

# BAB 5



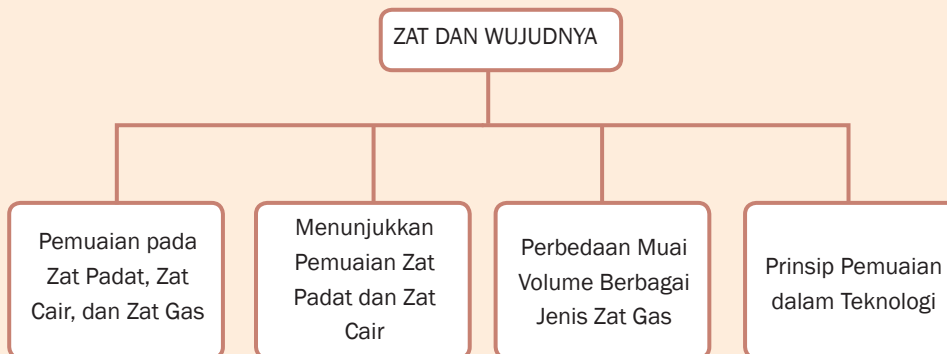
## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan dapat:

1. mendeskripsikan pengertian pemuaian dan jenis-jenisnya;
2. melakukan percobaan yang berkaitan dengan pemuaian;
3. mengetahui contoh aplikasi konsep pemuaian dalam kehidupan sehari-hari.

# PEMUAIAN

## Peta Konsep





**Gambar 5.1 Kereta api**  
**Foto: Dokumentasi Penerbit**

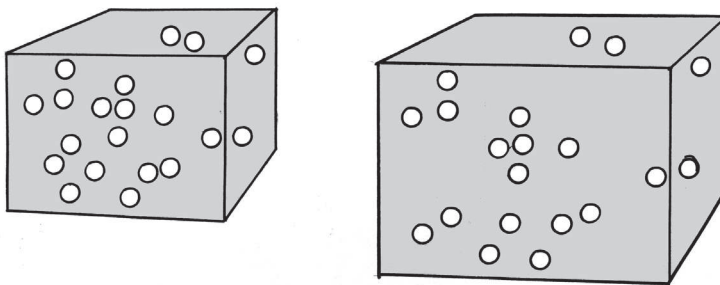
Kereta api merupakan alat transportasi darat yang relatif aman dan nyaman serta dapat mengangkut penumpang dalam jumlah yang banyak. Kereta berjalan di atas rel. Pada sambungan rel kereta api terdapat sebuah celah, seperti pada Gambar 5.1. Mengapa harus ada celah? Celah tersebut pada malam hari lebar, sedangkan siang hari menjadi sempit karena terkena sinar matahari. Apakah sebabnya? Temukan jawabannya setelah kamu mempelajari bab ini.

Sebagian besar zat akan memuai bila dipanaskan dan menyusut ketika didinginkan. Bila suatu zat dipanaskan (suhunya dinaikkan) maka molekul-molekulnya akan bergetar lebih cepat dan amplitudo getaran akan bertambah besar, akibatnya jarak antara molekul benda menjadi lebih besar dan terjadilah pemuaian. Pemuaian adalah bertambahnya ukuran benda akibat kenaikan suhu zat tersebut. Pemuaian dapat terjadi pada zat padat, cair, dan gas. Besarnya pemuaian zat sangat tergantung ukuran benda semula, kenaikan suhu dan jenis zat. Efek pemuaian zat sangat bermanfaat dalam pengembangan berbagai teknologi.



**Kata-Kata Kunci  
(Key Words)**

pemuaian  
pemuaian panjang  
pemuaian luas  
pemuaian volume  
pemuaian gas  
keping bimetal



**Gambar 5.2 Perubahan Volume Benda Akibat Perubahan Suhu Benda**  
Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

