



# **MODUL PEMBELAJARAN FISIKA**

## **MATERI SUHU DAN KALOR**



**Rendiyansah**  
**Universitas Lampung**  
**2013**

## KATA PENGANTAR

Segala puji penulis haturkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan modul pembelajaran ini. Modul pembelajaran ini dibuat untuk meningkatkan mutu pembelajaran, penulis mengembangkan modul dari jenis biasa menjadi modul yang berbasis multi representasi.

Modul ini memuat materi Fisika “Suhu dan Kalor” yang disajikan dalam berbagai representasi (multi representasi) seperti representasi verbal, gambar/diagram dan matematika. Representasi-representasi yang disajikan saling berkaitan satu dengan lainnya.

Penulis menyadari bahwa dalam modul pembelajaran ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari rekan-rekan pembaca. Akhir kata penulis berharap semoga modul pembelajaran ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Maret 2013

Rendiyansah

## DAFTAR ISI

halaman

KATA PENGANTAR .....	ii
----------------------	----

DAFTAR ISI .....	iii
------------------	-----

### I. PENDAHULUAN

A. Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar .....	v
B. Deskripsi .....	v
C. Waktu .....	v
D. Petunjuk Umum Penggunaan Modul .....	iv
E. Tujuan Akhir.....	iv
F. Peta Konsep .....	vii

### II. KEGIATAN PEMBELAJARAN

#### A. Kegiatan Pembelajaran I

1. Suhu dan Termometer .....	1
2. Kalor Jenis .....	13
3. Kapasitas Kalor .....	14
4. Latihan .....	16
5. Rangkuman .....	18
6. Tes Formatif .....	19
7. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	21
8. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	21

#### B. Kegiatan Pembelajaran II

6. Tes Formatif .....	35
7. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	39
8. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	39

#### C. Kegiatan Pembelajaran III

1. Perpindahan Kalor.....	40
2. Asas Black.....	47
3. Latihan .....	49
4. Rangkuman .....	50
5. Tes Formatif .....	51
6. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	53
7. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	53

#### DAFTAR PUSTAKA

#### GLOSARIUM

## PENDAHULUAN

### Standar Kompetensi:

4. Menerapkan konsep kalor dan prinsip konservasi energi pada berbagai perubahan energi

### Kompetensi Dasar:

- 4.1 Menganalisis pengaruh kalor terhadap suatu zat
- 4.2 Menganalisis cara perpindahan kalor
- 4.3 Menerapkan asas Black dalam pemecahan masalah

### Deskripsi

Modul ini berjudul “Modul Pembelajaran Fisika Suhu dan Kalor”. Modul ini berisi materi fisika suhu dan kalor yang disajikan dalam berbagai macam bentuk representasi. Penyajian materi dalam banyak representasi bertujuan untuk mempermudah Anda memahami isi modul. Modul ini dibagi menjadi tiga kegiatan pembelajaran. Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat menguasai materi modul secara optimal sehingga Anda dapat mencapai tujuan belajar yang ditetapkan.

### Waktu

Modul ini dialokasikan waktu 3x3x45' yaitu:

1. Kegiatan Pembelajaran I (3x45')
2. Kegiatan Pembelajaran II (3x45')
3. Kegiatan Pembelajaran III (3x45')

### **Petunjuk Umum Penggunaan Modul**

Modul ini digunakan untuk memahami materi suhu dan kalor kelas X SMA/MA.

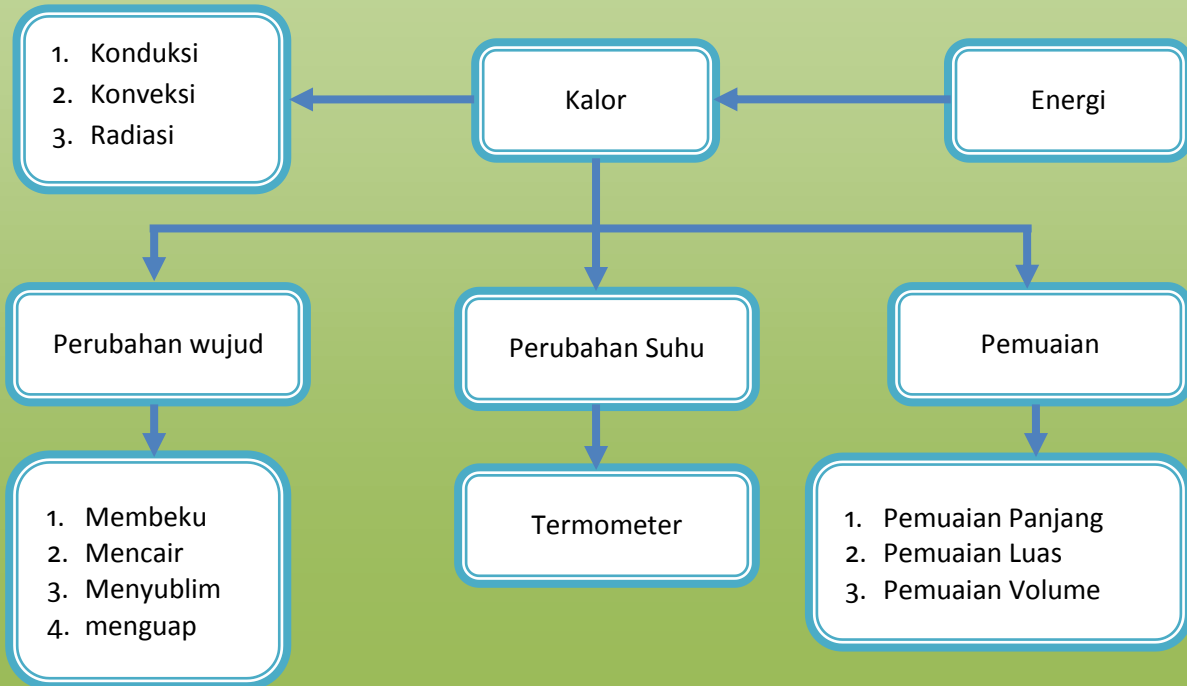
1. Siapkan alat tulis sebelum mempelajari modul.
2. Pahami materi yang disajikan di dalam modul.
3. Tandai dan tulislah hal-hal yang Anda anggap penting di buku tulis Anda atau di bagian modul yang kosong.
4. Asahlah pemahaman Anda dengan mengerjakan soal-soal latihan.
5. Bacalah petunjuk yang ada pada umpan balik dan tindak lanjut.

### **Tujuan Akhir**

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat:

1. Menjadi siswa yang berperilaku mandiri, jujur dan bertanggungjawab.
2. Menguasai materi suhu dan kalor minimal 70% atau memenuhi kriteria ketuntasan minimal (KKM)

## Peta Konsep



## Kegiatan Pembelajaran I

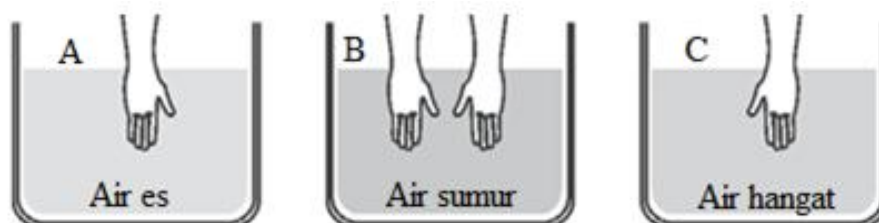
### Tujuan

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat:

- Menjelaskan pengertian suhu.
- Menjelaskan indera manusia bukan pengukur suhu yang baik.
- Menjelaskan prinsip kerja termometer.
- Menjelaskan hubungan skala suhu Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin.
- Menentukan skala umum dari berbagai skala termometer.
- Menjelaskan pengertian kapasitas kalor dan pengertian kalor jenis.

### Suhu dan Termometer

Kalian tentunya pernah mandi menggunakan air hangat, bukan? Untuk mendapatkan air hangat tersebut kita mencampur air dingin dengan air panas. Ketika tangan kita menyentuh air yang dingin, maka kita mengatakan suhu air tersebut dingin. Ketika tangan kita menyentuh air yang panas maka kita katakan suhu air tersebut panas. Ukuran derajat panas dan dingin suatu benda tersebut dinyatakan dengan besaran suhu. Jadi, suhu adalah suatu besaran untuk menyatakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda. Suhu dapat dirasakan oleh tangan melalui syaraf yang ada pada kulit dan diteruskan ke otak. Namun, kulit tidak dapat dijadikan sebagai alat ukur suhu suatu benda.



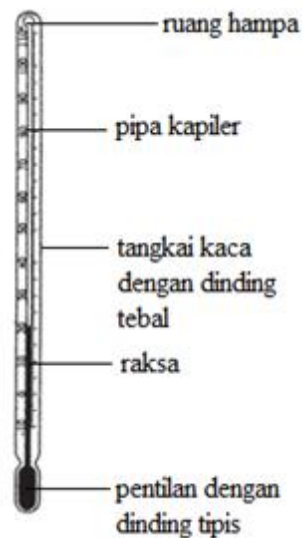
Gambar 1.1 mengukur suhu dengan tangan (Teguh S. dan Eny I., 11)



Gambar 1.1 di atas merupakan suatu percobaan mengukur suhu air menggunakan tangan. Ketika kamu memasukkan tangan kananmu ke ember A, ternyata tanganmu terasa dingin, sedangkan tangan kiri yang kamu masukkan pada ember C, terasa hangat. Ketika kamu memindahkan kedua telapak tanganmu dengan cepat dan memasukkannya pada ember B, ternyata tangan kanan yang tadinya merasakan dingin akan berubah merasakan hangat, sedangkan tangan kiri yang tadinya merasakan hangat akan terasa dingin. Hal ini menunjukkan bahwa perasaan kita tidak dapat menyatakan suhu suatu benda dengan tepat, juga karena jangkuan perasaan kita terbatas. Oleh karena itu manusia menciptakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dan besarnya suhu dapat dilihat dari angka yang ditunjukkan.

Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer. Termometer bekerja dengan memanfaatkan perubahan sifat-sifat fisis benda yaitu perubahan volume akibat perubahan suhu. Termometer berupa tabung kaca yang di dalamnya berisi zat cair, yaitu raksa atau alkohol. Pada suhu yang lebih tinggi, raksa dalam tabung memuai sehingga menunjuk angka yang lebih tinggi pada skala. Sebaliknya, pada suhu yang lebih rendah raksa dalam tabung menyusut sehingga menunjuk angka yang lebih rendah pada skala. Terdapat empat skala yang digunakan dalam pengukuran suhu, yaitu, skala Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin.

