 2,25 \text{ kWh} \\W_{\text{bulan}} &= 30 \times W_{\text{hari}} \\&= 30 \times 2,25 = 67,5 \text{ kWh} \\ \text{Rekening} &= W_{\text{bulan}} \times \text{Harga kWh} \\&= 67,5 \times \text{Rp } 1.000,00 = \text{Rp } 67.500,-\end{aligned}$$

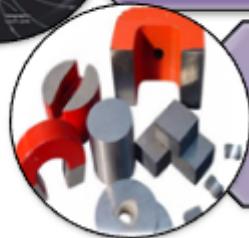


Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Perubahan energi pada foto sel adalah ....
  - a. energi cahaya menjadi energi listrik
  - b. energi kimia menjadi energi listrik
  - c. energi cahaya menjadi energi kimia
  - d. energi kimia menjadi energi cahaya
2. Berikut ini yang bukan satuan daya listrik adalah ....
  - a. joule/detik
  - b. volt.ampere
  - c. ampere<sup>2</sup>. ohm
  - d. volt.ohm<sup>2</sup>
3. Besaran yang mempunyai satuan kWh adalah ....
  - a. energi listrik
  - b. daya listrik
  - c. hambatan listrik
  - d. tegangan listrik
4. Beda potensial sebuah penghantar  $V$ , kuat arus listrik  $I$ , mengalir selama  $t$  detik di dalam penghantar tersebut. Maka besar energi yang dihasilkan adalah ....
  - a.  $W = \frac{V^2}{R} I$
  - b.  $W = V \cdot I \cdot t$
  - c.  $W = \frac{Vt}{I}$
  - d.  $W = \frac{VI}{t}$
5. Solder listrik dayanya 30 watt memiliki hambatan 120 ohm. Tegangan solder adalah ....
  - a. 0,25 V
  - b. 40 V
  - c. 60 V
  - d. 3.600 V
6. Pompa air dayanya 128 watt dan hambatannya 800 ohm. Kuat arus pada pompa adalah ....
  - a. 0,3 A
  - b. 0,4 A
  - c. 0,6 A
  - d. 0,8 A
7. Alat listrik digunakan pada tegangan 3,5 V mengalir arus listrik 0,01 A selama 5 jam. Banyaknya energi listrik yang diperlukan adalah ....
  - a. 0,035 J
  - b. 0,175 J
  - c. 630 J
  - d. 1.010 J
8. Lampu mampu menyala 30 menit membutuhkan energi 2.700 J. Apabila lampu diharapkan menyala 45 menit, dibutuhkan tambahan energi sebesar ....
  - a. 1.350 J
  - b. 1.500 J
  - c. 3.500 J
  - d. 4.050 J
9. Elemen pemanas hambatannya 100 ohm, selama 20 menit mengalir arus listrik 0,5 A. Energi kalor yang ditimbulkan adalah ....
  - a. 1000 kalori
  - b. 7.200 kalori
  - c. 10.000 kalori
  - d. 30.000 kalori
10. Dalam upaya mengatasi krisis energi listrik perlu dibangun reaktor atom. Perubahan energi yang diharapkan pada reaktor ini adalah ....
  - a. energi listrik menjadi energi kimia
  - b. energi kimia menjadi energi nuklir
  - c. energi nuklir menjadi energi listrik
  - d. energi listrik menjadi energi nuklir



## Bab 13



# Kemagnetan

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

5. Memahami konsep kelistrikan dan kemagnetan serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

- 5.4. Menjelaskan cara pembuatan magnet dan atau menentukan kutub-kutub yang dihasilkan.

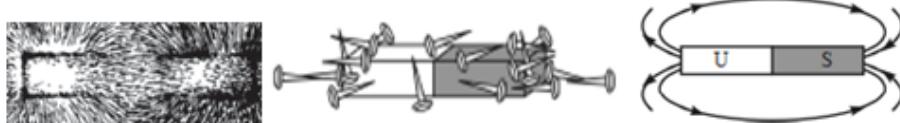


Pernahkah kamu melihat benda yang dapat menarik benda logam lain? Kemampuan suatu benda menarik benda lain yang berada didekatnya disebut kemagnetan.

Berdasarkan kemampuan benda menarik benda lain dibedakan menjadi dua, yaitu benda magnet dan benda bukan magnet (non magnet).

#### A. Magnet

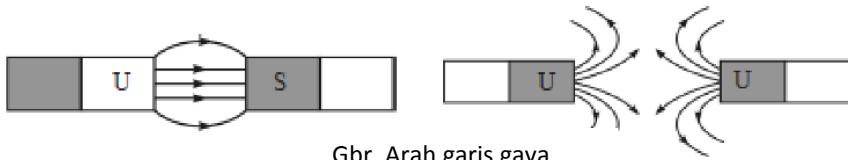
Sifat-sifat magnet antara lain: dapat menarik besi, menimbulkan gaya satu sama lain (tolak-menolak dan tarik menarik). Medan magnet: suatu daerah di sekitar magnet dimana masih ada pengaruh gaya magnet.



Gbr. Garis gaya dan Sifat

Bagian magnet yang daya tariknya terbesar disebut kutub magnet. Oleh karena itu setiap magnet mempunyai dua buah kutub yaitu kutub utara, U, dan kutub selatan, S.

Kutub-kutub senama akan saling tolak, misalnya kutub utara dengan utara atau kutub selatan dengan selatan. Sedangkan kutub-kutub yang berlainan jenis akan saling tarik-menarik, contohnya kutub utara didekatkan dengan kutub selatan.



Garis-garis yang menggambarkan pola medan magnet disebut garis-garis gaya magnet

## B. Benda Magnetik

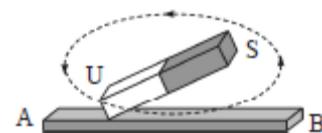
1. Penggolongan benda berdasarkan sifat magnetik:
  - a. ferromagnetik, yaitu benda yang ditarik kuat oleh magnet. Contoh: besi, baja, nikel, dan kobalt
  - b. diamagnetik, yaitu benda yang ditolak oleh magnet. Contoh: timah, aluminium, emas, dan bismuth
  - c. paramagnetik, yaitu benda yang ditarik lemah oleh magnet. Contoh: platina, tembaga, dan garam.



2. Cara membuat magnet:

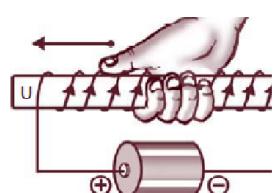
- a. menggosokkan magnet tetap,

Caranya: arah gosukan dibuat searah agar magnet elementer yang terdapat pada besi letaknya menjadi teratur dan mengarah ke satu arah. Pada ujung terakhir besi yang digosok, akan mempunyai kutub yang berlawanan dengan kutub ujung magnet penggosoknya



Gbr. Magnet buatan

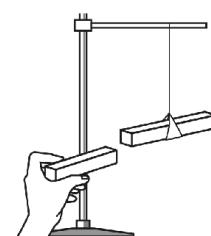
- b. aliran arus listrik,



Jika arah arus berlawanan jarum jam maka ujung besi tersebut menjadi kutub utara. Sebaliknya, jika arah arus searah putaran jarum jam maka ujung besi tersebut terbentuk kutub selatan. Dengan demikian, ujung A kutub utara dan B kutub selatan atau sebaliknya.

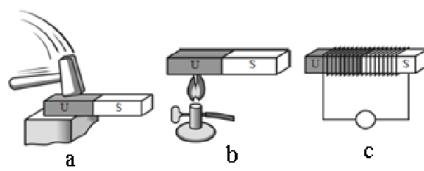
- c. Induksi.

Besi dan baja diletakkan di dekat magnet tetap. Magnet elementer yang terdapat pada besi dan baja akan terpengaruh atau terinduksi magnet tetap yang menyebabkan letaknya teratur dan mengarah ke satu arah.



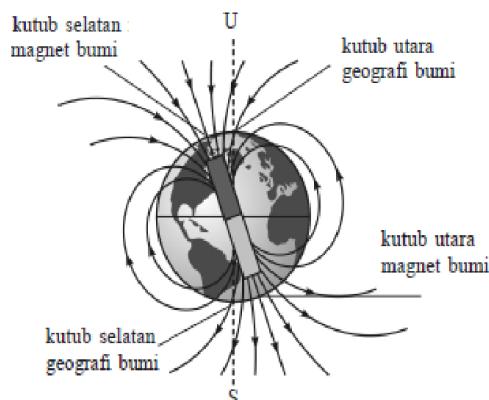
Gbr. Induksi magnet

3. Sebuah magnet akan hilang sifat kemagnetannya jika magnet dipanaskan, dipukul-pukul, dan dialiri arus listrik bolak-balik. Magnet yang mengalami pemanasan dan pemukulan akan menyebabkan perubahan susunan magnet elementernya. Akibat pemanasan dan pemukulan magnet elementer menjadi tidak teratur dan tidak searah.

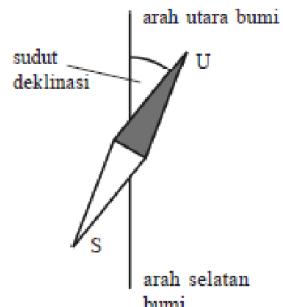


Gbr. Cara menghilangkan sifat

### C. Kemagnetan Bumi

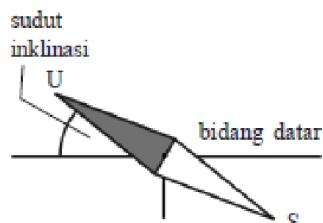


Gbr. Kemagnetan Bumi



Gbr. Sudut inklinasi - deklinas

Medan magnet bumi digambarkan dengan garis-garis lengkung yang berasal dari kutub selatan bumi menuju kutub utara bumi. Magnet bumi tidak tepat menunjuk arah utara-selatan geografis. Penyimpangan magnet bumi ini akan menghasilkan garis-garis gaya magnet bumi yang menyimpang terhadap arah utara-selatan geografis.