Jenis termometer yang paling sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah termometer cairan. Ada dua macam termometer cairan yang sering kita gunakan yaitu termometer raksa dan termometer alkohol. Adapun bagian-bagian termometer cairan secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.2 di bawah ini:



Gambar 1.2 Termometer (Setya Nurachmandani, 152)

Ingat bagian-bagian termometer cairan yang tertera pada Gambar 1.2 di atas adalah:

- Pentilan dengan dinding tipis berfungsi sebagai penghantar panas untuk mengukur suhu suatu benda.
- Cairan berfungsi sebagai indikator suhu, raksa akan memuai atau menyusut sesuai dengan suhu benda yang diukur.
- Tangkai kaca dengan dinding tebal dengan skala sebagai penunjuk angka besarnya suhu yang terukur.
- Pipa kapiler berfungsi untuk jalannya cairan yang memuai atau menyusut.
- Ruang hampa berfungsi agar tidak ada udara yang mengalami perubahan volume akibat perubahan suhu lingkungan sehingga tidak mempengaruhi ketelitian termometer.

## 1. Termometer Raksa

Kelebihan:

- a. Raksa mudah dilihat karena mengkilap,
- b. Volum raksa berubah secara teratur (linear) ketika terjadi perubahan suhu,
- c. Raksa tidak membasahi kaca ketika memuai atau menyusut,
- d. Jangkauan suhu raksa cukup lebar dan sesuai untuk pekerjaan-pekerjaan laboratorium ( $-40^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $350^{\circ}\text{C}$ ) dimana  $-40^{\circ}\text{C}$  adalah titik bekunya dan  $350^{\circ}\text{C}$  adalah titik didihnya,
- e. Raksa dapat terpanasi secara merata sehingga menunjukkan suhu dengan cepat dan tepat.

Kekurangan:

- a. Raksa mahal,
- b. Raksa tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu yang sangat rendah (misalnya suhu di kutub utara atau kutub selatan),
- c. Raksa termasuk zat berbahaya, sehingga termometer raksa berbahaya jika tabungnya pecah.

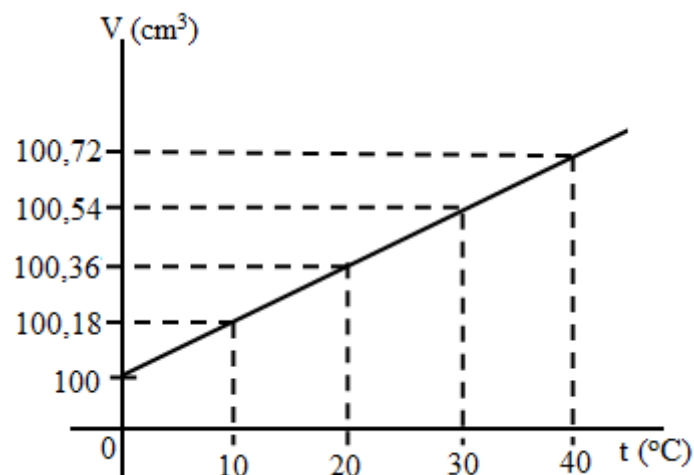
Koefisien muai volume raksa adalah sebesar  $0,00018/^{\circ}\text{C}$ . Adapun pertambahan volume raksa terhadap perubahan suhu dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah ini:

Tabel 1.1 Pengaruh suhu terhadap perubahan volume raksa

No.	$V_0$ ( $\text{cm}^3$ )	$t_0$ $^{\circ}\text{C}$	$\Delta t$ $^{\circ}\text{C}$	$\Delta V$ ( $\text{cm}^3$ )	$V_t$ ( $\text{cm}^3$ )
1	100	0	10	0,18	100,18
2	100	0	20	0,36	100,36
3	100	0	30	0,54	100,54
4	100	0	40	0,72	100,72

Tabel di atas menunjukkan bahwa perubahan volume linear terhadap perubahan suhu. Yaitu setiap kenaikan suhu yang sama yaitu setiap suhu naik  $10^{\circ}\text{C}$  maka volume raksa bertambah  $0,18 \text{ cm}^3$ .

Adapun grafik perubahan volume raksa terhadap perubahan suhu dapat dilihat pada Gambar 1.3 di bawah ini:



Gambar 1.3 Grafik perubahan volume raksa terhadap perubahan suhu

Grafik pada Gambar 1.3 di atas menunjukkan perubahan volume raksa ketika terjadi perubahan suhu. Terlihat bahwa perubahan volume yang terjadi linear terhadap perubahan suhu, yaitu setiap pertambahan kenaikan suhu yang sama akan diikuti pertambahan volume yang sama. Garis yang menunjukkan hubungan perubahan volume terhadap perubahan suhu disebut koefisien muai raksa. Kelinearan koefisien muai raksa menyebabkan jarak antar garis skala pada termometer raksa sama besar.

## 2. Termometer Alkohol

Kelebihan:

- a. Alkohol lebih murah dibandingkan dengan raksa,
- b. Alkohol teliti, karena untuk menaikkan suhu yang kecil, alkohol mengalami perubahan volum yang lebih besar,
- c. Alkohol dapat mengukur suhu yang sangat dingin (misal suhu di daerah kutub) karena titik beku alkohol sangat rendah, yaitu  $-112^{\circ}\text{C}$ .

Kekurangan:

- a. Alkohol memiliki titik didih rendah, yaitu  $78^{\circ}\text{C}$ , sehingga pemakaiannya terbatas (antara lain tidak dapat mengukur suhu air ketika mendidih),
- b. Alkohol tidak berwarna, sehingga harus diberi warna terlebih dahulu agar mudah terlihat,
- c. Alkohol membasahi ( melekat) pada dinding kaca.

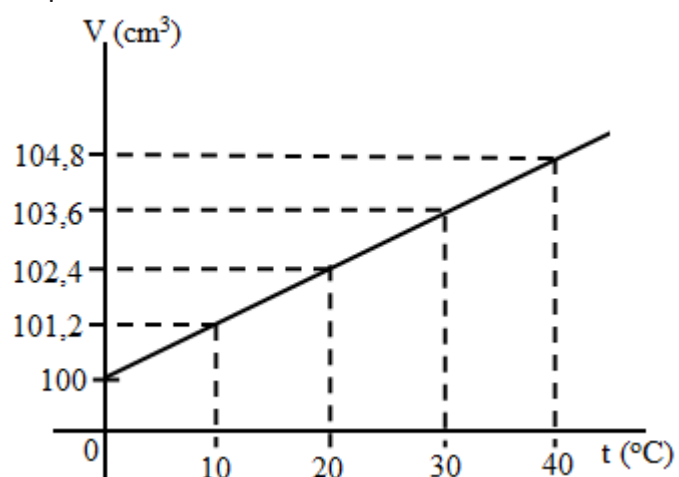
Koefisien muai volume alkohol adalah sebesar  $0,00120/^{\circ}\text{C}$ . Adapun pertambahan volume alkohol terhadap perubahan suhu dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah ini:

Tabel 1.1 Pengaruh suhu terhadap perubahan volume alkohol

No.	$V_0$ ( $\text{cm}^3$ )	$t_0$ $^{\circ}\text{C}$	$\Delta t$ $^{\circ}\text{C}$	$\Delta V$ ( $\text{cm}^3$ )	$V_t$ ( $\text{cm}^3$ )
1	100	0	10	1,2	101,2
2	100	0	20	2,4	102,4
3	100	0	30	3,6	103,6
4	100	0	40	4,8	104,8

Tabel di atas menunjukkan bahwa perubahan volume linear terhadap perubahan suhu. Yaitu setiap kenaikan suhu yang sama yaitu setiap suhu naik  $10^{\circ}\text{C}$  maka volume alkohol bertambah  $1,2 \text{ cm}^3$ .

Adapun grafik perubahan volume alkohol terhadap perubahan suhu dapat dilihat pada Gambar 1.4 di bawah ini:

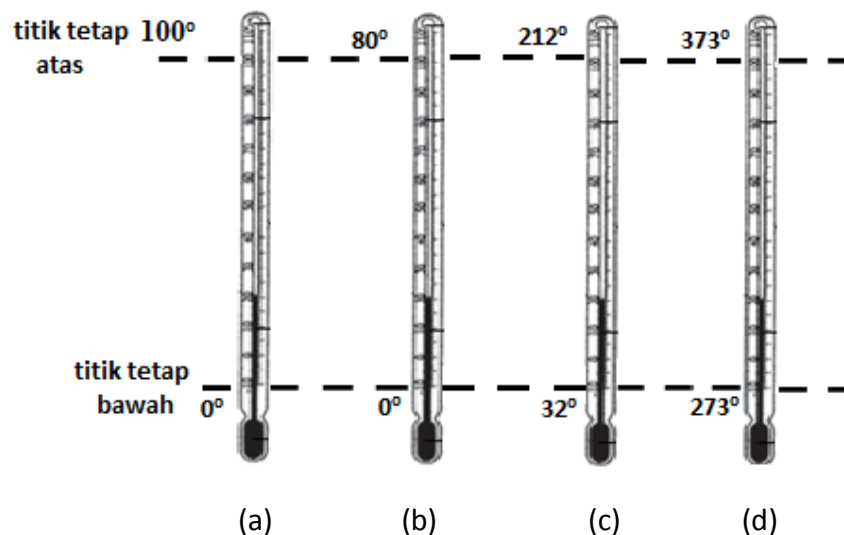


Gambar 1.4 Grafik perubahan volume alkohol terhadap perubahan suhu

Grafik pada Gambar 1.4 di atas menunjukkan perubahan volume alkohol ketika terjadi perubahan suhu. Terlihat bahwa perubahan volume yang terjadi linear terhadap perubahan suhu, yaitu setiap pertambahan kenaikan suhu yang sama akan diikuti pertambahan volume yang sama. Garis yang menunjukkan hubungan perubahan volume terhadap perubahan suhu disebut koefisien muai alkohol. Kelinearan koefisien muai raksa menyebabkan jarak antar garis skala pada termometer alkohol sama besar.

Pada pembuatan termometer terlebih dahulu ditetapkan titik tetap atas dan titik tetap bawah. Titik tetap termometer tersebut diukur pada tekanan 1 atmosfer. Di antara kedua titik tetap tersebut dibuat skala suhu.

Berikut ini adalah penetapan titik tetap pada skala termometer.



Gambar 1.3 Penetapan skala pada termometer (Guru muda)

Berikut penjelasan Gambar 1.3:

- a. Termometer Celcius: Titik tetap bawah diberi angka 0 dan titik tetap atas diberi angka 100. Diantara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi 100 skala.
- b. Termometer Reamur: Titik tetap bawah diberi angka 0 dan titik tetap atas diberi angka 80. Di antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi menjadi 80 skala.
- c. Termometer Fahrenheit: Titik tetap bawah diberi angka 32 dan titik tetap atas diberi angka 212. Suhu es yang dicampur dengan garam ditetapkan sebagai  $0^{\circ}\text{F}$ . Di antara titik tetap bawah dan titik tetap atas dibagi 180 skala.
- d. Termometer Kelvin: Kelvin menetapkan suhu es melebur dengan angka 273 dan suhu air mendidih dengan angka 373. Rentang titik tetap bawah dan titik tetap atas termometer Kelvin dibagi 100 skala. Skala Kelvin didasarkan pada suatu zat yang didinginkan terusmenerus sampai pada suatu saat molekul-molekul zat itu hampir tidak bergerak. Suhu itu disebut suhu nol mutlak atau suhu nol Kelvin yang nilainya sama dengan  $-273^{\circ}\text{C}$ .