Gbr. Arah Utara Selatan jarum kompas

Deklinasi adalah penyimpangan dari arah utara selatan yang sebenarnya. Sedangkan Inklinasi adalah sudut yang dibentuk oleh magnet

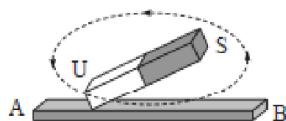
1. H.C. Oersted membuktikan bahwa di sekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet (artinya listrik menimbulkan magnet).
- Keuntungan magnet listrik:
  - a. sifat kemagnetannya sangat kuat,
  - b. kekuatan magnet dapat diubah dengan mengubah arus,
  - c. kemagnetan dapat dihilangkan dengan memutuskan arus listrik.
2. Peralatan yang menggunakan prinsip elektromagnetik: bel listrik, telepon, relai, kunci pintu listrik.
3. Penggunaan gaya Lorentz pada: motor listrik, amperemeter, galvanometer dan voltmeter.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

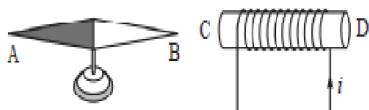
1. Daerah pada magnet yang gaya magnetnya terkuat disebut ....
  - a. Magnet
  - b. medan magnet
  - c. kutub magnet
  - d. garis gaya magnet
2. Daerah di sekitar magnet yang terdapat gaya-gaya magnet disebut ....
  - a. kutub magnet
  - b. medan magnet
  - c. garis gaya magnet
  - d. magnet elemen
3. Dari bahan-bahan berikut, yang bukan bahan magnetik adalah ....
  - a. gelas
  - b. besi
  - c. kobalt
  - d. nikel
4. Jika jarak antara dua kutub magnet dijauhkan, maka gaya magnet yang timbul ....
  - a. tetap
  - b. menjadi nol
  - c. bertambah
  - d. berkurang
5. Jika magnet batang dipotong menjadi tiga bagian, maka bagian yang tengah ....
  - a. tidak bersifat magnet
  - b. hanya memiliki kutub utara
  - c. memiliki kutub utara dan selatan
  - d. hanya memiliki kutub selatan
6. Perhatikan gambar berikut ini.

Jika besi/baja telah menjadi magnet, pernyataan berikut benar, *kecuali* ....



- a. A kutub utara dan B kutub selatan
- b. A kutub selatan dan B kutub utara
- c. A dan B kutub selatan
- d. A dan B kutub utara

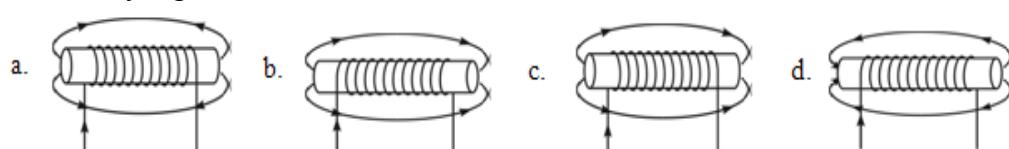
7. Magnet listrik dapat diperoleh dengan cara ....
  - a. mendekatkan besi/baja pada magnet tetap
  - b. melilitkan kawat berarus listrik DC pada baja/besi berisolasi
  - c. menggosokkan besi/baja dengan magnet tetap ke satu arah.
  - d. melilitkan kawat berarus listrik AC pada besi/baja berisolasi.
8. Jarum kompas selalu menunjuk arah utara selatan bumi, disebabkan adanya ....
  - a. medan magnet bumi
  - b. gravitasi bumi
  - c. gaya tarik bumi
  - d. rotasi bumi
9. Perhatikan gambar berikut.



Pernyataan berikut yang *tidak* tepat adalah ....

- a. A : kutub selatan
- b. B : kutub selatan
- c. C : kutub selatan
- d. D : kutub utara

10. Gambar berikut menunjukkan arah garis-garis gaya magnet yang dihasilkan oleh solenoida yang benar adalah ....



## Bab 14

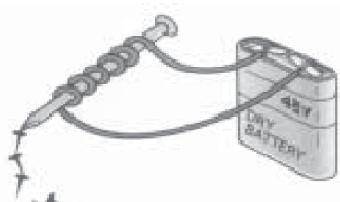
# GGL Induksi

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

5. Memahami konsep kelistrikan dan kemagnetan serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

### INDIKATOR

- 5.5. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi GGL induksi.

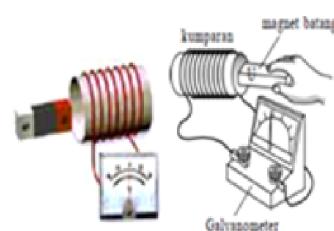


Gbr. Kemagnetan Karena Listrik

Kemagnetan dan kelistrikan merupakan dua gejala alam yang prosesnya dapat dibalik-balik. Ketika H.C. Oersted membuktikan bahwa di sekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet (artinya listrik menimbulkan magnet), para ilmuwan mulai berpikir **keterkaitan antara kelistrikan dan kemagnetan**.

### A. GGL Induksi

Tahun 1821 Michael Faraday membuktikan bahwa perubahan medan magnet dapat menimbulkan arus listrik (artinya magnet menimbulkan listrik) melalui eksperimen yang sangat sederhana. Galvanometer merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengetahui ada tidaknya arus listrik yang mengalir.



Gbr. Galvanometer, mengukur kuat arus

1. GGL induksi dapat terjadi pada kedua ujung kumparan jika di dalam kumparan terjadi perubahan jumlah garis-garis gaya magnet (fluks magnetik). GGL yang timbul akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet dalam kumparan disebut GGL induksi.

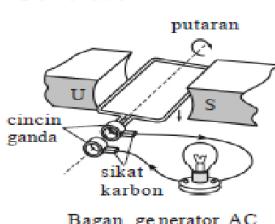
Arus listrik yang ditimbulkan GGL induksi disebut arus induksi. Peristiwa timbulnya GGL induksi dan arus induksi akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet disebut induksi elektromagnetik.

2. Energi yang diperlukan untuk memindah elektron di dalam sumber arus itulah yang disebut gaya gerak listrik (GGL). Gaya Gerak Listrik pada kumparan hanya terjadi apabila terdapat perubahan jumlah garis-garis gaya magnet.
3. Beberapa faktor yang mempengaruhi gaya gerak listrik (GGL) induksi:
  - a. Kecepatan perubahan medan magnet. Semakin cepat perubahan medan magnet, maka GGL induksi yang timbul semakin besar
  - b. Banyaknya lilitan. Semakin banyak lilitannya, maka GGL induksi yang timbul juga semakin besar
  - c. Kekuatan magnet. Semakin kuat gelaja kemagnetannya, maka GGL induksi yang timbul juga semakin besar.
4. GGL induksi dapat ditimbulkan dengan cara:
  - a. Memutar magnet di dekat kumparan atau memutar kumparan di dekat magnet.
  - b. Mengubah arah arus searah pada kumparan primer.
  - c. Mengalirkan arus AC pada kumparan primer

## B. Penerapan GGL induksi

Penerapan GGL Induksi pada generator dan dinamo.

### 1. Generator



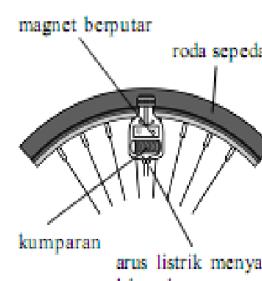
Gbr. GGL induksi Generator

Generator dibedakan menjadi dua, yaitu generator arus searah (DC) dan generator arus bolak-balik (AC). Baik generator AC dan generator DC memutar kumparan di dalam medan magnet tetap. Generator AC sering disebut alternator. Arus listrik yang dihasilkan berupa arus bolak-balik.

### 2. Dinamo

Bagian-bagian dinamo: sebuah kumparan, sebuah cincin geser, sikat, dan magnet.

Dinamo dibedakan menjadi dua yaitu, dinamo arus searah (DC) dan dinamo arus bolak-balik (AC). Prinsip kerja dinamo sama dengan generator yaitu memutar kumparan di dalam medan magnet atau memutar magnet di dalam kumparan. Bagian dinamo yang berputar disebut rotor. Bagian dinamo yang tidak bergerak disebut stator.

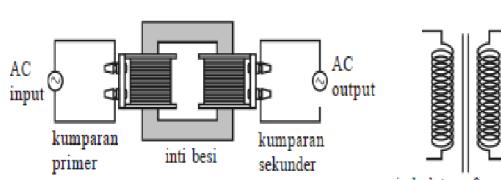


Gbr. Dinamo Sepeda

### 3. Transformator

Transformator: alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak-balik.

Bagian utama transformator ada tiga, yaitu inti besi yang berlapis-lapis, kumparan primer, dan kumparan sekunder. Kumparan primer yang dihubungkan dengan PLN sebagai tegangan masukan (input) yang akan dinaikkan atau diturunkan. Kumparan sekunder dihubungkan dengan beban sebagai tegangan keluaran (output).



Gbr. Transformator dan Simbol

### a. Macam-macam Transformator

Transformator (trafo), dibedakan menjadi dua, yaitu trafo step up dan trafo step down. Trafo *step up* adalah transformator yang berfungsi untuk menaikkan tegangan AC. Trafo ini memiliki ciri-ciri:

- 1) jumlah lilitan primer lebih sedikit daripada jumlah lilitan sekunder,
- 2) tegangan primer lebih kecil daripada tegangan sekunder,
- 3) kuat arus primer lebih besar daripada kuat arus sekunder.

Trafo *step down* adalah transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan AC. Trafo ini memiliki ciri-ciri:

- 1) jumlah lilitan primer lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder,
- 2) tegangan primer lebih besar daripada tegangan sekunder,
- 3) kuat arus primer lebih kecil daripada kuat arus sekunder.

Persamaan-persamaan pada transformator

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

Keterangan:

$V_p$  = tegangan primer (tegangan input =  $V_i$ ) dengan satuan volt (V)

$V_s$  = tegangan sekunder (tegangan output =  $V_o$ ) dengan satuan volt (V)

$N_p$  = jumlah lilitan primer

$N_s$  = jumlah lilitan sekunder

$I_p$  = kuat arus primer (kuat arus input =  $I_i$ ) dengan satuan ampere (A)

$I_s$  = kuat arus sekunder (kuat arus output =  $I_o$ ) dengan satuan ampere (A)



### Contoh

Sebuah transformator *step down* terdiri atas kumparan primer yang memiliki 1.200 lilitan dan kumparan sekunder yang memiliki 40 lilitan. Jika kumparan primer dihubungkan dengan beda potensial 220 V, maka berapa beda potensial pada kumparan sekunder?

Jawab:

Diketahui : lilitan kumparan primer,  $N_p = 1.200$

lilitan kumparan sekunder,  $N_s = 40$

beda potensial primer,  $V_p = 220$  V

Ditanya : beda potensial sekunder,  $V_s = ?$

Jawab.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$\frac{220}{V_s} = \frac{1200}{40}$  dengan perkalian silang diperoleh

$$V_p = \frac{40 \times 220}{1200}$$

$$V_p = \frac{8800}{1200}$$

= 7,3 V Jadi, beda potensial kumparan sekunder sebesar 7,3 V

b. Efisiensi transformator :

Efisiensi transformator adalah Perbandingan antara daya sekunder dengan daya primer atau hasil bagi antara energi sekunder dengan energi primer yang dinyatakan dengan persen

$$\eta = \frac{P_p}{P_s} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \times 100\%$$



### Contoh

Sebuah trafo arus primer dan sekundernya masing-masing 0,8 A dan 0,5 A. Jika jumlah lilitan primer dan sekunder masing-masing 100 dan 800, berapakah efisiensi trafo?

**Penyelesaian:**

$$\text{Diketahui: } I_p = 0,8 \text{ A} \quad N_p = 1.000$$

$$I_s = 0,5 \text{ A} \quad N_s = 800$$

Ditanya:  $\eta = \dots ?$

Jawab:

$$\eta = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{800 \times 0,5}{1000 \times 0,8} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{400}{800} \times 100\% = 50\%$$

Jadi, efisiensi trafo sebesar 50%.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

2. Jika garis gaya magnet yang memotong kawat diperkecil, arus induksi akan menjadi ....
  - a. Tetap
  - b. tidak dapat diperkirakan.
  - c. Naik
  - d. Turun
3. Alat yang mengubah besar tegangan bolak-balik adalah ....
  - a. Galvanometer
  - b. Transformator
  - c. motor listrik
  - d. Elektromagnetik
4. Menghasilkan arus listrik dengan menggerakkan kawat melalui medan magnet dinamakan ....
  - a. Kemagnetan
  - b. transmisi tegangan
  - c. induksi elektromagnetik
  - d. Elektromagnetik
5. Alat yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik adalah ....
  - a. motor listrik
  - b. Transformator
  - c. Galvanometer
  - d. Generator
6. Perhatikan gambar di bawah.
 

Bagian yang menunjukkan sudut inklinasi adalah ....

  - a. 1 dan 3
  - b. 4 dan 2
  - c. 2 dan 3
  - d. 3 dan 4
7. Sudut antara jarum kompas dengan arah utara sebenarnya disebut ....
  - a. Inklinasi
  - b. Deklinasi
  - c. kutub
  - d. Bumi
8. Berdasarkan gambar elektromagnet, pernyataan berikut yang *tidak* tepat adalah ....
  - a. kutub-kutub magnet yang dihasilkan sulit diubah
  - b. P : kutub utara dan Q : kutub selatan
  - c. kemagnetannya mudah dihilangkan
  - d. kemagnetannya tidak tergantung hambatan lilitan
9. Hal berikut yang *tidak* dapat memperbesar medan magnet yang dihasilkan elektromagnet adalah ....
  - a. memperbanyak lilitan
  - b. memperbesar inti besi
  - c. memperbesar hambatan
  - d. kuat arus diperbesar
10. Sebuah trafo jumlah lilitan primer dan sekundernya masing-masing 500 dan 400 lilitan. Jika tegangan primernya 220 V, tegangan sekundernya adalah ....
  - a. 375 V
  - b. 275 V
  - c. 196 V
  - d. 176 V
10. Sebuah trafo arus primer dan sekundernya masing-masing 0,8 A dan 0,5 A. Jika jumlah lilitan primer dan sekunder masing-masing 100 dan 800, maka efisiensi trafo adalah ....
  - a. 15%
  - b. 25%
  - c. 50%
  - d. 75%



## Bab 15



# Sistem Tata Surya

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

6. Memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya.

### INDIKATOR

- 6.1 Menjelaskan karakteristik benda-benda langit dalam tata surya.

Pernahkah kalian menengadah ke angkasa dimalam hari yang cerah?. Tentu kamu akan melihat jutaan bintang di langit. Sebenarnya yang kamu lihat tidak hanya bintang-bintang, karena di angkasa raya itu terdapat banyak benda-benda langit. Benda-benda langit yang memancarkan cahaya disebut bintang, sedangkan benda yang tidak bercahaya disebut planet.

### A. Susunan Tata Surya

Tata surya kita tersusun atas benda-benda langit yang meliputi: matahari sebagai pusatnya dan planet-planet, satelit-satelit pengiring planet, meteorid, komet, serta asteroid yang mengelilingi matahari.



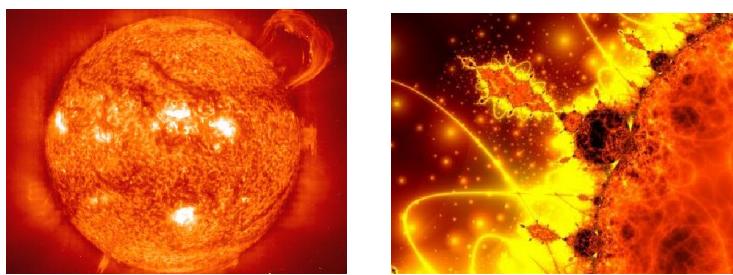
Gbr. Bidang Edar Planet

Peredaran benda langit yang berupa planet dan benda langit lainnya dalam mengelilingi matahari disebut *revolusi*. Sebagian besar garis edarnya (orbit) berbentuk elips. Bidang edar planet-planet mengelilingi matahari disebut *bidang edar*, sedangkan bidang edar planet bumi disebut *bidang ekliptika*. Selain berevolusi benda-benda langit juga berputar pada porosnya yang disebut *rotasi*, sedangkan waktu untuk sekali berotasi disebut *kala rotasi*.

## 1. Matahari

Matahari adalah pusat tata surya dan tersusun atas bola gas yang bercahaya. Matahari merupakan salah satu bintang yang menghiasi galaksi Bima Sakti. Suhu permukaan matahari 6.000 derajat celsius yang dipancarkan ke luar angkasa hingga sampai ke permukaan bumi, sedangkan suhu inti sebesar 15-20 juta derajat celsius.

Matahari juga merupakan sumber energi. Energi matahari berasal dari *reaksi fusi* yang terjadi di dalam inti matahari. Reaksi fusi ini merupakan penggabungan atom-atom hidrogen menjadi helium. Reaksi fusi tersebut akan menghasilkan energi yang sangat besar. Matahari tersusun dari berbagai macam gas antara lain hidrogen (76%), helium (22%), oksigen dan gas lain (2%).



Gbr. Suhu Permukaan Bumi

Matahari terdiri atas empat lapisan, yaitu inti matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona.

- Inti Matahari**, merupakan bagian dalam dari matahari. Suhu pada inti matahari dapat mencapai  $1,5 \times 10^7^\circ\text{C}$ . Pada bagian inti matahari terjadi reaksi fusi yang menghasilkan sumber energi matahari. Energi yang dihasilkan dirambatkan sampai pada lapisan yang paling luar, yang kemudian akan terealisasi ke angkasa luar.
- Fotosfer**, merupakan bagian permukaan matahari. Lapisan ini mengeluarkan cahaya sehingga mampu memberikan penerangan sehari-hari. Suhu pada lapisan ini mampu mencapai lebih kurang  $16.000^\circ\text{C}$  dan mempunyai ketebalan sekitar 500 km.
- Kromosfer**, merupakan lapisan di atas fotosfer dan bertindak sebagai atmosfer matahari. Kromosfer mempunyai ketebalan 16.000 km dan suhunya mencapai lebih kurang  $9.800^\circ\text{C}$ . Kromosfer terlihat berbentuk gelang merah yang mengelilingi bulan pada waktu terjadi gerhana matahari total.
- Korona**, merupakan lapisan luar atmosfer matahari. Suhu korona mampu mencapai lebih kurang  $1.000.000^\circ\text{C}$ . Warnanya keabu-abuan yang dihasilkan dari ionisasi atom-atom akibat suhunya yang sangat tinggi. Korona tampak ketika terjadi gerhana matahari total, karena pada saat itu hampir seluruh cahaya matahari tertutup oleh bulan. Bentuk korona, seperti mahkota dengan warna keabu-abuan.

Gejala-gejala aktif pada matahari atau aktivitas matahari sering menimbulkan gangguan-gangguan pada matahari, antara lain:

- Gumpalan-Gumpalan pada Fotosfer (Granulasi)**. Gumpalan-gumpalan ini timbul karena rambatan gas panas dari inti matahari ke permukaan. Akibatnya, permukaan matahari tidak rata melainkan bergumpal-gumpal.
- Bintik Matahari (Sun Spot)**. Bintik matahari merupakan daerah tempat munculnya medan magnet yang sangat kuat. Bintik-bintik ini bentuknya lubang-lubang di permukaan matahari di mana gas panas menyembur dari dalam inti matahari, sehingga dapat mengganggu telekomunikasi gelombang radio di permukaan bumi.

c) **Lidah Api Matahari**

Lidah api matahari merupakan hamburan gas dari tepi kromosfer matahari. Lidah api dapat mencapai ketinggian 10.000 km. Lidah api sering disebut *prominensa* atau *protuberan*. Lidah api terdiri atas massa proton dan elektron atom hidrogen yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Massa partikel ini dapat mencapai permukaan bumi.

Sebelum masuk ke bumi, pancaran partikel ini tertahan oleh medan magnet bumi (*sabuk Van Allen*), sehingga kecepatan partikel ini menurun dan bergerak menuju kutub, kemudian lama-kelamaan partikel berpijar yang disebut *aurora*. Hamburan partikel ini mengganggu sistem komunikasi gelombang radio. Aurora di belahan bumi selatan disebut *Aurora Australis*, sedangkan di belahan bumi utara disebut *Aurora Borealis*.

d) **Letusan (Flare)**

Flare adalah letusan-letusan gas di atas permukaan matahari. Flare dapat menyebabkan gangguan sistem komunikasi radio, karena letusan gas tersebut terdiri atas partikel-partikel gas bermuatan listrik.

## 2. Planet

Planet merupakan benda langit yang mengitari matahari yang memiliki bidang orbit yang eksklusif, bersih dari objek lain di sekitarnya serta memiliki massa yang cukup untuk gaya gravitasi sehingga mampu mempertahankan bentuknya.

Secara umum planet-planet bergerak dari barat ke timur, kecuali Venus dan Uranus. Setiap planet mempunyai kala revolusi dan kala rotasi yang berbeda-beda. Planet tidak bisa memancarkan cahaya sendiri tetapi hanya memantulkan cahaya yang diterima dari matahari.

Ukuran antara planet satu dengan yang lain berbeda. Begitu pula jaraknya terhadap matahari. Planet yang terdekat terhadap matahari mempunyai kala revolusi terkecil.

Nama	Massa (× massa bumi)	Garis Tengah	Jarak terhadap Matahari	Periode Revolusi	Periode Rotasi
Matahari	333.400	1.500.000 km	—	—	25 hari
Merkurius	0,053	4.897 km	58 juta km	88 hari	59 hari
Venus	0,007	12.104 km	108 juta km	224,7 hari	249 hari
Bumi	1,00	12.743 km	150 juta km	365,25 km	24 jam
Mars	0,106	6.787 km	228 juta km	687 hari	24,6 km
Yupiter	318	141.700 km	778 juta km	11,9 tahun	9,9 jam
Saturnus	94,1	120.000 km	1.426 juta km	29,5 tahun	10,4 jam
Uranus	14,4	50.800 km	2.872 juta km	84 tahun	10,8 jam
Neptunus	17,1	48.000 km	4.490 juta km	164,8 tahun	15,7 jam

Gbr. Tabel Perbandingan Antar Planet

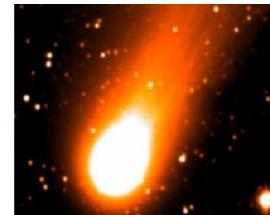
Ada 3 cara mengelompokkan planet:

- Berdasarkan bumi sebagai pembatas
  - 1) Planet inferior = yaitu planet-planet yang orbitnya terletak di antara orbit bumi dan matahari, yaitu merkurius dan venus
  - 2) Planet superior = planet-planet yang orbitnya berada diluar orbit bumi, yaitu mars, jupiter, saturnus, uranus dan Neptunus.
- Berdasarkan sabut asteroid
  - 1) Planet dalam = yaitu planet-planet yang orbitnya berada di sebelah dalam sabut asteroid, yaitu merkurius, venus, bumi dan mars

- 2) Planet luar yaitu planet-planet yang orbitnya berada di luar dari sabut asteroid, yaitu Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus

### 3. Komet

Komet berasal dari bahasa Yunani, yaitu *kometes* yang artinya berambut panjang. Komet menurut istilah bahasa adalah benda langit yang mengelilingi matahari dengan orbit yang sangat lonjong. Komet terdiri atas es yang sangat padat dan orbitnya lebih lonjong daripada orbit planet.