Perbandingan skala antara termometer Celcius, termometer Reamur, dan termometer Fahrenheit adalah:

$$C : R : F = 100 : 80 : 180 \rightarrow C : R : F = 5 : 4 : 9$$

Dengan memperhatikan titik tetap bawah  $0^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{R} = 32^{\circ}\text{F}$ , maka hubungan skala C, R, dan F dapat ditulis sebagai berikut:

$$t^{\circ}\text{C} = 4/5 t^{\circ}\text{R}$$

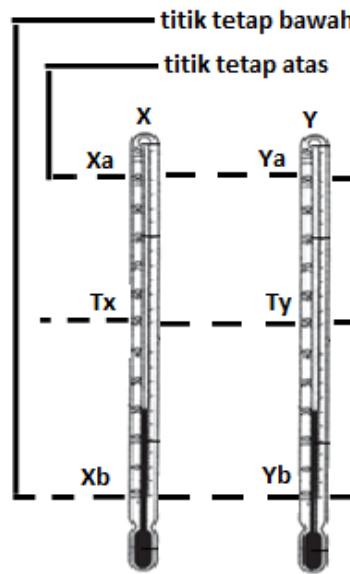
$$t^{\circ}\text{C} = 5/9 (t^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$t^{\circ}\text{R} = 4/9 (t^{\circ}\text{F} - 32)$$

Hubungan skala Celcius dan Kelvin adalah:

$$t\text{ K} = t^{\circ}\text{C} + 273\text{ K}$$

Kita dapat menentukan sendiri skala suatu termometer. Skala termometer yang kita buat dapat dikonversikan ke skala termometer yang lain apabila pada saat menentukan titik tetap kedua termometer berada dalam keadaan yang sama. Misalnya, kita akan menentukan skala termometer X dan Y. Termometer X dengan titik tetap bawah  $X_b$  dan titik tetap atas  $X_a$ . Termometer Y dengan titik tetap bawah  $Y_b$  dan titik tetap atas  $Y_a$ . Titik tetap bawah dan titik tetap atas kedua termometer tersebut adalah suhu saat es melebur dan suhu saat air mendidih pada tekanan 1 atmosfer. Untuk lebih jelas, perhatikan gambar 1.4 di bawah:



Gambar 1.4 Perbandingan skala termometer X dan Y (Guru Muda)

Dengan membandingkan perubahan suhu dan interval kedua titik tetap masing-masing termometer, diperoleh hubungan sebagai berikut.

$$\frac{T_x - X_b}{X_a - X_b} = \frac{T_y - Y_b}{Y_a - Y_b}$$

Keterangan:

$X_a$  = titik tetap atas termometer X;  $Y_a$  = titik tetap atas termometer Y

$X_b$  = titik tetap bawah termometer X;  $Y_b$  = titik tetap bawah termometer Y

$T_x$  = suhu pada termometer X;  $T_y$  = suhu pada termometer Y

### Contoh Soal dan Pembahasan

Buktikan bahwa hubungan skala termometer Celcius dan termometer Reamur adalah  $t^{\circ}\text{C} = 5/4 t^{\circ}\text{R}$ . Gunakan persamaan:

$$\frac{Tx - Xb}{Xa - Xb} = \frac{Ty - Yb}{Ya - Yb}$$

Pembahasan:

Diketahui: titik didih termometer Celcius  $100^{\circ}$   
titik didih termometer Reamur  $80^{\circ}$

$$\frac{t^{\circ}\text{C} - Cb}{Ca - Cb} = \frac{t^{\circ}\text{R} - Rb}{Ra - Rb}$$

$$\frac{t^{\circ}\text{C} - 0}{100 - 0} = \frac{t^{\circ}\text{R} - 0}{80 - 0}$$

$$\frac{t^{\circ}\text{C}}{100} = \frac{t^{\circ}\text{R}}{80}$$

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{100t^{\circ}\text{R}}{80}$$

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5 t^{\circ}\text{R}}{4}$$

## Kalor Jenis

Sewaktu Anda memasak air, Anda membutuhkan kalor untuk menaikkan suhu air hingga mendidihkan air. Nasi yang dingin dapat dihangatkan dengan penghangat nasi. Nasi butuh kalor untuk menaikkan suhunya. Berapa banyak kalor yang diperlukan air dan nasi untuk menaikkan suhu hingga mencapai suhu yang diinginkan? Secara induktif, makin besar kenaikan suhu suatu benda, makin besar pula kalor yang diserapnya. Selain itu, kalor yang diserap benda juga bergantung massa benda dan bahan penyusun benda.

Kalor jenis benda (zat) menunjukkan banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat untuk menaikkan suhunya sebesar satu satuan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ). Hal ini berarti tiap benda (zat) memerlukan kalor yang berbeda-beda meskipun untuk menaikkan suhu yang sama dan massa yang sama.

Dengan demikian, secara matematis dapat dituliskan:

$$Q = mc\Delta T$$

eterangan:

$Q$  : kalor yang diserap/dilepas (J)

$m$  : massa benda (kg)

$c$  : kalor jenis benda ( $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta T$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

### Contoh Soal dan Pembahasan

Berapa besar kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebatang besi yang massanya 10 kg dari 20° C menjadi 100° C, jika kalor jenis besi 450 J/kg?

Pembahasan:

Diketahui:  $m = 10 \text{ kg}$   
 $\Delta T = 100 - 20 = 80^\circ \text{ C}$   
 $c = 450 \text{ J/kg}$

Ditanya:  $Q = \dots?$

Jawab:  $Q = m \times c \times \Delta T$   
 $= 10 \times 450 \times 80$   
 $= 360 \text{ kJ}$

Jadi, kalor yang dibutuhkan sebatang besi tersebut sebesar 360 kJ.

### Kapasitas Kalor

Air satu panci ketika dimasak hingga mendidih memerlukan kalor tertentu. Kalor yang dibutuhkan 1 panci air agar suhunya naik 1°C disebut kapasitas kalor. Kapasitas kalor sebenarnya energi yang diberikan dalam bentuk kalor untuk menaikkan suhu benda sebesar satu derajat.

Kapasitas kalor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

eterangan:

$Q$  : kalor yang diserap/dilepas (J)  
 $C$  : kapasitas kalor benda (J/°C)  
 $\Delta T$  : perubahan suhu benda (°C)

Jika persamaan kapasitas kalor dibandingkan dengan persamaan kalor jenis, maka Anda dapatkan persamaan sebagai berikut.

$$C = m \times c$$

Artinya:

$C$  : kapasitas kalor benda ( $J/^{\circ}C$ )

$m$  : massa benda (kg)

$c$  : kalor jenis benda ( $J/kg^{\circ}C$ )

### Contoh Soal dan Pembahasan

Sepotong besi yang memiliki massa 3 kg, dipanaskan dari suhu  $20^{\circ}C$  hingga  $120^{\circ}C$ . Jika kalor yang diserap besi sebesar 135 kJ. Tentukan kapasitas kalor besi dan kalor jenis besi?

Pembahasan:

Diketahui:  $m = 3 \text{ kg}$   
 $\Delta T = 120^{\circ} - 20^{\circ} = 100^{\circ}C$   
 $Q = 135 \text{ kJ}$

Ditanya:  $C = \dots?$   
 $c = \dots?$

Jawab:

a. Kapasitas kalor

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$
$$C = \frac{135.000}{100^{\circ}C}$$
$$C = 1350 \text{ J}/^{\circ}C$$

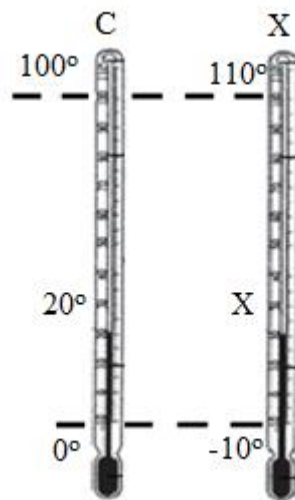
b. Kalor jenis besi

$$c = \frac{C}{m}$$
$$c = \frac{1350}{3}$$
$$c = 450 \text{ J}/kg^{\circ}C$$

## Latihan

**Kerjakan tes berikut di kertas folio bergaris secara mandiri!**

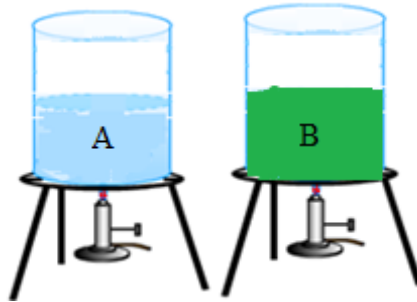
1. Bagaimana prinsip kerja dari termometer raksa? Jelaskan!
2. Dua buah termometer digunakan untuk mengukur suatu benda, dan hasilnya ditunjukkan oleh gambar di bawah ini:



Berapakah angka yang ditunjukkan oleh X?

3. Suhu es yang sedang melebur dan suhu air mendidih apabila diukur dengan termometer A masing-masing besarnya  $-10^{\circ}$  A dan  $110^{\circ}$  A. Suhu suatu benda diukur dengan termometer skala Celcius sebesar  $40^{\circ}$  C. Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer A?

4.



Dua jenis zat A dan B memiliki massa sama besar dan diberi kalor yang sama. Jika kalor jenis zat A lebih besar dari kalor jenis B. Manakah yang akan mengalami kenaikan suhu lebih cepat?

5. Sepotong besi yang memiliki massa 3 kg, dipanaskan dari suhu  $20^{\circ}\text{C}$  hingga  $120^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor yang diserap besi sebesar 135 kJ. Tentukan kalor jenis besi!



### Rangkuman

1. Derajat panas atau dingin suatu benda disebut dengan suhu.
2. Kulit tidak dapat dijadikan sebagai alat ukur suhu suatu benda.
3. Alat yang dapat mengukur suhu suatu benda disebut termometer.
4. Terdapat empat skala yang digunakan dalam pengukuran suhu, yaitu, skala Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin.
5. Jumlah kalor  $Q$  yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda bermassa  $m$  dari  $T_1$  ke  $T_2$  sebanding dengan perubahan suhu, berbanding lurus dengan massa benda  $m$ , bergantung pada sifat alami bahan.

Dengan demikian, secara matematis dapat dituliskan:

$$Q = mc\Delta T$$

6. Kalor yang dibutuhkan 1 panci air agar suhunya naik  $1^{\circ}\text{C}$  disebut kapasitas kalor.

Kapasitas kalor dapat dirumuskan sebagai berikut:

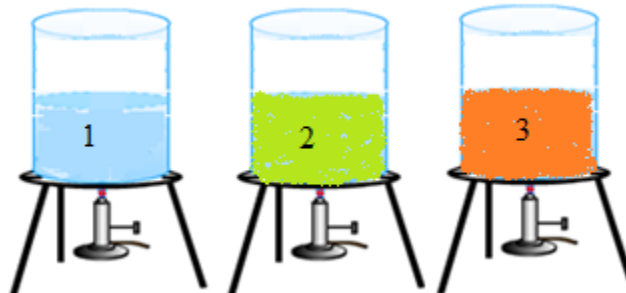
$$Q = C\Delta T$$

## Tes Formatif

*Pilihlah salah satu jawaban yang tepat!*

1. Suhu adalah ...
  - a. Derajat dingin suatu benda
  - b. Derajat panas suatu benda
  - c. Derajat panas atau dingin suatu benda
  - d. Satuan untuk kalor
  - e. Salah satu bentuk energi
2. Jika suatu zat memiliki kalor jenis tinggi maka zat tersebut .....
  - a. Cepat naik suhunya jika dipanaskan
  - b. Lambat naik suhunya jika dipanaskan
  - c. Lambat mendidih
  - d. Massanya semakin besar
  - e. Cepat mendidih
3. Termometer dibuat berdasarkan prinsip bahwa perubahan suhu akan menyebabkan ...
  - a. Perubahan wujud zat
  - b. Perubahan volume
  - c. Perubahan warna
  - d. Perubahan berat
  - e. Perubahan gaya

4. Perhatikan gambar berikut



5. Ketiga gambar di atas merupakan zat cair yang dipanaskan dengan jumlah kalor sama besar. Jika diketahui massa jenis zat cair masing-masing gambar berbeda yaitu  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ . Maka pernyataan berikut mengenai kenaikan suhu yang benar adalah ...
  - a. Gambar 1 mengalami kenaikan suhu paling cepat
  - b. Gambar 2 mengalami kenaikan suhu paling cepat
  - c. Gambar 3 mengalami kenaikan suhu paling cepat
  - d. Gambar 1 mengalami kenaikan suhu paling lambat
  - e. Gambar 2 mengalami kenaikan suhu paling lambat

5. Pada derajat berapakah derajat celcius sama dengan derajat fahrenheit...
- a.  $-40^{\circ}\text{C}$
  - b.  $-30^{\circ}\text{C}$
  - c.  $40^{\circ}\text{C}$
  - d.  $45^{\circ}\text{C}$
  - e.  $60^{\circ}\text{C}$
6. Kalor yang dibutuhkan 1 panci air agar suhunya naik  $1^{\circ}\text{C}$  disebut ...
- a. Suhu
  - b. Derajat
  - c. Kalor
  - d. Kalor jenis
  - e. Kaasitas kalor
7. Termometer yang telah ditera menunjukkan angka  $-30^{\circ}\text{A}$  pada titik beku air dan  $90^{\circ}\text{A}$  pada titik didih air. Maka suhu  $60^{\circ}\text{A}$  sama dengan ...
- a.  $80^{\circ}\text{C}$
  - b.  $75^{\circ}\text{C}$
  - c.  $60^{\circ}\text{C}$
  - d.  $50^{\circ}\text{C}$
  - e.  $45^{\circ}\text{C}$
8. Sebatang besi yang massanya 10 kg suhunya naik dari  $10^{\circ}\text{C}$  menjadi  $100^{\circ}\text{C}$ , jika kalor jenis besi  $450\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$  maka besar kalor yang diperlukan besi adalah ...
- a. 45000 J
  - b. 40500 J
  - c. 405000 J
  - d. 504000 J
  - e. 540000 J
9. Bila kalor jenis es  $0,5\text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$ , maka untuk menaikkan suhu 800 gram es dari  $-12^{\circ}\text{C}$  menjadi  $0^{\circ}\text{C}$  dibutuhkan kalor sebanyak ...
- a.  $1,08 \times 10^{-4}\text{ kal}$
  - b.  $2,08 \times 10^{-1}\text{ kal}$
  - c.  $3,33 \times 10^3\text{ kal}$
  - d.  $4,80 \times 10^3\text{ kal}$
  - e.  $5,20 \times 10^3\text{ kal}$
10. Untuk menaikkan suhu 200 gram logam X dari suhu  $25^{\circ}\text{C}$  menjadi  $75^{\circ}\text{C}$  dibutuhkan kalor sebanyak 35 kJ. Maka kalor jenis logam X tersebut adalah ...
- a.  $1,5\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
  - b.  $2,5\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
  - c.  $3,5\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
  - d.  $4,5\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
  - e.  $5,5\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

### KUNCI JAWABAN TES FORMATIF I

1. C
2. B
3. B
4. A
5. A
6. E
7. B
8. C
9. D
10. C

#### Umpan balik dan tindak lanjut

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban Tes Formatif I. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan pembelajaran I.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{10} \times 100\%$$

90% - 100% = sangat baik

70% - 80% = baik

50% - 60% = kurang

<50% = sangat kurang

Terus mempelajari kegiatan belajar berikutnya bila Anda berhasil dengan baik yaitu mencapai tingkat penguasaan  $\geq 70\%$ , atau mengulang kembali mempelajari kegiatan belajar tersebut bila hasilnya masih di bawah 70% dari skor maksimum.

## Kegiatan Pembelajaran II

### Tujuan

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat:

- Menjelaskan proses pemuaian.
- Membedakan pemuaian panjang, luas, dan volum.
- Menjelaskan hubungan antara koefisien muai panjang, luas, dan volum.
- Membedakan wujud gas, cair, dan padat.
- Menjelaskan perubahan wujud zat.
- Membedakan kalor laten peleburan dan kalor laten penguapan.
- Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan wujud zat.

### Pemuaian

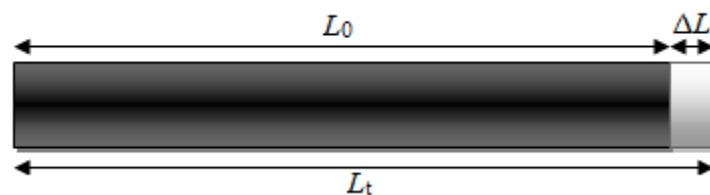
Umumnya, zat akan memuai jika dipanaskan dan menyusut jika didinginkan. Pemuaian dapat dialami oleh zat padat, cair dan gas. Pemuaian zat padat pada kondisi tertentu memerlukan langkah tepat untuk mengantisipasinya. Kabel listrik pada umumnya dipasang dalam keadaan kendur pada musim panas sehingga ketika menyusut pada musim dingin kawat itu tidak putus. Dalam bidang konstruksi, misalnya pemasangan rangka jembatan yang terbuat dari besi atau baja, efek pemuaian harus diperhitungkan dengan cermat agar bangunan tersebut tahan lama.

Pemuaian merupakan gerakan atom penyusun benda karena mengalami pemanasan. Makin panas suhu suatu benda, makin cepat getaran antar atom yang menyebar ke segala arah. Karena adanya getaran atom inilah yang menjadikan benda tersebut memuai ke segala arah. Pemuaian dapat dialami oleh zat padat, cair, maupun gas.

Pembahasan pemuaian pada zat meliputi pemuaian panjang, luas, dan volume. Besar pemuaian zat tersebut terkait dengan besar koefisien muainya. Pada zat padat, pemuaian yang terjadi dapat berupa pemuaian panjang, luas atau volume. Pada zat cair, pemuaian yang terjadi hanya berupa pemuaian volume saja karena sifat zat cair tersebut yang selalu mengikuti bentuk ruang yang ditempatinya. Pada gas, seperti halnya zat cair, pemuaian yang terjadi berupa pemuaian volume.

### Pemuaian Panjang

Untuk mempelajari pemuaian panjang lihat Gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 2.1 Proses muai panjang pada sebatang logam

(Marthen Kanginan)

Untuk mempelajari pemuaian panjang, kita tinjau sebuah batang yang panjangnya  $L_0$  pada suhu  $T_0$ . Bila suhunya berubah sebesar  $\Delta T$ , panjang batang itu juga berubah sebesar  $\Delta L$ . Hasil percobaan menunjukkan bahwa jika  $\Delta T$  tidak terlalu besar,  $\Delta L$  berbanding lurus dengan  $\Delta T$ . Disamping itu,  $\Delta L$  juga berbanding lurus dengan  $L_0$ .

Secara matematis:

$$\Delta L \propto L_0 \Delta T \quad \text{atau} \quad \Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

keterangan:

$\Delta L$  : perubahan panjang (m)  
 $L_0$  : panjang mula-mula (m)  
 $\alpha$  : koefisien muai panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )  
 $\Delta T$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Jika sebuah batang pada suhu  $T_0$  panjangnya  $L_0$ , maka pada suhu  $T = T_0 + \Delta T$  panjang batang itu menjadi:

$$L_1 = L_0 + \Delta L$$

$$L_1 = L_0 + \alpha L_0 \Delta T$$

$$L_1 = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

keterangan:

$L_1$  : panjang setelah dipanaskan ( $\text{m}^2$ )  
 $L_0$  : panjang mula-mula ( $\text{m}^2$ )  
 $\alpha$  : koefisien muai panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )  
 $\Delta T$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

### Contoh Soal dan Pembahasan

Sebuah jembatan baja panjangnya 1.000 m. Berapakah pertambahan panjang jembatan baja itu jika terjadi pertambahan suhu sebesar 30°C?

Koefisien muai panjang baja  $1,2 \times 10^{-5}$ .

#### Pembahasan:

Diketahui: panjang baja mula-mula :  $L_0 = 1.000 \text{ m}$   
Pertambahan suhu :  $\Delta T = 30^\circ\text{C}$   
 $\alpha : 1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Jawab:

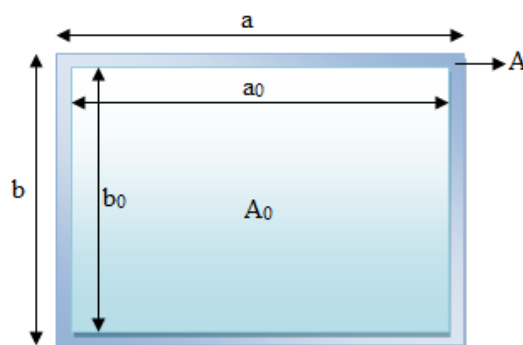
Dengan menggunakan persamaan  $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ , maka:

$$\begin{aligned}\Delta L &= \alpha L_0 \Delta T \\ \Delta L &= (1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) (1.000 \text{ m}) (30 \text{ } ^\circ\text{C}) \\ \Delta L &= 0,36 \text{ m} = 36 \text{ cm}\end{aligned}$$

### Pemuaian Luas

Jika zat padat berbentuk plat dipanaskan, pemuaian akan terjadi dalam arah panjang dan lebarnya. Dengan kata lain, plat itu mengalami pemuaian luas. Peristiwa pemuaian luas dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini:

Untuk mempelajari pemuaian luas lihat Gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2.2 Proses muai luas pada plat logam tipis (Marthen Kanginan)



Gambar 2.2 menunjukkan plat berbentuk segi empat siku-siku yang luasnya  $A_0 = ab$ . Jika plat itu dipanaskan sehingga terjadi kenaikan suhu sebesar  $\Delta T$ , sisi  $a$  bertambah sebesar  $\Delta a$  dan sisi  $b$  bertambah panjang sebesar  $\Delta b$ .

di, setelah kenaikan suhu sebesar  $\Delta T$  luasnya menjadi

$$A = P \cdot L \quad ; \quad A = P_0 \cdot L_0$$

$$A = P_0(1 + \alpha\Delta t) \cdot L_0(1 + \alpha\Delta t)$$

$$A = P_0 \cdot L_0(1 + \alpha\Delta t)^2$$

$$A = A_0(1 + 2\alpha\Delta t + \alpha^2\Delta t^2) \quad ; \text{ karena } \alpha^2 \approx 0$$

aka:  $A = A_0(1 + 2\alpha\Delta t) ; \text{ dimana } 2\alpha = \beta$

$$A = A_0(1 + \beta\Delta t)$$

eterangan:

$A$  = luas plat setelah dipanaskan ( $\text{m}^2$ )

$\Delta A$  : perubahan luas plat setelah dipanaskan ( $\text{m}^2$ )

$A_0$  : luas mula-mula ( $\text{m}^2$ )

$\alpha$  : koefisien muai luas ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$\Delta t$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Besaran  $\beta$  disebut koefisien muai luas dengan satuan  $\text{K}^{-1}$  atau  $(^{\circ}\text{C})^{-1}$ .