Gbr. Komet

Komet menyemburkan gas berbahaya yang dapat terlihat dari bumi. Bagian-bagian komet, yaitu:

- 1) inti komet, yaitu bagian komet yang kecil tetapi padat tersusun dari debu dan gas.
- 2) koma, yaitu daerah kabut di sekeliling inti.
- 3) ekor komet, yaitu bagian yang memanjang dan panjangnya mampu mencapai satu satuan astronomi (1SA = jarak antara bumi dan matahari). Arah ekor komet selalu menjauhi matahari. Hal itu dikarenakan ekor komet ter dorong oleh radiasi dan angin matahari.

Kebanyakan komet tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus dengan menggunakan teleskop. Komet yang terkenal adalah *komet Halley* yang ditemukan oleh *Edmund Halley*. Komet itu muncul setiap 76 tahun sekali. Komet sering disebut sebagai *bintang berekor*.

### 4. Asteroid



Gbr. Asteroid

Asteroid adalah benda langit yang mirip dengan planet-planet, yang terletak di antara orbit Mars dan Jupiter. Asteroid disebut juga *planetoid* atau *planet kerdil*. Asteroid yang terbesar dan yang pertama adalah *Ceres* yang ditemukan oleh *Giussepe Piazzi* (astronom Italia). Icarus adalah salah satu asteroid yang pernah mendekati bumi dengan orbit yang berbentuk lonjong.

### 5. Meteoroid



Gbr. Meteoroid

Meteoroid adalah batuan-batuhan kecil yang sangat banyak dan melayang-layang di angkasa luar. Batuan-batuhan ini banyak mengandung unsur besi dan nikel. Batuan-batuhan ini masuk ke atmosfer bumi karena pengaruh gravitasi bumi. Gesekan dengan atmosfer bumi menghasilkan panas yang membakar habis batuan-batuhan itu sebelum sempat mencapai permukaan bumi.

Batuhan-batuhan atau benda langit yang bergesekan dengan atmosfer bumi dan habis terbakar sebelum sampai di permukaan bumi disebut *meteor*. Adapun batuan-batuhan yang tidak habis terbakar dan sampai di permukaan bumi disebut *meteorit*.

Ada sebuah meteorit yang jatuh di Arizona USA dengan ukuran yang sangat besar hingga membentuk sebuah kawah. Kawah tersebut dinamakan *Kawah Barringer*. Contoh meteorit dapat dilihat di Museum Geologi, Bandung.

## B. Bumi sebagai Planet

### 1. Gerak Bumi

Bumi selain bergerak mengitari matahari mengalami, juga mengalami rotasi dan revolusi. Periode rotasi sekitar 23 jam 56 menit 4,09 detik atau sekitar 24 jam.

Akibat daripada rotasi bumi, maka bumi mengalami gerak semu terhadap matahari. Sekali bumi berotasi (satu periode rotasi), semua tempat di bumi telah menjalani perputaran  $360^{\circ}$  bujur, dengan rotasi ditempuh 24 jam.

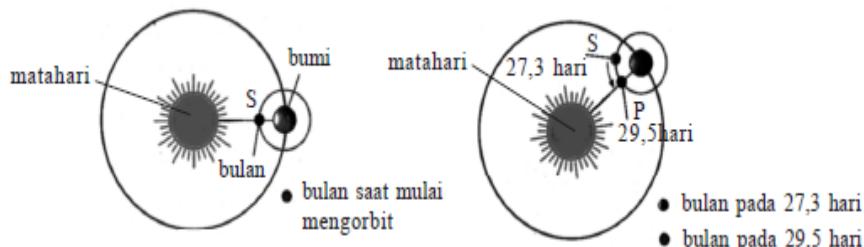
Rotasi bumi di negara kita mengakibatkan wilayah Indonesia terbagi menjadi 3 daerah waktu, yaitu: Indonesia Bagian Barat, tengah dan timur. Perbedaan waktu antara dua daerah waktu yang berdampingan tersebut adalah 1 jam.

### b) Revolusi Bumi

Terjadinya revolusi bumi mengakibatkan pergantian musim dan perubahan lamanya waktu siang dan malam. Selain itu, revolusi bumi juga mengakibatkan terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan.

## 6. Bulan

Bulan merupakan benda langit yang mengitari bumi. Karena bumi mengitari matahari, maka bulan juga mengitari matahari bersamaan dengan bumi. Selain itu, bulan juga berputar pada porosnya sendiri. Dengan demikian bulan mempunyai tiga gerakan sekaligus.



Gbr. Posisi Bulan terhadap Matahari

### 1) Gerak Bulan

Rotasi bulan adalah perputaran bulan pada porosnya. Periode rotasi bulan sama dengan periode revolusi bumi. Sekali putaran bulan menempuh waktu 24 jam sedangkan untuk mengedari bumi, bulan membutuhkan waktu 27,3 hari.

Ada dua jenis bulan yang diakui oleh para ahli astronomi:

1. Bulan Sinodis

Fase bulan baru 29,5 hari bulan baru (berikutnya)

2. Bulan Sideris

Periode orbit bulan sideris 27,5 hari. Di mana periode bulan sideris hampir dua hari lebih pendek daripada bulan sinodis.

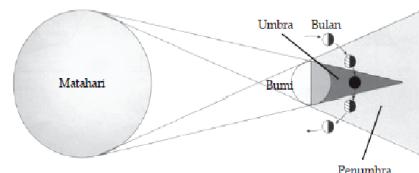
### 2) Gerhana Bulan dan Matahari

1. Gerhana bulan

Gerhana bulan terjadi pada saat bumi terletak antara bulan dan matahari. Di mana matahari-bumi-bulan terletak pada satu garis lurus. Pada saat itu bulan tidak mendapat cahaya matahari karena terhalang oleh bumi. Sedangkan gerhana matahari terjadi apabila matahari - bulan - bumi terletak pada satu garis lurus. Bulan akan menutupi matahari selama gerhana matahari berlangsung.



Gbr. Gerhana Matahari



Gbr. Gerhana bulan

Perhatikan kedua gambar di atas dan identifikasi letak bumi, bulan dan matahari. Gambar pertama adalah gerhana matari dan gambar ke dua adalah gerhana bulan.

Pada saat gerhana bulan dan gerhana matahari akan membentuk dua bayangan.

1) Umbra

Umbra adalah bayangan yang dibentuk oleh bumi dan atau bulan berbentuk kerucut. Umbra merupakan ruang gelap yang tidak terkena cahaya sama sekali.

2) Penumbra

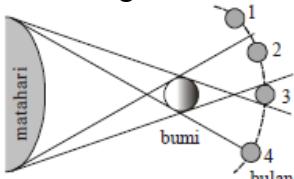
Penumbra adalah bayang-bayang kabur yang berada di sekitar umbra.

Penumbra merupakan daerah agak kabur karena masih terkena sedikit cahaya.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Berikut ini urutan lapisan matahari dari yang paling dalam, yaitu ....
  - a. korona, fotosfer, kromosfer, dan inti matahari
  - b. inti matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona
  - c. fotosfer, inti matahari, kromosfer, dan korona
  - d. kromosfer, fotosfer, inti matahari, dan korona
2. Fotosfer sering disebut lapisan Cahaya, karena ....
  - a. merambatkan cahaya
  - b. menimbulkan reaksi fisi dan fusi secara bersamaan
  - c. mengubah energi dari energi cahaya menjadi energi panas
  - d. memancarkan cahaya yang sangat kuat
3. Energi matahari dihasilkan melalui ....
  - a. reaksi fisi
  - b. reaksi fusi
  - c. reaksi kimia
  - d. reaksi endoterm
4. Salah satu akibat gerak semu harian bintang adalah ....
  - a. warna cahaya bintang terlihat berbeda-beda
  - b. bintang terlihat berkedip-kedip
  - c. bintang terlihat lebih kecil dibandingkan matahari
  - d. kedudukan bintang pada setiap hari berbeda-beda
5. Benda langit yang disebut bintang berekor adalah ....
  - a. meteor
  - b. planetoid
  - c. komet
  - d. satelit
6. Berikut ini yang *bukan* akibat dari revolusi bumi adalah ....
  - a. terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan
  - b. adanya perubahan lamanya waktu siang dan malam
  - c. adanya pergantian musim
  - d. adanya pergantian siang dan malam
7. Matahari seakan-akan bergerak dari timur ke barat, karena ....
  - a. bumi berotasi dari barat ke timur
  - b. kala rotasi bumi sangat singkat
  - c. bumi berputar mengelilingi matahari
  - d. gerak matahari sangat cepat
8. Permukaan bulan yang menghadap ke bumi selalu tetap. Hal ini disebabkan ....
  - a. bulan berputar pada sumbunya
  - b. kala rotasi bulan
  - c. bulan beredar mengelilingi bumi
  - d. kala rotasi sama dengan kala revolusi terhadap bumi
9. Merupakan planet paling mempesona karena memiliki cincin terbanyak dan terbesar adalah ....
  - a. Merkurius
  - b. Saturnus
  - c. Uranus
  - d. Neptunus
10. Perhatikan gambar di bawah ini!



Bulan purnama ditunjukkan oleh nomor ....

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4



## Bab 16



# Bumi Sebagai Planet

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

6. Memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya.

### INDIKATOR

- 6.2. Menjelaskan fenomena yang terjadi akibat perubahan suhu di permukaan bumi, peredaran bumi, atau peredaran bulan



Bumi adalah salah satu planet dalam tatasurya kita. Bumi terbagi menjadi tiga lapisan utama yaitu lapisan batuan (*litosfer*), lapisan air (*hidrosfer*), dan lapisan udara (*atmosfer*).

Tahukah kamu, mengapa bentuk permukaan bumi tidak rata? Bentuk permukaan bumi yang tidak rata disebabkan oleh faktor dari dalam yaitu berupa suatu tenaga yang sangat besar, yaitu:

Gbr. Permukaan Bumi

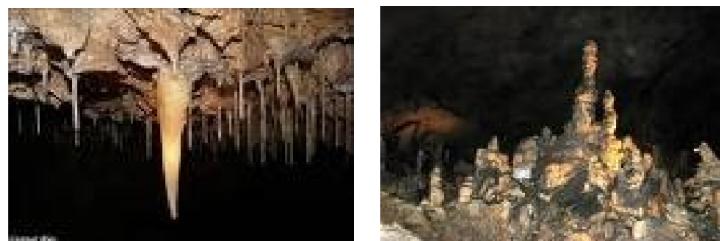
- 1) Tenaga endogen, yaitu tenaga yang sangat besar yang berasal dari dalam bumi yang dapat membentuk permukaan bumi. Contohnya peristiwa letusan gunung.
- 2) Tenaga eksogen, yaitu tenaga dari luas bumi yang bersifat merusak permukaan bumi. Contohnya peristiwa pelapukan dan pemanasan global

### 1. Pelapukan

- a. Pelapukan adalah proses perubahan atau rusaknya batu-batuan atau benda lain akibat tenaga eksogen.

b. Macam-macam pelapukan:

- 1) Pelapukan Mekanik, yaitu pelapukan yang disebabkan oleh perubahan suhu atau tekanan. Peristiwa semacam ini akan merusak butiran-butiran batuan, kayu, dan benda-benda lain sehingga hancur menjadi bagian-bagian lebih kecil
- 2) Pelapukan Kimia, yaitu pelapukan yang terjadi melalui reaksi kimia. Misal: besi berkarat dan terjadinya stalagtit dan stalagnit.



Gbr. Stalagtit dan Stalagnit

- 3) Pelapukan Organik, yaitu pelapukan yang disebabkan oleh organisme atau makhluk hidup, misalnya tumbuhan, hewan, dan manusia. Misal: akar pohon yang merusak pot atau bangunan, hewan-hewan kecil yang menghancurkan kayu dan perabotan rumah tangga.

## 2. Pemanasan Global

Pemanasan global adalah naiknya temperatur di permukaan bumi akibat kenaikan volume gas CO<sub>2</sub> dan gas freon yang menahan pancaran gelombang panas sehingga memantulkan kembali panas ke bumi. Gas freon atau kloro fluoro karbon (CFC) banyak dihasilkan pada freezar (pendingi). Sedangkan karbondioksida berasal dari asap pabrik, asap kendaraan bermotor dan hasil kebakaran hutan dan pembakaran sampah.



Gbr. Efek Rumah Kaca



Gbr. Kutub es mencair

Pemanasan global sering disebut dengan efek rumah kaca (*green house effect*). Proses efek rumah kaca terjadi ketika gas-gas pencemar seperti karbondioksida dan CFC menahan pancaran gelombang panas di permukaan bumi. Di mana panas akan memantul kembali ke bumi, sehingga akan terjadi kenaikan temperatur di permukaan bumi.

Pemanasan global menimbulkan berbagai dampak, antara lain

- a. perubahan iklim,
- b. kenaikan frekuensi dan intensitas badai,
- c. menaikkan suhu permukaan laut, sehingga terjadi penambahan ketinggian air laut.

### 3. Permasalahan Lingkungan

Lingkungan darat, udara, dan air sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia, diantaranya:

- a) penebangan hutan secara liar akan mengakibatkan banjir
- b) pembuangan sampah sembarangan akan menimbulkan penyakit
- c) pencemaran udara dapat menyebabkan penyakit saluran pernafasan
- d) pencemaran air akan menyebabkan ikan-ikan mati sehingga mengurangi tersedianya protein.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Bumi terdiri atas tiga lapisan. Lapisan yang berada paling atas adalah . . .  
a. Ionosfer    b. hidrosfer    c. litosfer    d. atmosfer
2. Pelapukan yang disebabkan oleh perubahan suhu atau tekanan disebut . . .  
a. pelapukan alami    c. pelapukan organik  
b. pelapukan kimia    d. pelapukan mekanik
3. Polutan yang memicu terjadinya pemanasan global adalah . . .  
a. karbon dioksida    b. oksigen    c. merkuri    d. air
4. Salah satu cara mengurangi pemanasan global . . .  
a. penebangan hutan teratur    c. penggunaan bensin untuk bahan kendaraan  
b. penghijauan di daerah perkotaan    d. ladang berpindah-pindah
5. Gejala-gejala litosfer yang termasuk oleh tenaga endogen, adalah . . .  
a. Air    b. angin    c. gletser    d. vulkanisme
6. Berikut ini adalah penyebab pembentukan litosfer dari luar bumi, **kecuali** . . .  
a. angin, air, dan gletser    c. sinar matahari, cuaca, dan salju  
b. pelapukan, erosi, dan sedimentasi    d. diatropisme dan vulkanisme
7. Tenaga yang berasal dari luar bumi bersifat . . .  
a. membentuk muka bumi    c. merusak bentuk muka bumi  
b. menambah kekuatan muka bumi    d. menambah variasi bentuk muka bumi
8. Datangnya musim hujan yang tidak teratur merupakan salah satu efek dari ...  
a. pemanasan global    c. perubahan cuaca  
b. suhu global    d. arah datangnya angin
9. Terbentuknya lapisan tanah akibat aktivitas hewan kecil dalam tanah merupakan pelapukan . . .  
a. Organik    b. kimia    c. fisika    d. mekanik
10. Berikut ini aktivitas negatif manusia terhadap lingkungan darat adalah . . .  
a. pembuangan sampah pada tempat pembuangan akhir  
b. pembalakan hutan  
c. sistem pertanian terasering  
d. memisahkan sampah organik dan anorganik



# Bab 17



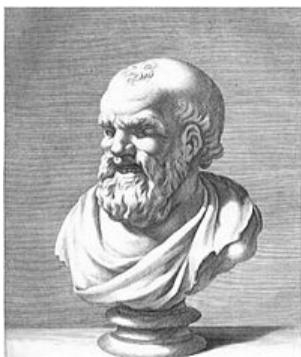
## Atom, Unsur Dan Molekul

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

7. Mendeskripsikan konsep atom, ion dan molekul dihubungkan dengan produk kimia sehari-hari

### INDIKATOR

Mengidentifikasi atom, ion, unsur, atau molekul sederhana serta penggunaannya pada produk kimia dalam kehidupan sehari-hari



Gbr. Democritus

Seorang filsuf Yunani yang bernama Democritus berpendapat bahwa jika suatu benda dibelah terus menerus, maka pada saat tertentu akan didapat akan didapat bagian yang tidak dapat dibelah lagi. Bagian seperti ini oleh Democritus disebut atom. Istilah atom berasal dari bahasa yunani “a” yang artinya tidak, sedangkan “tomos” yang artinya dibagi. Jadi, atom artinya tidak dapat dibagi lagi.

Pengertian ini kemudian disempurnakan menjadi, atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur yang tidak dapat dibelah lagi namun namun masih memiliki sifat kimia dan sifat fisika benda asalnya.

### A. Konsep Atom, Ion dan Molekul

#### 1. Atom

Atom berasal dari bahasa Yunani *atomos* (a=tidak, tomos=terbagi). Jadi atom adalah bagian terkecil dari suatu materi yang sudah tidak dapat dibagi-bagi lagi. Atom adalah suatu satuan dasar materi, yang terdiri atas inti atom serta awan elektrom bermuatan negatif yang mengelilinginya. Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif, dan neutron yang bermuatan netral (kecuali pada inti atom Hidrogen-1, yang tidak memiliki neutron). Elektron-elektron pada sebuah atom terikat pada inti atom oleh gaya elektromagnetik.

Sekumpulan atom demikian pula dapat berikatan satu sama lainnya, dan membentuk sebuah molekul. Atom yang mengandung jumlah proton dan elektron yang sama bersifat netral, sedangkan yang mengandung jumlah proton dan elektron yang berbeda bersifat positif atau negatif dan disebut sebagai ion. Atom dikelompokkan berdasarkan jumlah proton dan neutron yang terdapat pada inti atom tersebut. Jumlah proton pada atom menentukan unsur kimia atom tersebut, dan jumlah neutron menentukan isotop unsur tersebut.

## 2. Unsur

*Unsur* adalah sekelompok atom yang memiliki jumlah proton yang sama pada intinya. Jumlah ini disebut sebagai nomor atom unsur. Sebagai contoh, semua atom yang memiliki 6 proton pada intinya adalah atom dari unsur kimia karbon, dan semua atom yang memiliki 92 proton pada intinya adalah atom unsur uranium.



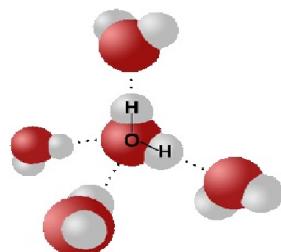
Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat diubah lagi menjadi zat yang lebih sederhana, atau tidak dapat diubah menjadi zat kimia lain dengan menggunakan reaksi kimia biasa. Tahun 2005 sudah diketahui ada 118 unsur (yaitu 93 unsur yang terdapat di alam dan 26 unsur buatan). Jumlah unsur masih terus bertambah sesuai dengan perkembangan ilmu kimia. Contoh unsur : Carbon (**C**), Oksigen (**O**) dan Hidrogen (**H**). Hidrogen diduga sebagai unsur alamiah pertama yang ada di jagad raya, sedangkan unsur buatan yang diduga pertama kali dibuat adalah **teknetium** (tahun 1937). Seluruh unsur buatan (unsur sintetik) merupakan radioaktif.

## 3. Ion

*Ion* atau spesies bermuatan, atau suatu atom atau molekul yang kehilangan atau mendapatkan satu atau lebih elektron. Kation bermuatan positif (misalnya kation natrium  $\text{Na}^+$ ) dan anion bermuatan negatif (misalnya klorida  $\text{Cl}^-$ ) dapat membentuk garam netral (misalnya natrium klorida,  $\text{NaCl}$ ). Contoh ion poliatom yang tidak terpecah sewaktu reaksi asam-basa adalah hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

## 4. Senyawa

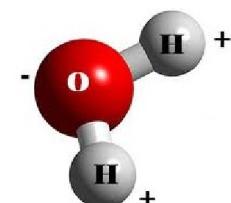
*Senyawa* merupakan suatu zat yang dibentuk oleh dua atau lebih unsur dengan *perbandingan tetap* yang menentukan susunannya. sebagai contoh, air merupakan senyawa yang mengandung hidrogen dan oksigen dengan perbandingan dua terhadap satu. Senyawa dibentuk dan diuraikan melalui reaksi kimia.



Sifat senyawa berbeda dengan sifat unsur-unsur penyusunnya. Contoh : air pada suhu kamar berwujud cair, tetapi unsur hidrogen dan oksigen penyusunnya berwujud gas. Senyawa dapat berwujud zat padat, cair serta gas. Senyawa dapat terurai menjadi zat yang lebih sederhana.

## 5. Molekul

*Molekul* adalah bagian terkecil dan tidak terpecahkan dari suatu senyawa kimia murni yang masih mempertahankan sifat kimia dan fisik yang unik. Suatu molekul terdiri dari dua atau lebih atom yang terikat satu sama lain.