### Contoh Soal dan Pembahasan

Pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  sebuah pelat besi luasnya  $10\text{ m}^2$ . Apabila suhunya dinaikkan menjadi  $100^{\circ}\text{C}$  dan koefisien muai panjang besi sebesar  $0,000012/^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan luas pelat besi tersebut!

#### Pembahasan:

Diketahui :  $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$   
 $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$ , jadi  $\Delta t = 100^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 80^{\circ}\text{C}$   
 $A_0 = 10\text{ m}^2$   
 $\beta = 2 \times 0,000012/^{\circ}\text{C} = 0,000024/^{\circ}\text{C} = 2,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

Ditanya  $A_t = \dots?$

$$A_t = A_0(1 + \beta\Delta T)$$

$$A_t = 10(1 + 2,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C} \cdot 80^{\circ}\text{C})$$

$$A_t = 10(1 + 1,92 \times 10^{-3})$$

$$A_t = 10(1 + 0,00192)$$

$$A_t = 10 + 0,0192$$

$$A_t = 10,0192\text{ m}^2$$

### Pemuaian Volume

Jika volume benda mula-mula  $V_0$ , suhu mula-mula  $T_0$  koefisien muai volume  $\gamma$ , maka setelah dipanaskan volumenya menjadi  $V_1$ , dan suhunya menjadi  $T_1$  sehingga akan berlaku persamaan, sebagai berikut.

$$V = P \cdot L \cdot T \quad ; \quad V_0 = P_0 \cdot L_0 \cdot T_0$$

$$V = P_0(1 + \alpha\Delta t) \cdot L_0(1 + \alpha\Delta t) \cdot T_0(1 + \alpha\Delta t)$$

$$V = P_0 \cdot L_0 \cdot T_0(1 + \alpha\Delta t)^3$$

$$V = V_0(1 + 3\alpha\Delta t + 3\alpha^2\Delta t^2 + \alpha^3\Delta t^3)$$

irena:  $\alpha^2 \approx 0$  dan  $\alpha^3 \approx 0$

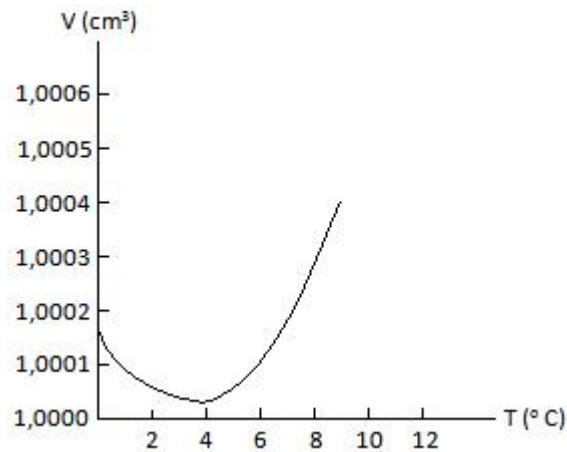
aka:  $V = V_0(1 + 3\alpha\Delta t)$       dimana  $3\alpha = \gamma$   
 $V = V_0(1 + \gamma\Delta t)$

eterangan:

$V_1$  : volume benda setelah dipanaskan ( $\text{m}^3$ )  
 $V_0$  : volume mula-mula ( $\text{m}^3$ )  
 $\gamma$  : koefisien muai volume ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )  
 $\Delta T$  : perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

## Anomali Air

Kebanyakan zat memuai jika dipanaskan, tetapi hal ini tidak berlaku untuk air pada rentang suhu  $0^{\circ}\text{C}$  hingga  $4^{\circ}\text{C}$ . Jika air dipanaskan pada rentang ini, air tidak memuai tetapi justru menyusut seiring kenaikan suhu. Di atas suhu  $4^{\circ}\text{C}$ , air memuai jika dipanaskan. Perilaku aneh air ini dikenal dengan anomali air. Untuk lebih jelas lihat Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Volume satu gram air sebagai fungsi suhu. Pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  volume air minimum dan massa jenis air maksimum (Guru Muda)

Gambar 2.3 menunjukkan volume yang ditempati satu gram air sebagai fungsi suhu. Nampak bahwa volume air minimum terjadi pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$ . Karena massa jenis zat berbanding terbalik dengan volumenya, maka massa jenis air maksimum terjadi pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$ . Itulah sebabnya es mengapung pada permukaan air.

## Perubahan Wujud Zat

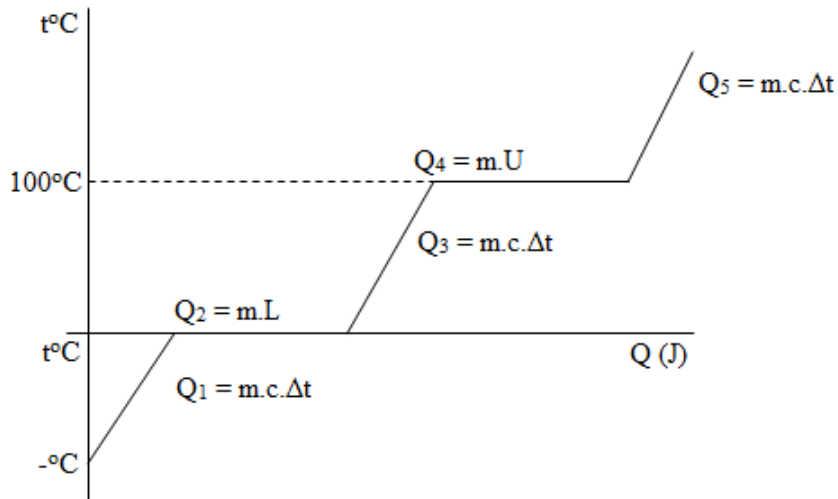
ta sebut senyawa  $H_2O$  dalam wujud padat sebagai es, dalam wujud cair sebagai air, dan dalam wujud gas sebagai uap. Transisi dari satu wujud ke wujud lain disebut perubahan wujud. Untuk tekanan tertentu, perubahan wujud terjadi pada suhu tertentu dan umumnya disertai penyerapan atau pelepasan kalor dan perubahan volume atau massa jenis.

Ada lima macam perubahan wujud zat yaitu mencair (perubahan wujud dari beku/padatan menjadi cair), membeku (perubahan wujud zat dari padat menjadi cair), menyublim (perubahan wujud zat dari padat menjadi gas dan sebaliknya), menguap (perubahan wujud zat dari cair menjadi gas) dan mengembun (perubahan wujud zat dari gas menjadi cair). Dari penjelasan tersebut peristiwa perubahan wujud zat dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.4 Perubahan wujud zat (Guru Muda)

lain itu perubahan kalor air berdasarkan hasil eksperimen dapat diamati pada grafik seperti gambar 2.5 di bawah ini:



Gambar 2.5 Grafik perubahan kalor pada es (Marthen Kanginan)

Kalor yang dibutuhkan per satuan massa untuk mengubah wujud zat padat menjadi zat cair disebut kalor lebur ( $L_1$ ). Kalor lebur es pada tekanan satu atmosfer adalah:

$$L_1 = 3,34 \times 10^5 \text{ J/kg} = 79,7$$

arga kalor lebur bahan berbeda-beda bergantung pada besar tekanan udara. Secara umum, untuk meleburkan bahan bermassa  $m$  yang memiliki kalor lebur  $L_1$  dibutuhkan kalor  $Q$  sebesar:

$$Q = m L_1$$

Proses ini bersifat reversibel, artinya dapat bolak-balik. Kalor yang diperlukan untuk melebur (mencairkan) bahan bermassa  $m$  sama besarnya dengan kalor yang dilepaskan untuk membekukan bahan bermassa  $m$  tersebut. Kalor kita anggap bernilai positif jika diterima dan kita anggap negatif jika dilepaskan. Oleh karena itu, kita menuliskan:

$$Q = \pm m L_f$$

eterangan:

$Q$  : kalor yang diperlukan (J)  
 $m$  : massa benda (kg)  
 $L_f$  : kalor lebur (J/kg)

Kalor yang dibutuhkan per satuan massa yang berkaitan dengan peristiwa pendidihan atau penguapan disebut kalor uap dengan simbol  $L_u$ . Pada tekanan 1 atm, kalor penguapan air adalah

$$L_u = 2,256 \times 10^6 \text{ J/kg} = 538 \text{ kal/g.}$$

Artinya, untuk mengubah 1 kg air pada suhu  $100^\circ\text{C}$  dibutuhkan kalor sebanyak  $2,256 \times 10^6 \text{ J}$ .