Gbr. Molekul Air

## Struktur Molekul

1. Molekul Unsur (molekul homo atom), terdiri dari molekul diatomik (tersusun dari dua atom) dan molekul poliatomik (tersusun lebih dari dua atom).  
Molekul diatomik contohnya Hidrogen ( $H_2$ ).  
Molekul poliatomik contohnya Fosfor ( $P_4$ ) dan Belerang ( $S_8$ )
2. Molekul Senyawa, partikel terkecil senyawa yang masih mempunyai sifat senyawa itu. Contoh air ( $H_2O$ )

17

### Uji Kompetensi



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Bagian terkecil dari unsur yang sudah tidak dapat dibagi lagi dengan reaksi kimia biasa disebut ....  
a. Molekul    b. Senyawa    c. Campuran    d. Atom
2. Unsur penting dalam urea yang berperan sebagai penyusun protein dan pembentukan klorofil adalah....  
a. Karbon    b. Oksigen    c. Nitrogen    d. Hydrogen
3. Pernyataan di bawah ini yang *tidak benar* adalah ....  
a. Molekul terdiri atas atom-atom  
b. Setiap materi tersusun dari molekul-molekul  
c. Setiap molekul unsur tersusun dari empat atom unsur  
d. Molekul senyawa tersusun dari atom-atom yang berbeda
4. Molekul yang terdiri dari atom-atom yang sejenis disebut....  
a. Molekul Senyawa    c. Molekul zat  
b. Molekul unsur    d. Molekul campuran
5. Molekul yang terdiri dari atom-atom yang berbeda disebut....  
a. Molekul Senyawa    c. Molekul zat  
b. Molekul unsur    d. Molekul campuran
6. Ion kalsium bermuatan 2 positif ditulis.....  
a.  $2Ca$     b.  $Ca^{2+}$     c.  $Ca^{2-}$     d.  $Ca\ 2$
7. Contoh molekul unsur adalah....  
a.  $H_2O$     b.  $O_2$     c.  $CO_2$     d. CO
8. Contoh molekul senyawa adalah....  
a.  $H_2O$     b.  $O_2$     c. H    d.  $N_2$
9. Jumlah atom  $H_2O$  adalah....  
a. 2 atom hydrogen, 1 atom oksigen    c. 2 atom hydrogen, 2 atom oksigen  
b. 2 atom oksigen, 1 atom hydrogen    d. 1 atom hydrogen, 1 atom oksigen
10. Air dapat dibentuk dari reaksi antara Oksigen dengan....  
a. Natrium    b. Oksigen    c. Nitrogen    d. Hidrogen



# Bab 18

## Sifat Fisika dan Sifat Kimia

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

8. Mendeskripsikan klasifikasi zat, sifat-sifat, dan perubahannya

### INDIKATOR

1. Menjelaskan sifat-sifat fisika dan atau kimia berdasarkan hasil percobaan.

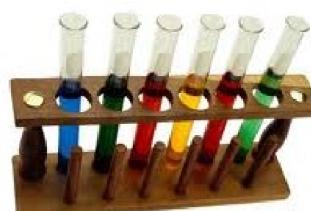


Gbr. Es mencair

Berdasarkan perubahan yang terjadi, sifat zat dibedakan menjadi sifat fisika dan sifat kimia. Sifat fisika adalah sifat yang dapat diamati secara langsung tanpa mengubah susunan zat, misalnya: wujud zat, warna, bau, titik didih, titik lebur dan kelarutan zat. Sifat kimia adalah sifat yang dapat diamati setelah suatu zat berubah menjadi zat lain, misalnya: berkarat (besi) bau busuk (makanan) dan menjadi arang pada kayu yang dibakar.

#### A. Sifat Fisika

Dalam kehidupan sehari-hari, banyak sekali peristiwa yang berkaitan dengan sifat fisika zat. Adapun sifat fisika zat meliputi perubahan wujud zat, pembuatan larutan dan kelarutan.



Gbr. Tabung reaksi

##### 1. Wujud Zat

Tiga macam wujud zat yang kita kenal adalah : padat, cair dan gas. Zat tersebut dapat berubah dari satu wujud ke wujud lain. Beberapa peristiwa perubahan yang kita kenal, yaitu: menguap, mengembun, mencair, membeku, meyublim, dan mengkristal. Zat memiliki titik didih dan titik lebur yang berbeda-beda untuk masing-masing jenis zat.

Titik didih air pada tekanan udara normal (76 cmHg) adalah  $100^{\circ}\text{C}$ , sedangkan bensin kurang lebih  $80^{\circ}\text{C}$ .

## 2. Warna

Setiap benda memiliki warna yang berbeda-beda. Warna merupakan sifat fisika yang dapat kamu amati secara langsung. Warna yang dimiliki suatu benda merupakan ciri tersendiri yang membedakan antara zat satu dengan zat lain. Misal, susu berwarna putih, karbon berwarna hitam, paku berwarna kelabu pudar dan lain-lain.

## 3. Kelarutan



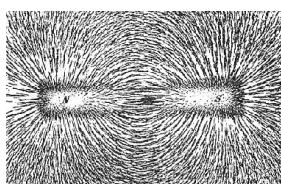
Gbr. Gelas ukur

Air merupakan zat pelarut untuk zat-zat terlarut. Tidak semua zat dapat larut dalam zat pelarut. Misal, garam dapat larut dalam air, tetapi kopi tidak dapat larut dalam air. Kelarutan suatu zat dalam pelarut tertentu merupakan sifat fisika.

## 4. Daya hantar listrik

Benda logam pada umumnya dapat menghantarkan listrik. Benda yang dapat menghantarkan listrik dengan baik disebut konduktor, sedangkan benda yang tidak dapat menghantarkan listrik disebut isolator. Daya hantar listrik pada suatu zat dapat diamati dari gejala yang ditimbulkannya. Misal, tembaga dihubungkan dengan sumber tegangan dan sebuah lampu. Akibat yang dapat kamu amati adalah lampu dapat menyala. Daya hantar listrik merupakan sifat fisika.

## 5. Kemagnetan



Gbr. Medan magnet

Berdasarkan sifat kemagnetan, benda digolongkan menjadi dua yaitu benda magnetik dan benda non magnetik. Benda magnetik adalah benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet, sedangkan benda non magnetik adalah benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet. Misal, terdapat campuran antara serbuk besi dan pasir.

Pemisahan campuran ini tidak dapat dilakukan dengan penyaringan atau pengayakan. Cara yang lebih mudah adalah dengan mendekatkan sebuah magnet pada campuran tersebut. Serbuk besi termasuk bahan magnetik, maka akan tertarik pada magnet tersebut. Perbedaan fisika seperti ketertarikan suatu benda pada sebuah magnet dapat digunakan untuk memisahkan suatu zat dalam campuran. Coba kamu kumpulkan beberapa informasi yang lain, tentang sifat fisika suatu benda!

## B. Sifat Kimia

Sifat kimia adalah ciri-ciri suatu zat yang berhubungan dengan terbentuknya zat jenis baru. Perhatikan logam-logam yang berada di sekitarmu, apakah semua dapat bereaksi dengan oksigen? Besi termasuk zat yang mudah bereaksi dengan oksigen, sehingga dapat mengakibatkan besi berkarat. Berikut ini beberapa contoh sifat kimia yang dimiliki suatu benda, yaitu:

## **1. Mudah terbakar**

Pernahkah kamu memperhatikan, mengapa di stasiun pengisian bahan bakar terdapat larangan “*DILARANG MEROKOK*”? Peringatan ini bertujuan untuk mengingatkan kepada konsumen bahwa, bensin termasuk zat yang mudah terbakar. Dengan mengetahui sifat dari bahan-bahan yang mudah terbakar, kita akan dapat menggunakan secara aman.



Gbr. Zat kimia mudah terbakar

## **2. Busuk dan asam**

Akibat terjadi reaksi kimia dalam suatu makanan atau minuman, dapat mengakibatkan makanan dan minuman tersebut membusuk dan berubah rasa menjadi asam. Misal, nasi yang dibiarkan berhari-hari bereaksi dengan udara menjadi basi, susu yang berubah rasa menjadi asam.

## **3. Berkarat**

Reaksi antara logam dan oksigen dapat mengakibatkan benda tersebut berkarat. Logam, seperti : besi dan seng memiliki sifat mudah berkarat. Terdapat benda-benda yang tidak dapat berkarat, seperti: plastik dan kaca. Berkarat merupakan sifat kimia, sebab terjadi reaksi yang menghasilkan zat jenis baru.



Gbr. Perkaratan pada besi

## **4. Mudah meledak**

Interaksi zat dengan oksigen di alam ada yang mempunyai sifat mudah meledak, seperti: magnesium, uranium dan natrium.

## **5. Racun**

Terdapat beberapa zat yang memiliki sifat kimia beracun, antara lain: insektisida, pestisida, fungisida, herbisida dan rodentisida. Zat beracun tersebut digunakan manusia untuk membasmi hama, baik serangga maupun tikus.

### **Rangkuman:**

1. Ciri khas suatu zat yang dapat diamati tanpa mengubah zat-zat penyusun materi tersebut dinamakan sifat fisika.
2. Sifat fisika suatu benda, antara lain :
  - a. Wujud Zat
  - b. Warna
  - c. Kelarutan
  - d. Daya hantar listrik
  - e. Kemagnetan
3. Sifat kimia adalah ciri-ciri suatu zat yang berhubungan dengan terbentuknya zat jenis baru.
4. Beberapa contoh sifat kimia yang dimiliki suatu benda, yaitu :
  - a. Mudah terbakar
  - b. Busuk dan asam
  - c. Berkarat
  - d. Mudah meledak
  - e. Racun



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Ciri khas zat yang dapat diamati tanpa merubah zat-zat penyusun materi tersebut dinamakan ....
  - a. Sifat kimia
  - b. Sifat fisika
  - c. Sifat alami
  - d. Sifat zat
2. Ciri-ciri suatu zat yang berhubungan dengan terbentuknya zat jenis baru disebut ....
  - a. Sifat kimia
  - b. Sifat fisika
  - c. Sifat alam
  - d. Sifat zat
3. Berikut ini yang termasuk sifat fisika adalah ....
  - a. Dapat dipotong
  - b. Dapat membusuk
  - c. Dapat berkarat
  - d. Dapat dibakar
4. Pembuatan es batu merupakan pemanfaatan sifat benda, yaitu ....
  - a. Sifat alami
  - b. Sifat fisika
  - c. Sifat buatan
  - d. Sifat kimia
5. Perhatikan kejadian berikut:
 

1) Besi berkarat	3) Bensin dibakar
2) Air mendidih	4) Es mencair

 Kejadian yang berhubungan dengan sifat fisika adalah ....
  - a. 1 dan 2
  - b. 1 dan 3
  - c. 2 dan 3
  - d. 2 dan 4
6. Salah satu contoh sifat kimia adalah ....
  - a. Massa jenis
  - b. Kepadatan
  - c. Titik lebur
  - d. Mudah berkarat
7. Diketahui beberapa sifat-sifat zat:
 

1) titik didih	4) Mudah terbakar
2) mudah berkarat	5) Massa jenis
3) warna	6) Tingkat kekerasan

 Di antara data di atas, yang merupakan sifat-sifat fisika adalah ....
  - a. 1, 2, 3
  - b. 2, 3 ,4
  - c. 1, 3, 5
  - d. 4, 5, 6
8. Contoh pemanfaatan sifat kimia benda adalah ....
  - a. Membuat meja dari kayu
  - b. Membuat pagar dari bambu
  - c. Mengerasakan jalan dengan aspal
  - d. Mengerasakan jalan dengan adukan semen
9. Berikut ini yang bukan contoh sifat kimia yang dimiliki suatu benda adalah ....
  - a. Mudah terbakar
  - b. Busuk dan asam
  - c. Mudah meledak
  - d. Bersifat magnet
10. Bukan merupakan sifat fisika suatu benda adalah ....
  - a. Mudah meledak
  - b. Bersifat magnet
  - c. Dapat dipotong
  - d. Memiliki masa jenis



# Bab 19

## Perubahan Fisika dan Perubahan Kimia

### STANDAR KOMPETENSI LULUSAN

8. Mendeskripsikan klasifikasi zat, sifat-sifat, dan perubahannya

### INDIKATOR

2. Menjelaskan perubahan fisika atau kimia berdasarkan hasil percobaan.



Gbr. Perkaratan Besi

Pernahkah kamu memperhatikan besi berkarat? Besi yang dibiarkan terbuka, akan menjadi berkarat. Besi yang berkarat berubah warnanya menjadi merah kecoklatan. Hal ini terjadi karena bereaksi dengan oksigen yang ada di udara secara kimia. Proses terjadinya karat ini akan semakin cepat jika udara di sekitar banyak mengandung uap air.

#### A. Perubahan Fisika Dan Kimia

Suatu materi mengalami perubahan fisika, adalah perubahan zat yang bersifat sementara, seperti perubahan wujud, bentuk atau ukuran. Perubahan ini tidak menghasilkan zat baru. Jika kita memanaskan es, maka es tersebut akan berubah menjadi air, selanjutnya jika kita panaskan terus maka air akan berubah menjadi uap air. Peristiwa ini hanya menunjukkan perubahan wujud dimana es, adalah air yang berbentuk padat, dan air yang berbentuk cair, dan uap air adalah air yang berbentuk gas. Tampak bahwa zat masih tetap air. Berbagai macam perubahan wujud adalah contoh perubahan fisika. Beberapa contoh di bawah ini, adalah perubahan wujud yang mudah kita amati.

Proses membeku, perubahan dari zat cair menjadi zat padat karena terjadi penurunan suhu, membuat es dan membuat agar-agar atau jelly adalah proses yang sering dilakukan oleh ibu kita.

Penyubliman adalah peristiwa perubahan zat padat berubah menjadi gas. Dalam kehidupan sehari-hari mudah kita jumpai, misalnya kapur barus yang menyublim menjadi gas berbau wangi. Menghablur merupakan peristiwa perubahan gas menjadi padatan, peristiwa ini sering disebut juga dengan pengkristalan. Proses di laboratorium dapat dilakukan untuk membuat kristal amonium sulfat yang berasal dari gas amonia dan belerang dioksida.

Perubahan wujud yang lain adalah menguap, mencair dan mengembun. Peristiwa ini dapat diamati pada peristiwa hujan. Peristiwa ini diawali dengan penguapan air ke udara, selanjutnya mencair kembali dan kembali ke permukaan bumi.

## 1. Perubahan Fisika

Perubahan fisika dapat diamati pada lingkungan di sekitar kita. Apa contoh perubahan fisika tersebut? Untuk mendapatkan jawabannya, mari kita simak pembahasan berikut :

### a) Beberapa Perubahan Fisika di Sekitar Kita

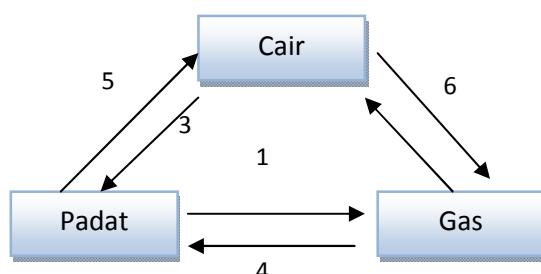
Mungkin di daerahmu terdapat sungai yang memiliki batuan dari berbagai ukuran. Batuan tersebut ada yang besar, ada pula yang kecil. Arus sungai yang deras menerpa dan menghanyutkan batuan tersebut sehingga pecah menjadi batuan-batuan yang lebih kecil.

Pecahan-pecahan batuan ini memiliki sifat yang sama dengan batuan semula. Sebagai contoh, pecahan batuan dan batuan semula tetap keras, serta bahan penyusunnya pun sama. Peristiwa pecahnya batuan tergolong perubahan fisika.



Gbr. Proses penguapan

Udara yang kita hirup setiap hari merupakan hasil perubahan fisika. Udara terdiri dari berbagai macam gas, misalnya gas oksigen, nitrogen, dan argon. Gas-gas ini bercampur secara fisika membentuk udara. Udara yang telah terbentuk dapat diuraikan menjadi zat penyusunnya melalui proses destilasi.



Gbr. Perubahan wujud zat

Ketika kamu menjemur pakaian juga terjadi perubahan fisika. Pakaian yang semula basah lama-kelamaan kering karena mendapat panas matahari. Panas matahari menguapkan air yang terdapat pada pakaian. Perubahan dari air menjadi uap air tergolong perubahan fisika.

Ketika kita membuat minuman teh juga terjadi perubahan fisika. Pada saat itu kita mencampur gula dengan air teh. Setelah diaduk beberapa lama, butiran gula menghilang dan timbul rasa manis. Adanya rasa manis menunjukkan bahwa zat gula sebenarnya tidak hilang, melainkan masih terdapat dalam air teh.

Perubahan fisika juga dapat diamati ketika kita merebus air, membuat es batu, air mengalami perubahan wujud dari cairan menjadi padatan. Ketika kita menggoreng masakan dengan margarine, terjadi perubahan wujud dari padatan menjadi cairan.

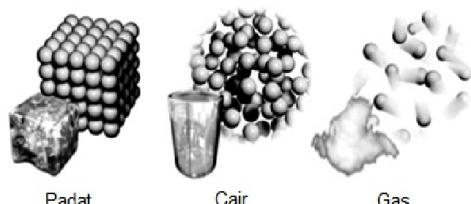
### b) Sebab-sebab Terjadinya Perubahan Fisika

Perhatikan kembali beberapa contoh perubahan fisika yang sudah dibahas di atas. Ternyata, perubahan fisika dapat diakibatkan oleh beberapa hal. Pertama, perubahan fisika berupa perubahan wujud. Kedua, perubahan fisika karena pencampuran benda. Ketiga, perubahan fisika karena benda dipotong atau dibelah.



Gbr. Perubahan fisika

Perubahan wujud telah dipelajari di Kelas 1. perubahan wujud mencakup perubahan dari padat ke cair (disebut *mencair* atau *meleleh*), cair ke gas (*menguap*), gas ke cair (*mengembun*), cair ke padat (*membeku*), dan padat ke gas (*menyublim*). Semua perubahan wujud ini terjadi karena benda menerima atau melepaskan panas. Mencair (misalnya, es menjadi air), menguap (air menjadi uap air), dan menyublim (kapur barus menjadi gas) terjadi karena benda menerima panas. Sebaliknya, membeku (air menjadi es batu) dan mengembun (uap air menjadi air) terjadi karena benda melepaskan panas.



Gbr. Sifat partikel zat

Pencampuran tergolong perubahan fisika selama benda-benda yang bercampur tidak bereaksi. Contohnya : mencampur gula dengan air, mencampur pasir dengan gula, dan mencampur serbuk besi dengan serbuk belerang. Benda-benda yang bercampur ini masih dapat dipisahkan satu sama lain.

Namun, bila pada pencampuran tersebut timbul suatu reaksi kimia maka tergolong perubahan kimia. Contohnya : magnesium dicampur dengan asam klorida menghasilkan magnesium klorida dan gas hidrogen, serta natrium dicampur dengan air menghasilkan natrium hidroksida dan gas hidrogen.

Memecahkan atau membelah benda juga tergolong perubahan fisika. Contohnya : membelah kayu dan memotong kertas. Pada perubahan tersebut tidak terbentuk zat yang baru. Kayu semula memiliki sifat yang sama dengan kayu yang sudah dibelah. Demikian pula, kertas semula memiliki sifat yang sama dengan kertas yang sudah dipotong.

## 2. Perubahan Kimia

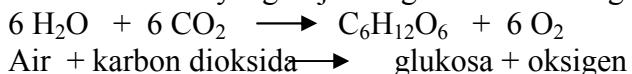
Seperti halnya perubahan fisika, perubahan kimia dapat kita amati di alam dan di lingkungan sekitar kita. Perubahan kimia seringkali disebut *reaksi kimia*. Apa contoh perubahan kimia? Bagaimana ciri-cirinya? Mari kita simak pembahasannya.

### a) Beberapa Perubahan Kimia di Sekitar Kita

Setiap hari kita melihat tumbuhan hijau di halaman rumah, halaman sekolah, atau di pinggir jalan. Pernahkah kamu membayangkan terjadinya perubahan kimia pada tumbuhan hijau?

Jika kita amati, sebagian dedaunan pada tumbuhan yang menguning, sebagian lagi mengering, layu dan berwarna kecoklatan. Daun yang berwarna kecoklatan lama-lama akan jatuh. Sehingga di sekitar tumbuhan biasanya berserakan daun-daun kering. Proses daun yang menguning kemudian berubah menjadi kecoklatan termasuk perubahan kimia.

Proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan hijau juga merupakan contoh perubahan kimia. Proses fotosintesis terjadi pada tumbuhan hijau. Pada proses ini, air dan karbon dioksida diubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Reaksi kimia yang terjadi digambarkan sebagai berikut :



Glukosa yang dihasilkan pada proses fotosintesis dapat digunakan sebagai sumber energi untuk proses respirasi pada tumbuhan. Selain itu, glukosa juga disimpan sebagai cadangan makanan, misalnya pada umbi-umbian dan buah-buahan. Dengan demikian, cadangan makanan dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup lain. Sementara itu, oksigen yang dilepaskan oleh tumbuhan dapat digunakan oleh makhluk hidup lain untuk bernapas.

Perubahan kimia juga terjadi dalam kehidupan makhluk hidup lain, yaitu hewan dan manusia. Pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia tidak lepas dari perubahan-perubahan kimia yang terjadi di dalam tubuh. Pertumbuhan dan perkembangan ini melibatkan banyak sekali perubahan-perubahan kimia yang berbeda.

Sebagai contoh pada proses pencernaan makanan. Makanan yang masuk ke dalam tubuh akan diolah dan dicampur dengan zat-zat lain yang dihasilkan oleh tubuh.