Kalor yang diperlukan untuk menguapkan sejumlah zat yang massanya  $m$  dan kalor uapnya  $L_u$ , dapat dinyatakan sebagai berikut

$$Q = mL_u$$

eterangan:

$Q$  : kalor yang diperlukan (J)  
 $m$  : massa benda (kg)  
 $L_u$  : kalor uap (J/kg)

### Contoh Soal dan Pembahasan

Berapa banyak kalor yang diperlukan untuk mengubah 2 gram es pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  menjadi uap air pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ ? ( $c_{\text{air}} = 4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ ,  $K_L = 336 \text{ J/g}$ , dan  $K_U = 2.260 \text{ J/g}$ )

#### Pembahasan:

Diketahui :  $m = 2 \text{ g} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$   $K_U = 2.260 \text{ J/g}$   
 $\Delta T = 100^{\circ} - 0^{\circ} = 100^{\circ}\text{C}$   $K_L = 336 \text{ J/g}$   
 $c_{\text{air}} = 4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

Ditanya  $Q_{\text{tot}} = \dots?$

Jawab:

$Q_1$  Proses Lebur

$$\begin{aligned} Q_1 &= m K_L \\ &= 2 \times 336 \\ &= 672 \text{ J} \end{aligned}$$

$Q_2$  Proses menaikkan suhu

$$\begin{aligned} Q_2 &= m_{\text{air}} \Delta T \\ &= 2 \times 10^{-3} \times 4.200 \times 100 \\ &= 840 \text{ J} \end{aligned}$$

$Q_3$  Proses penguapan

$$\begin{aligned} Q_3 &= m K_U \\ &= 2 \times 2.260 \\ &= 4.420 \text{ J} \end{aligned}$$

$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$$\begin{aligned} &= 672 + 840 + 4.420 \\ &= 6.032 \text{ J} \end{aligned}$$

Jadi, kalor yang dibutuhkan sebesar  $6.032 \text{ J}$

## Latihan

***Kerjakan tes berikut di kertas folio bergaris secara mandiri!***

1. Sebuah benda yang terbuat dari baja memiliki panjang 1000 cm. Berapakah pertambahan panjang baja itu, jika terjadi perubahan suhu sebesar  $50^{\circ}\text{C}$ ?
2. Sebuah bejana memiliki volume 1 liter pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Jika koefisien muai panjang bejana  $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan volume bejana pada suhu  $75^{\circ}\text{C}$ !
3. Berapa banyak kalor yang diperlukan untuk mengubah 2 gram es pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  menjadi uap air pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ ? ( $c_{\text{air}} = 4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ ,  $K_L = 336 \text{ J/g}$ , dan  $K_U = 2.260 \text{ J/g}$ ).



### Rangkuman

1. Pemuaian merupakan gerakan atom penyusun benda karena mengalami pemanasan.
2. Pemuaian panjang dapat dihitung menggunakan rumus:
$$L_1 = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$
3. Pemuaian luas dapat dihitung menggunakan rumus:
$$A_t = A_0 (1 + \beta \Delta T)$$
4. Pemuaian volume dapat dihitung menggunakan rumus:
$$V_1 = V_0 (1 + 3\alpha \Delta T)$$
5. Ada lima macam perubahan wujud zat yaitu mencair (perubahan wujud dari beku/padatan menjadi cair), membeku (perubahan wujud zat dari padat menjadi cair), menyublim (perubahan wujud zat dari padat menjadi gas dan sebaliknya), menguap (perubahan wujud zat dari cair menjadi gas) dan mengembun (perubahan wujud zat dari gas menjadi cair).
6. Kalor yang dibutuhkan per satuan massa untuk mengubah wujud zat padat menjadi zat cair disebut kalor lebur ( $L_f$ ).
7. Kalor yang dibutuhkan per satuan massa yang berkaitan dengan peristiwa pendidihan atau penguapan disebut kalor uap dengan simbol  $L_u$ .

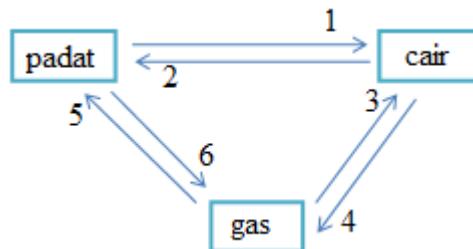
### Tes Formatif

*Pilihlah salah satu jawaban yang tepat!*

1. Panjang batang rel kereta api masing-masing 10 meter, dipasang pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ . Diharapkan pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  rel tersebut saling bersentuhan. Koefisien muai batang rel kereta api  $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . Jarak antara kedua batang yang diperlukan pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  adalah ...

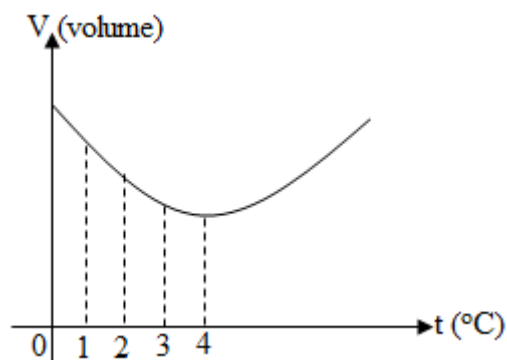
- a. 3,6 mm
- b. 2,4 mm
- c. 1,2 mm
- d. 0,8 mm
- e. 0,6 mm

2. Perubahan wujud zat yang membutuhkan kalor sesuai gambar di bawah adalah...



- a. 1, 2, dan 3
- b. 4, 5, dan 6
- c. b, c, dan e
- d. 1, 4, dan 6
- e. 2, 4, dan 5

3. Perhatikan grafik anomali air berikut.



Massa jenis terbesar terjadi pada suhu ...

- a.  $0^{\circ}\text{C}$
- b.  $1^{\circ}\text{C}$
- c.  $2^{\circ}\text{C}$
- d.  $3^{\circ}\text{C}$
- e.  $4^{\circ}\text{C}$

4. Sebatang perak dipanaskan sehingga suhunya naik  $80^{\circ}\text{C}$ . Setelah diteliti ternyata perak tersebut bertambah panjang 0,19 mm. Koefisien muai panjang perak  $19 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . Jika mula-mula perak bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$ , maka panjang mula-mula adalah...

- a. 10 cm
- b. 15 cm
- c. 20 cm
- d. 25 cm
- e. 30 cm

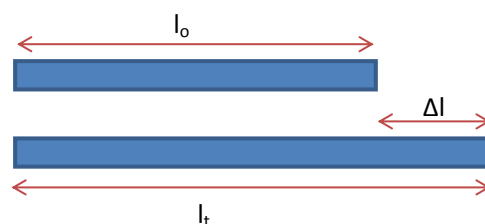
5. Perhatikan tabel berikut!

Jenis Zat	Koefisien Muai Panjang ( $/^{\circ}\text{C}$ )
Benda 1	0,000019
Benda 2	0,000017
Benda 3	0,000011
Benda 4	0,000009

Jika benda-benda tersebut dipanaskan pada suhu yang sama secara bersamaan, maka pertambahan panjang benda tersebut adalah ...

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

6. gambar di bawah menunjukkan ...

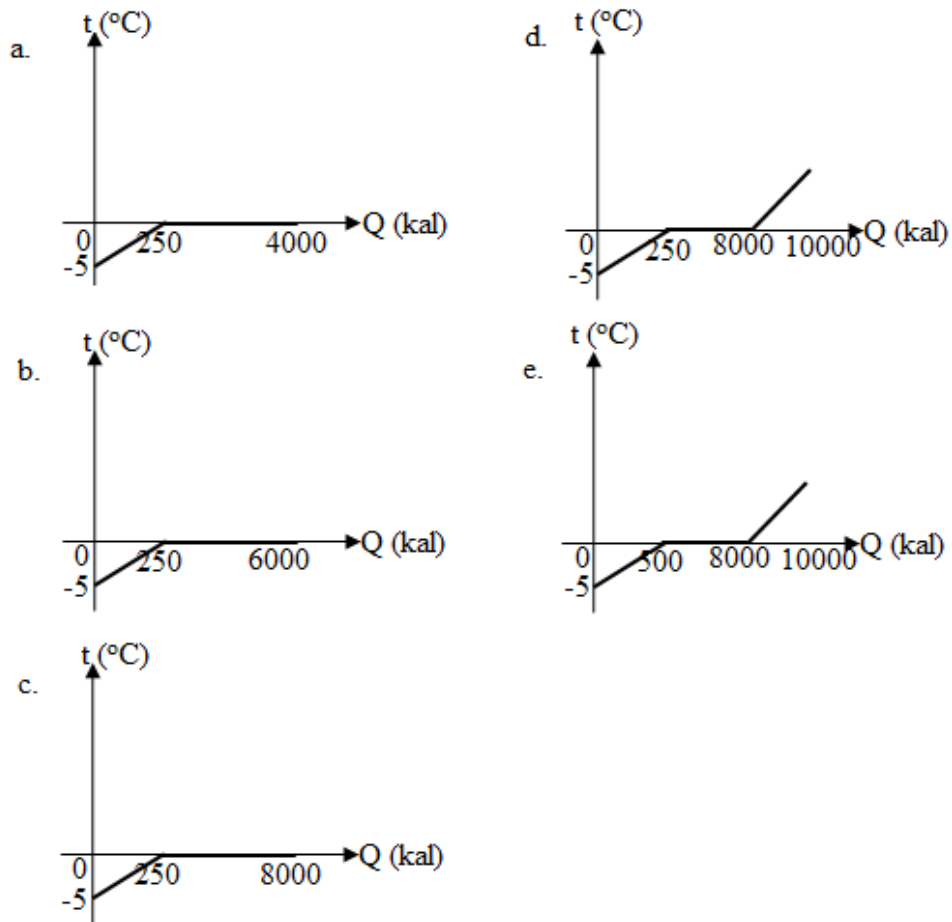


- a. pemuaian luas
- b. pemuaian ruang
- c. pertambahan panjang
- d. pengurangan panjang
- e. pemuaian volume

7. Pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  sebuah pelat besi luasnya  $10\text{ m}^2$ . Apabila suhunya dinaikkan menjadi  $100^{\circ}\text{C}$  dan koefisien muai panjang besi sebesar  $0,000012/^{\circ}\text{C}$ , maka luas pelat besi tersebut adalah ...

- a.  $10,0191\text{ m}^2$
- b.  $10,0192\text{ m}^2$
- c.  $10,0193\text{ m}^2$
- d.  $10,0194\text{ m}^2$
- e.  $10,0195\text{ m}^2$

8. Es 100 gram bersuhu  $-5^{\circ}\text{C}$  diberi kalor sampai sebagian es mencair, maka grafik hubungan  $t$  dengan  $Q$  yang benar adalah ...



9. Sebuah gelas kaca yang volumenya  $200 \text{ cm}^3$  diisi penuh dengan raksa pada suhu  $20^\circ\text{C}$ . Jika sistem ini dipanaskan sehingga suhunya naik menjadi  $100^\circ\text{C}$ , maka banyaknya raksa yang tumpah adalah ...
- a.  $2,5 \text{ cm}^3$
  - b.  $2,6 \text{ cm}^3$
  - c.  $2,7 \text{ cm}^3$
  - d.  $2,8 \text{ cm}^3$
  - e.  $2,9 \text{ cm}^3$
10. Sebatang perak dipanaskan sehingga suhunya naik  $80^\circ\text{C}$ . Setelah diteliti ternyata perak tersebut bertambah panjang  $0,19 \text{ mm}$ . Koefisien muai panjang perak  $19 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ . Jika panjang mula-mula perak bersuhu  $30^\circ\text{C}$ , maka panjang mula-mula adalah ...
- a.  $10 \text{ cm}$
  - b.  $15 \text{ cm}$
  - c.  $20 \text{ cm}$
  - d.  $25 \text{ cm}$
  - e.  $30 \text{ cm}$

### KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

11. C
12. D
13. E
14. C
15. A
16. C
17. B
18. A
19. C
20. C

#### Umpan balik dan tindak lanjut

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban Tes Formatif II. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan pembelajaran II.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{10} \times 100\%$$

90% - 100% = sangat baik

70% - 80% = baik

50% - 60% = kurang

<50% = sangat kurang

Terus mempelajari kegiatan belajar berikutnya bila Anda berhasil dengan baik yaitu mencapai tingkat penguasaan  $\geq 70\%$ , atau mengulang kembali mempelajari kegiatan belajar tersebut bila hasilnya masih di bawah 70% dari skor maksimum.