Hasilnya, digunakan tubuh untuk tumbuh dan berkembang. Selain itu, proses pernafasan juga melibatkan proses kimia. Oksigen yang masuk ke dalam tubuh akan digunakan untuk berbagai macam proses kimia.

Perubahan kimia juga dapat dilakukan di laboratorium. Laboratorium merupakan salah satu tempat dimana perubahan kimia banyak terjadi. Dalam pengamatan di laboratorium, kita dapat melihat zat-zat baru yang terbentuk akibat perubahan kimia. Perubahan kimia dapat ditandai dengan adanya pembentukan gas, pembentukan endapan, perubahan warna, dan perubahan energi. Perhatikan beberapa contoh berikut :

### 1) Pembentukan Gas

Gas dapat terbentuk bila kita tambahkan kapur tulis kedalam larutan asam klorida. Gas tersebut adalah karbon dioksida.

### 2) Pembentukan Endapan

Suatu larutan dapat bereaksi dengan larutan lain membentuk endapan (padatan). Reaksi ini disebut *reaksi pengendapan*. Sebagai contoh, reaksi antara larutan kalsium nitrat dengan larutan natrium karbonat. Bila kedua larutan ini dicampur, maka akan terbentuk endapan kalsium karbonat yang berwarna putih.



Gbr. Arang Hasil Pembakaran

### **3) Perubahan Warna**

Perubahan warna dapat menunjukkan telah terjadinya perubahan kimia. Perhatikan ketika kamu membakar kertas. Semula kertas berwarna putih, tetapi setelah dibakar berubah menjadi arang dan timbul asap pada saat api padam. Contoh lainnya, tembaga karbonat (berwarna hijau) yang bila dipanaskan akan berubah menjadi tembaga oksida (berwarna kehitaman) dan gas karbon dioksida.

### **4) Perubahan Energi**

Ketika terjadi perubahan kimia, energi yang dimiliki oleh suatu zat berubah. Energi tersebut bisa bertambah atau berkurang. Energi yang dimiliki oleh zat bertambah bila zat itu menerima energi dari lingkungannya. Sebagai contoh reaksi fotosintesis pada tumbuhan hijau yang telah disebutkan di atas. Energi didapatkan tumbuhan dari sinar matahari. Contoh lain ketika memasak makanan. Energi panas diterima makanan sehingga menjadi matang. Sebaliknya, energi yang dimiliki oleh zat berkurang bila zat itu melepaskan energi ke lingkungannya. Sebagai contoh, kembang api yang dibakar melepaskan energi panas ke lingkungan, yaitu udara di sekitar kembang api.

Bagaimana dengan perubahan kimia yang terjadi di rumahmu? Kita mungkin tidak menyadari bahwa banyak sekali perubahan kimia yang terjadi di rumah kita. Sebagai contoh, ketika kita menggoreng telur. Telur matang memiliki warna dan wujud yang berbeda dengan telur mentah. Telur mentah yang semula berwujud cair berubah menjadi padat ketika sudah matang. Putih telur yang semula bening atau tidak berwarna berubah menjadi putih. Bahkan putih telur berwarna kecoklatan di bagian pinggirnya bila digoreng terlalu lama.

Perubahan kimia juga terjadi pada keadaan berikut ini. Pada suatu malam listrik di rumah kita padam. Apa yang akan kita lakukan? Biasanya kita menyalakan korek api untuk menyulut lilin. Ketika korek api dinyalakan maka terjadi perubahan kimia. Api membakar batang korek api menjadi arang yang berwarna kehitaman.

Perhatikan pagar besi yang ada di rumah atau sekolahmu. Adakah bagian besi yang berkarat? Karat pada besi terjadi akibat reaksi kimia antara besi dengan oksigen dan uap air di udara. Pembentukan karat pada besi juga termasuk perubahan kimia.

Setiap hari kita melihat mobil atau sepeda motor melintasi di jalan raya. Mesin mobil membutuhkan bahan bakar, misalnya bensin atau solar. Bensin yang bercampur dengan udara dibakar didalam mesin mobil sehingga timbul panas. Energi hasil pembakaran sebagian digunakan untuk menggerakkan mobil. Zat baru yang dihasilkan dari pembakaran tersebut dibuang melalui knalpot sebagai gas buang.

## **b) Sebab-sebab Terjadinya Perubahan Kimia**

Sebelumnya, kita telah mengetahui beberapa contoh perubahan kimia. Perubahan kimia dapat diakibatkan oleh beberapa hal. Pertama, perubahan kimia dapat terjadi akibat pembakaran. Kedua, perubahan kimia dapat terjadi karena pencampuran zat. Ketiga, perubahan kimia dapat juga terjadi akibat adanya aliran listrik.

Perubahan kimia akibat pembakaran dapat diamati pada pembakaran kertas atau pembakaran kayu untuk bahan bakar. Pada perubahan kimia ini, energi panas diberikan pada zat sehingga terbentuk zat baru. Pada pembakaran kertas dan kayu, zat baru yang terbentuk adalah arang (mengandung karbon), dan gas yang lepas sebagai asap.

Perubahan kimia dapat juga terjadi akibat pencampuran dua macam zat atau lebih yang menghasilkan zat baru. Sebagai contoh natrium hidroksida dicampur dengan asam klorida membentuk natrium klorida dan air.

Perubahan kimia dapat terjadi akibat adanya aliran listrik. Sebagai contoh ketika mengisi ulang aki kendaraan. Aliran listrik mengakibatkan reaksi kimia dalam aki, sehingga aki dapat digunakan kembali.

## B. Ciri-Ciri Perubahan Fisika Dan Kimia

Kita telah melihat contoh-contoh perubahan fisika, kemudian melakukan kegiatan diatas. Mari kita ambil contoh perubahan fisika yang sederhana. Ketika kita membuat es batu, air mengalami perubahan wujud dari cairan menjadi padatan. Air tidak membentuk zat baru. Padatan es batu dapat dikembalikan lagi ke bentuk cairnya jika dipanaskan atau dibiarkan saja pada suhu kamar.

Bagaimana dengan perubahan kimia? Perhatikan kembali berbagai perubahan kimia yang sudah dibicarakan di atas. Apakah besi yang telah berkarat dapat diubah kembali menjadi besi yang baru? Apakah kertas yang sudah terbakar dapat dikembalikan menjadi kertas yang semula? Besi yang sudah berkarat tentu tidak dapat dikembalikan menjadi besi yang baru. Besi yang berkarat merupakan zat baru yang berbeda dengan besi baru. Demikian pula, batang korek api yang sudah menjadi arang tidak dapat dikembalikan menjadi batang korek api yang baru. Arang merupakan zat baru yang sifatnya berbeda dengan batang korek api yang baru. Tetapi, ada juga perubahan kimia yang dapat dikembalikan ke keadaan semula. Sebagai contoh, gas oksigen dan gas hidrogen dapat bereaksi membentuk air. Air yang terbentuk dapat dielektrolisis menghasilkan gas oksigen dan gas hidrogen kembali. Namun demikian, secara umum perubahan kimia sulit kembali ke keadaan semula.

Dari beberapa contoh perubahan fisika dan kimia yang telah dibahas, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan fisika tidak menghasilkan zat yang baru. Perubahan fisika bersifat timbal balik, artinya dapat kembali ke keadaan semula.
2. Perubahan kimia menghasilkan zat yang baru. Secara umum, zat baru yang terbentuk sulit kembali ke keadaan semula.

## INFORMASI

Perubahan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan industri. Industri kimia memanfaatkan reaksi kimia untuk mengubah bahan-bahan alami yang relatif murah menjadi produk-produk yang kita perlukan. Misalnya, mengubah minyak bumi menjadi plastik, detergen, atau obat-obatan. Dalam kehidupan sehari-hari, kita juga sering menggunakan reaksi kimia untuk berbagai tujuan. Misalnya, memasak dan membuat kue.



Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang paling benar !

1. Perubahan pada zat yang tidak menghasilkan zat jenis baru disebut ....  
a. Perubahan alam      c. Perubahan fisika  
b. Perubahan kimia      d. Perubahan zat
2. Perubahan zat yang menimbulkan jenis zat baru disebut ....  
a. Perubahan alam      c. Perubahan fisika  
b. Perubahan kimia      d. Perubahan zat
3. Besi berkarat merupakan contoh perubahan ....  
a. Kimia      b. Alam      c. Fisika      d. Bentuk
4. Sayuran menjadi basi merupakan contoh perubahan ....  
a. Kimia      b. Alam      c. Zat      d. Fisika
5. Beras yang ditumbuk halus menjadi tepung merupakan contoh perubahan ....  
a. Kimia      b. Zat      c. Alam      d. Fisika
6. Perubahan dari wujud padat menjadi wujud cair disebut ...  
a. Menyublim    b. Mengembun    c. Mencair    d. Menguap
7. Peristiwa berikut yang *bukan* perubahan kimia adalah ....  
a. Besi berkarat      c. Lilin terbakar  
b. Kayu terbakar      d. Air mendidih
8. Berikut yang merupakan perubahan fisika adalah ....  
a. Mercon meledak      c. Kertas terbakar  
b. Air mendidih      d. Aspal dibakar
9. Pada besi berkarat, masa besi sebelum berkarat adalah ....  
a. Sama dengan masa besi sesudah berkarat  
b. Lebih kecil dari pada masa besi sesudah berkarat  
c. Lebih besar dari pada masa besi sesudah berkarat  
d. Kadang-kadang lebih besar dari pada masa besi sesudah berkarat
10. Pereaksi atau zat yang bereaksi disebut ....  
a. Raktan      b. Pelarut      c. Produk      d. Disinfektan

## DAFTAR PUSTAKA

Wasis, Sugeng Yuli irianto, 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam, Jilid 2 untuk SMP/MTs Kelas VIII*, Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008

Sugiyarto, Teguh, 2008. *Ilmu pengetahuan alam 1 : untuk SMP/MTs/ kelas VII*, Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

Rinie Pratiwi P, ...[et. al.], 2008. *Contextual Teaching and Learning Ilmu Pengetahuan Alam: Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah Kelas VIII Edisi 4*, Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

Karim, Saeful, *Belajar IPA: membuka cakrawala alam sekitar 2 untuk kelas VIII/ SMP/MTs* Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

Wariyono, Sukis, 2008. Mari belajar ilmu alam sekitar 3: panduan belajar IPA terpadu / untuk kelas IX SMP/MTs, Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008

## BIODATA PENULIS



Nama	: Drs. Ahmad Sholahuddin, Dipl.Ed
NIP	: 196705201994031003
Pangkat/Gol. Ruang	: Guru Madya, IV/a
Jabatan	: Guru IPA MTsN Slawi
Unit Kerja	: MTsN Slawi Kab. Tegal
	: Jln. Prof. Moh. Yamin Slawi
	: (0283) 491124
Alamat Rumah	: Karanganyar RT.14/RW.07, No. 77
	: Kec. Kedungbanteng Kab. Tegal
Email	: sholahuddinahmad@gmail.com
Website	: <a href="http://www.sholahuddin.edublogs.org">http://www.sholahuddin.edublogs.org</a>