## Kegiatan Pembelajaran III

### Tujuan

**Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat:**

- Menyebutkan cara perpindahan kalor dalam kehidupan sehari-hari.
- Menjelaskan pengertian konduksi.
- Menyebutkan contoh perpindahan kalor secara konduksi dalam kehidupan sehari-hari.
- Menentukan laju perpindahan kalor secara konduksi
- Menjelaskan pengertian konveksi.
- Menyebutkan contoh perpindahan kalor secara konveksi dalam kehidupan sehari-hari.
- Menentukan laju perpindahan kalor secara konveksi.
- Menjelaskan pengertian radiasi.
- Menyebutkan contoh perpindahan kalor secara radiasi dalam kehidupan sehari-hari.
- Menentukan laju perpindahan kalor secara radiasi.
- Menjelaskan aplikasi asas Black dalam kehidupan sehari-hari.

## Perpindahan Kalor

Anda telah mempelajari bahwa kalor merupakan energi yang dapat berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Pada waktu memasak air, kalor berpindah dari api ke panci lalu ke air. Pada waktu menyetrika, kalor berpindah dari setrika ke pakaian. Demikian juga pada waktu berjemur, badan Anda terasa hangat karena kalor berpindah dari matahari ke badan Anda. Ada tiga cara kalor berpindah dari satu benda ke benda yang lain, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

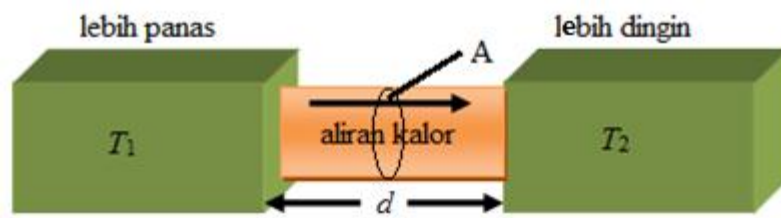
## Konduksi

Kalor dapat Anda rasakan dalam kehidupan sehari-hari. Coba pegang leher Anda! Terasa hangat, bukan? Hal ini menunjukkan ada kalor yang mengalir ke tangan Anda. Demikian jika sepotong sendok makan yang Anda bakar pada api lilin, lama kelamaan tangan Anda merasakan hangat dan akhirnya panas. Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya disebut konduksi. Konduksi kalor pada banyak materi dapat digambarkan sebagai hasil tumbukan molekul-molekul. Sementara satu ujung benda dipanaskan, molekul-molekul di tempat itu bergerak lebih cepat dan lebih cepat. Sementara bertumbukan dengan tetangga mereka yang bergerak lebih lambat, mereka mentransfer sebagian dari energi ke molekul-molekul lain, yang lajunya kemudian bertambah. Molekul-molekul ini kemudian juga mentransfer sebagian energi mereka dengan molekul-molekul lain sepanjang benda tersebut.

Konduksi kalor hanya terjadi apabila ada perbedaan temperatur. Berdasarkan percobaan ditemukan bahwa kecepatan aliran kalor melalui benda sebanding dengan perbedaan temperatur antara ujung-ujungnya. Kecepatan aliran kalor juga bergantung pada ukuran dan bentuk benda, dan untuk menyelidiki hal ini mari kita lihat aliran kalor melalui benda sebagai mana ditunjukkan Gambar 3.1 sebagai berikut:



Untuk mempelajari pemuaian luas lihat Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 konduksi kalor antara daerah dengan temperatur  $T_1$  dan  $T_2$ . Jika  $T_1$  lebih besar dari  $T_2$ , kalor mengalir ke kanan. (Giancoli, 502)

Besarnya aliran kalor secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = \frac{k \times t \times A (T_1 - T_2)}{d} \text{ atau } \frac{Q}{t} = \frac{k \times A (T_1 - T_2)}{d}$$

Jika  $\frac{Q}{t}$  merupakan kelajuan hantaran kalor (banyaknya kalor yang mengalir per satuan waktu) dan  $\Delta T = T_2 - T_1$ , maka:

$$H = k \times A \times \frac{\Delta T}{d}$$

eterangan:

$Q$  : banyak kalor yang mengalir (J)

$A$  : luas permukaan ( $\text{m}^2$ )

$\Delta T$  : perbedaan suhu dua permukaan (K)

$d$  : tebal lapisan (m)

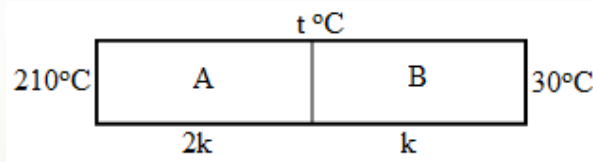
$k$  : konduktivitas termal/daya hantar panas (J/ms K)

$t$  : lamanya kalor mengalir

$H$  : kelajuan hantaran kalor (J/s)

### Contoh Soal dan Pembahasan

Dua batang logam A dan B berukuran sama masing-masing mempunyai koefisien konduksi  $2k$  dan  $k$ . Keduanya dihubungkan menjadi satu dan pada ujung-ujung yang bebas dikenakan suhu seperti pada gambar.



Tentukan suhu ( $t$ ) pada sambungan logam A dan B!

#### Pembahasan:

Diketahui:  $A_A = A_B = A$  ;  $d_A = d_B = d$   
 $k_A = 2k$  ;  $k_B = k$   
 $t_A = 210^\circ\text{C}$  ;  $t_B = 30^\circ\text{C}$

Ditanya:  $t = \dots?$

Jawab:  $H_A = H_B$

$$k_A A \frac{\Delta t}{d} = k_B A \frac{\Delta t}{d}$$

$$2k (210 - t) = k (t - 30)$$

$$420 - 2t = t - 30$$

$$450 = 3t$$

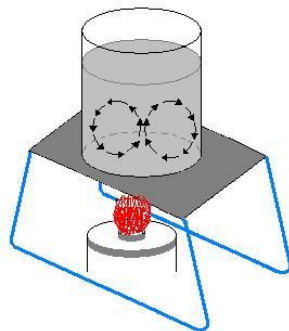
$$t = 150^\circ\text{C}$$

## Konveksi

Pernahkah Anda pikirkan bagaimana ventilasi rumah Anda bekerja? Ya, ternyata ventilasi rumah Anda bekerja menggunakan prinsip konveksi. Udara yang panas di dalam rumah akan keluar melalui ventilasi karena pada prinsipnya udara yang panas akan memuai sehingga massa jenis udara yang berada di dalam rumah lebih kecil daripada massa jenis udara di luar rumah. Udara yang keluar akan digantikan oleh udara dari luar rumah melalui ventilasi lain. Jadi, perpindahan kalor secara konveksi terjadi karena adanya perbedaan massa jenis.

Konveksi adalah proses dimana kalor ditransfer dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat lain. Sementara konduksi melibatkan molekul yang hanya bergerak dalam jarak yang kecil dan bertumbukan, konveksi melibatkan pergerakan molekul dalam jarak yang besar. Perpindahan kalor secara konveksi dapat terjadi pada zat cair dan gas.

Contoh peristiwa konveksi adalah seperti dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Arus konveksi pada sepanci air yang dipanaskan di atas kompor (Memet Mulyadi, 2)

Ketika sepanci air dipanaskan, arus konveksi terjadi sementara air yang dipanaskan di bagian bawah panci naik karena massa jenis atau kerapatannya berkurang dan digantikan oleh air yang lebih dingin di atasnya. Hal ini menyebabkan air berputar pada sistem.

Adapun secara empiris laju perpindahan kalor secara konveksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H = h \cdot A \cdot \Delta T$$

keterangan:

$H$  : laju perpindahan kalor (W)

$A$  : luas permukaan benda ( $\text{m}^2$ )

$\Delta T$  :  $t_2 - t_1$  = perbedaan suhu (K atau  $^{\circ}\text{C}$ )

$h$  : koefisien konveksi ( $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ )

## Radiasi

Perpindahan kalor yang tidak memerlukan perantara (medium) disebut radiasi. Setiap benda mengeluarkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Laju radiasi dari permukaan suatu benda berbanding lurus dengan luas penampang, berbanding lurus dengan pangkat empat suhu mutlaknya, dan tergantung sifat permukaan benda, yang dideskripsikan oleh  $e$  yang disebut emisivitas bahan dan harganya terletak antara 0 dan 1. Emisivitas adalah besaran yang menunjukkan besarnya pancaran radiasi kalor suatu benda dibandingkan dengan besar pancaran radiasi benda hitam sempurna. Jadi emisivitas tidak mempunyai satuan.

Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$H = Ae\sigma T^4$$

keterangan:

$H$  : laju radiasi (W)

$A$  : luas penampang benda ( $m^2$ )

$T$  : suhu mutlak (K)

$e$  : emisivitas bahan

$\sigma$  : tetapan Stefan-Boltzman ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/mK}^4$ )

### Contoh Soal dan Pembahasan

Jika luas permukaan total tubuh manusia adalah  $1,20 \text{ m}^2$  dan suhu permukaannya adalah  $30^\circ\text{C}$  ( $303 \text{ K}$ ), tentukan laju radiasi dari tubuh manusia tersebut! Emisivitas tubuh manusia mendekati 1.

**Pembahasan:**

Diketahui:  $A = 1,20 \text{ m}^2$

$T = 303 \text{ K}$

$e = 1$

Ditanya:  $H = \dots?$

Jawab:  $H = Ae\sigma T^4$

$H = (1,20 \text{ m}^2) (1) (5,67 \times 10^{-8} \text{ W/mK}^4) (303 \text{ K})^4$

$H = 574 \text{ W}$

## Asas Black

Anda ketahui bahwa kalor berpindah dari satu benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Perpindahan ini mengakibatkan terbentuknya suhu akhir yang sama antara kedua benda tersebut. Ketika air panas dicampur dengan susu, maka kalor yang dilepaskan air panas akan sama besarnya dengan kalor yang diterima susu yang dingin. Kalor merupakan energi yang dapat berpindah, prinsip ini merupakan prinsip hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi di rumuskan pertama kali oleh Joseph Black (1728 – 1899). Asas Black berbunyi kekekalan energi pada pencampuran dua zat dengan mengabaikan kalor yang diserap oleh wadah pancampuran. Oleh karena itu, pernyataan tersebut juga di kenal sebagai asas Black.

Joseph Black merumuskan perpindahan kalor antara dua benda yang membentuk suhu termal sebagai berikut:

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

keterangan:

$Q_{lepas}$  : Besar kalor yang diberikan (J)

$Q_{terima}$  : Besar kalor yang diterima (J)

### Contoh Soal dan Pembahasan

Jika 200 g air teh yang bersuhu  $95^{\circ}\text{C}$  dituangkan ke dalam gelas 150 g dan yang bersuhu  $25^{\circ}\text{C}$ , berapakah suhu akhirnya setelah terjadi kesetimbangan termal? Kalor jenis air teh  $4.190 \text{ J/kgK}$  dan kalor jenis gelas  $840 \text{ J/kgK}$ . Anggap tidak ada kalor mengalir ke lingkungan.

#### Pembahasan:

Diketahui:  $m_{\text{teh}} = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$   $m_{\text{gelas}} = 150 \text{ g} = 0,15 \text{ kg}$

$t_{\text{teh}} = 95^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{gelas}} = 25^{\circ}\text{C}$

$c_{\text{teh}} = 4.190 \text{ J/kgK} = 4.190 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

$c_{\text{gelas}} = 840 \text{ J/kgK} = 840 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

Ditanya:  $t = \dots?$

Dalam hal ini air teh mempunyai suhu tinggi sehingga melepas kalor, sedangkan gelas mempunyai suhu rendah sehingga menerima kalor.

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$m_{\text{teh}} c_{\text{teh}} \Delta t = m_{\text{gelas}} c_{\text{gelas}} \Delta t$$

$$(0,2 \text{ kg}) (4.190 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}) (95^{\circ}\text{C} - t^{\circ}\text{C}) = (0,15 \text{ kg}) (840 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}) (t^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})$$

$$838 \text{ J/}^{\circ}\text{C} (95^{\circ}\text{C} - t^{\circ}\text{C}) = 126 \text{ J/}^{\circ}\text{C} (t^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})$$

$$79.610 \text{ J} - (838 \text{ J/}^{\circ}\text{C})T = (126 \text{ J/}^{\circ}\text{C})t - 3.150 \text{ J}$$

$$-(964 \text{ J/}^{\circ}\text{C})t = -82.760 \text{ J}$$

$$t = 85,9^{\circ}\text{C}$$

## Latihan

***Kerjakan tes berikut di kertas folio bergaris secara mandiri!***

1. Diketahui suhu permukaan bagian dalam dan luar sebuah kaca jendela yang memiliki Panjang 2 m dan lebar 1,5 m berturut turut  $27^{\circ}\text{C}$  dan  $26^{\circ}\text{C}$ . Jika tebal kaca tersebut 3,2 mm dan konduktivitas termal kaca sebesar  $0,8\text{ W/m }^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan laju aliran kalor yang lewat jendela tersebut!
2. Udara dalam sebuah kamar menunjukkan skala  $25^{\circ}\text{C}$ , sedangkan suhu permukaan jendela kaca kamar tersebut  $15^{\circ}\text{C}$ . Jika koefisien konveksi  $7,5 \times 10^{-5}\text{ Wm}^{-2} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ , maka tentukan laju kalor yang diterima oleh jendela kaca seluas  $0,6\text{ m}^2$  !
3. Air sebanyak 0,5 kg yang bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$  di tuangkan ke dalam bejana dari aluminium yang memiliki massa 0,5 kg. Jika suhu awal bejana sebesar  $25^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis aluminium  $900\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ , dan kalor jenis air  $4.200\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan suhu kesetimbangan yang tercapai! (anggap tidak ada kalor yang mengalir ke lingkungan)



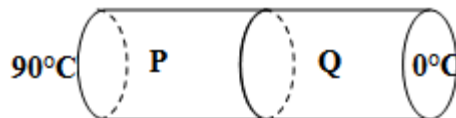
### **Rangkuman**

1. Perpindahan kalor ada tiga cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.
2. Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya disebut konduksi.
3. Konveksi adalah proses dimana kalor ditransfer dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat lain.
4. Perpindahan kalor yang tidak memerlukan perantara (medium) disebut radiasi.
5. Kalor merupakan energi yang dapat berpindah, prinsip ini merupakan prinsip hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi di rumuskan pertama kali oleh Joseph Black (1728 – 1899).

### Tes Formatif

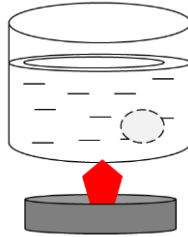
*Pilihlah salah satu jawaban yang tepat!*

1. Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya disebut ...
  - a. Konduksi
  - b. Konveksi
  - c. Radiasi
  - d. Emisi
  - e. Absorpsi
2. Proses dimana kalor ditransfer dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat lain disebut ...
  - a. Konduksi
  - b. Konveksi
  - c. Radiasi
  - d. Emisi
  - e. Absorpsi
3. Peristiwa angin laut dan angin darat merupakan salah satu peristiwa ...
  - a. Konduksi
  - b. Konveksi
  - c. Radiasi
  - d. Emisi
  - e. Absorpsi
4. Dua batang P dan Q dengan ukuran sama tetapi jenis logam berbeda dilekatkan seperti gambar di bawah



- Jika koefisien konduksi termal P adalah dua kali koefisien konduksi termal Q, maka suhu bidang batas P dan Q adalah ...
- a. 600 °C
  - b. 200 °C
  - c. 100 °C
  - d. 90 °C
  - e. 60 °C
5. Sebuah kawat pada lampu pijar yang luasnya 100 mm<sup>2</sup> meradiasikan energi dengan laju 5,67 watt. Jika kawat pijar dianggap sebagai benda hitam sempurna maka suhu permukaannya adalah ...
    - a. 500 K
    - b. 750 K
    - c. 1000 K
    - d. 1250 K
    - e. 1500 K
  6. Jika 400 gram air bersuhu 75°C dicampur dengan 100 gram air yang bersuhu 5°C, maka suhu akhir campuran air tersebut adalah ...
    - a. 60 °C
    - b. 61 °C
    - c. 62 °C
    - d. 63 °C
    - e. 64 °C

7.



Pada saat air diberi kalor seperti gambar di atas, maka molekul air yang mendapat kalor akan...

- a. Massa jenisnya mengecil
  - b. Massa jenisnya membesar
  - c. Massa jenisnya tidak berubah
  - d. Volumennya mengecil
  - e. Volumennya tetap
8. Udara dalam sebuah kamar menunjukkan skala  $30^{\circ}\text{C}$ , sedangkan suhu permukaan jendela kaca kamar tersebut  $20^{\circ}\text{C}$ . jika koefisien konveksi  $7,5 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2 (^{\circ}\text{C})^{-1}$ , maka berapakah laju kalor yang diterima oleh jendela kaca seluas  $0,8 \text{ m}^2$ ...
- a.  $0,4 \text{ W}$
  - b.  $0,6 \text{ W}$
  - c.  $0,8 \text{ W}$
  - d.  $1 \text{ W}$
  - e.  $1,2 \text{ W}$
9. Massa es bersuhu  $-10^{\circ}\text{C}$  adalah  $m_1$  dan massa air bersuhu  $60^{\circ}\text{C}$  adalah  $m_2$ . Jika es dan air dicampurkan sehingga diperoleh suhu setimbang  $30^{\circ}\text{C}$ , maka perbandingan antar massa air dengan es adalah ... (kalor lebur es  $80 \text{ kal/g}$ , kalor jenis es  $0,5 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis air  $1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ ).
- a.  $5/7 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$
  - b.  $7/5 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$
  - c.  $10/3 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$
  - d.  $3/10 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$
  - e.  $5/11 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$
10. Ketika seseorang mencampurkan air panas dengan air es yang dingin pada sebuah bejana. Menurut asas Black, zat yang menerima kalor adalah ...
- a. Air es
  - b. Air panas
  - c. Bejana
  - d. Air panas dan bejana
  - e. Air es dan bejana

### KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

- 21. A
- 22. B
- 23. B
- 24. E
- 25. C
- 26. B
- 27. B
- 28. B
- 29. C
- 30. E

#### Umpan balik dan tindak lanjut

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban Tes Formatif III. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan pembelajaran III.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{10} \times 100\%$$

90% - 100% = sangat baik

70% - 80% = baik

50% - 60% = kurang

<50% = sangat kurang

Terus mempelajari kegiatan belajar berikutnya bila Anda berhasil dengan baik yaitu mencapai tingkat penguasaan  $\geq 70\%$ , atau mengulang kembali mempelajari kegiatan belajar tersebut bila hasilnya masih di bawah 70% dari skor maksimum.

## DAFTAR PUSTAKA

Giancoli, Douglas C. 1998. *Fisika Edisi Kelima Jilid I*. Jakarta : Erlangga

Kanginan, Marthen. 2004. *Sains Fisika SMP*. Jakarta: Erlangga

Nurachmandani, Setya. 2009. *Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Grahadi

Sugiyarto, Teguh dan Eny Ismawati. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

<http://id.wikipedia.org/wiki/Suhu>. Diakses 25 Februari 2013.

<http://www.fisikaasyik.com/home02/content/view/316/44/>. Diakses 25 Februari 2013.

<http://www.scribd.com/doc/76936548/Materi-Fisika-Suhu-Dan-Kalor>  
Diakses 25 Februari 2013.

<http://memetmulyadi.blogspot.com/2012/05/suhu-dan-pengukurannya.html>. Diakses 25 Februari 2013

<http://gurumuda.net/anomali-air.htm>. Diakses 25 Februari 2013

## GLOSARIUM

**Asas Black** kekekalan energi pada pencampuran dua zat dengan mengabaikan kalor yang diserap oleh wadah pencampuran.

**Joule** Lambang J. Satuan SI untuk usaha dan energi yang sama dengan usaha yang dilakukan bila sebuah titik mengalami gaya sebesar 1 Newton sehingga bergerak sejauh satu meter pada arah gaya.  
 $1 \text{ joule} = 0,2388 \text{ kalori}$ . Dinamakan demikian untuk mengenang James Prescott Joule.

**Kalor** Proses perpindahan energi dari satu benda atau sistem ke benda atau sistem lain akibat selisih temperatur.

**Kalor Lebur** yang dibutuhkan per satuan massa untuk mengubah wujud zat padat menjadi cair.

**Kalor uap** Kalor yang dibutuhkan per satuan massa yang berkaitan dengan peristiwa pendidihan atau penguapan.

**Kapasitas kalor** Kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ .

**Konduksi** Perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya.

**Konveksi** Proses dimana kalor ditransfer dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat lain.

**Pemuaian** Gerakan atom penyusun benda karena mengalami pemanasan.

**Perubahan wujud zat** Transisi dari satu wujud ke wujud lain.

**Radiasi** Perpindahan kalor yang tidak memerlukan perantara (medium).

**Suhu** Derajat Panas atau dingin suatu benda.

**Termometer** Alat yang dapat mengukur suhu suatu benda.