## A. Pemuaian Zat Padat

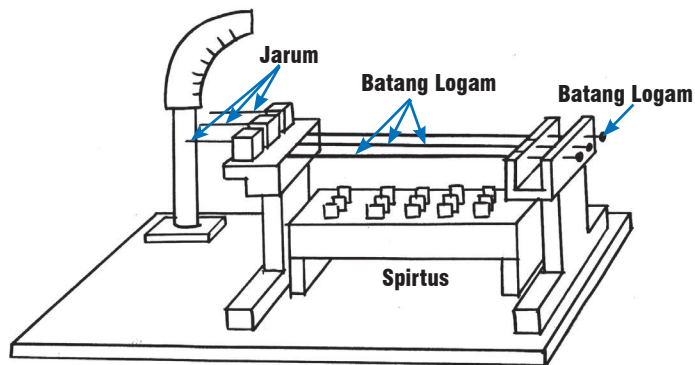
Coba kamu amati bingkai kaca jendela di ruang kelasmu! Adakah bingkai jendela yang melengkung? Tahukah kamu apa sebabnya? Bingkai jendela tersebut melengkung tidak lain karena mengalami pemuaian.

Pemuaian yang terjadi pada benda, sebenarnya terjadi pada seluruh bagian benda tersebut. Namun demikian, untuk mempermudah pemahaman maka pemuaian dibedakan tiga macam, yaitu pemuaian panjang, pemuaian luas, dan pemuaian volume.

### 1. Pemuaian Panjang

Pernahkah kamu mengamati kabel jaringan listrik pada pagi hari dan siang hari? Kabel jaringan akan tampak kencang pada pagi hari dan tampak kendur pada siang hari. Kabel tersebut mengalami pemuaian panjang akibat terkena panas sinar matahari.

Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian panjang berbagai jenis zat padat adalah *musschenbroek*. Pemuaian panjang suatu benda dipengaruhi oleh panjang mula-mula benda, besar kenaikan suhu, dan tergantung dari jenis benda.



**Gambar 5.3 Muschenbroek**  
**Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit**

Lakukanlah kegiatan berikut, untuk menyelidiki muai panjang suatu zat padat.



## Kegiatan Ilmiah 5.1

### Pemuaian Panjang pada Logam

#### Tujuan

Menyelidiki muai panjang zat padat menggunakan *muschenbroek*

#### Alat dan Bahan

*Muschenbroek* lengkap dengan beberapa macam batang logam (besi, kuningan, dan aluminium) serta pembakar spiritusnya.

#### Petunjuk Kerja

1. Pasang batang logam yang tersedia dan aturlah posisi jarum dengan memutar sekrup pengatur sampai kedudukan semua jarum sejajar.
2. Nyalakan pembakar spiritus dan amati perubahan kedudukan pada jarum penunjuk.
3. Setelah 5 menit, lakukan pengamatan pada jarum penunjuk! Catatlah hasilnya.

#### Pertanyaan

1. Apakah jarum penunjuk menunjukkan skala tertentu?
2. Samakah skala yang ditunjukkan masing-masing jarum penunjuk? Jika berbeda, mengapa demikian?
3. Logam manakah yang menunjukkan pemuaian paling besar?

Besarnya panjang logam setelah dipanaskan adalah sebesar

$$L = L_0 + \Delta L$$

Besarnya panjang zat padat untuk setiap kenaikan  $1^{\circ}\text{C}$  pada zat sepanjang 1 m disebut koefisien muai panjang ( $\alpha$ ). Hubungan antara panjang benda, suhu, dan koefisien muai panjang dinyatakan dengan persamaan

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

Keterangan

$L$  = Panjang akhir (m)

$L_0$  = Panjang mula-mula (m)

$\Delta L$  = Pertambahan panjang (m)

$\alpha$  = Koefisien muai panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$\Delta t$  = kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )



## Belajar IPA melalui Internet

Kamu dapat belajar materi ini dengan mengakses website [www.e-dukasi.net/mapok/mp\\_full.php?id=69](http://www.e-dukasi.net/mapok/mp_full.php?id=69).

**Tabel 5.1 Koefisien Berbagai Jenis Bahan**

No	Nama Bahan	Koefisien Muai Panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
1.	Intan	$12 \times 10^{-5}$
2.	Kuningan	$1,9 \times 10^{-5}$
3.	Tembaga	$1,7 \times 10^{-5}$
4.	Es	$510 \times 10^{-5}$
5.	Aluminium	$1,2 \times 10^{-5}$
6.	Baja	$1,1 \times 10^{-5}$
7.	Platina	$1,0 \times 10^{-5}$
8.	Kaca	$0,9 \times 10^{-5}$
9.	Pyrex	$0,3 \times 10^{-5}$
10.	Invar	$0,1 \times 10^{-5}$

Sumber: Fisika untuk Sains dan Teknik (1998: 569)



### Contoh Soal 5.1

**Soal**

Batang suatu logam pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$  memiliki panjang 100 cm. Tentukan panjang tersebut pada suhu  $310^{\circ}\text{C}$  jika  $\alpha = 1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ .

**Pembahasan**

Diketahui :  $l_0 = 100 \text{ cm}$   
 $\Delta t = 300^{\circ}\text{C}$

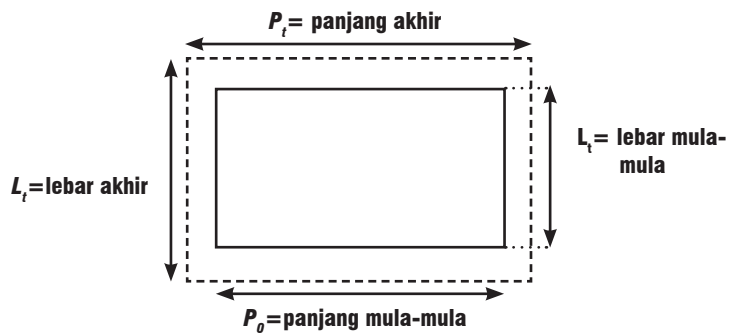
Ditanya :  $l$

$$\begin{aligned}\text{Jawab} : l &= l_0(1 + \alpha \Delta t) \\ &= 100(1 + 1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C} \times 300^{\circ}\text{C}) \\ &= 100 + 0,36 \\ l &= 100,36 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi, panjang batang logam setelah dipanaskan adalah 100,36 cm.

## 2. Pemuaian Luas

Jika yang dipanaskan adalah suatu lempeng atau plat tipis maka plat tersebut akan mengalami pemuaian pada panjang dan lebarnya. Dengan demikian lempeng akan mengalami pemuaian luas atau pemuaian bidang. Perhatikan Gambar 5.4.



**Gambar 5.4** Komponen Pemuaian Luas  
**Sumber Gambar:** Dokumentasi Penerbit

Pertambahan luas zat padat untuk setiap kenaikan  $1^{\circ}\text{C}$  pada zat seluas  $1 \text{ m}^2$  disebut koefisien muai luas ( $\beta$ ).

Hubungan antara luas benda, pertambahan luas suhu, dan koefisien muai luas suatu zat adalah

$$\begin{aligned}A &= A_0 + \Delta A \\ \Delta A &= A_0 \beta \Delta t \\ \Delta A &= A_0 (1 + \beta \Delta t)\end{aligned}$$

Keterangan:

$A$  = Luas akhir ( $\text{m}^2$ )

$\Delta A$  = Pertambahan luas ( $\text{m}^2$ )

$A_0$  = Luas mula-mula ( $\text{m}^2$ )

$\beta$  = Koefisien muai luas zat ( $/^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta t$  = Kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Besarnya  $\beta$  dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$\beta = 2\alpha$$



## Contoh Soal 5.2

### Soal

Suatu plat aluminium berbentuk persegi dengan panjang sisi 20 cm pada suhu 25°C. Koefisien muai panjang aluminium  $1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ . Tentukan pertambahan luas plat tersebut jika dipanasi hingga suhu 125°C!

### Pembahasan

Diketahui :  $S_0 = 20 \text{ cm}$

$$\Delta T = 100^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$$

Ditanya :  $\Delta A$

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } A_0 &= S_0 \times S_0 \\ &= 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$A_0 = 400 \text{ cm}^2$$

$$\beta = 2 \alpha$$

$$\beta = 2 \times 1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C} = 2,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T$$

$$= 400 \text{ cm}^2 \times 2,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C} \times 100^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta A = 0,96 \text{ cm}^2$$

Pemuaihan luas dapat kita amati pada jendela kaca rumah. Pada saat udara dingin kaca menyusut karena koefisien muai kaca lebih besar daripada koefisien muai kayu. Jika suhu memanas maka kaca akan memuai lebih besar daripada kayu kusen sehingga kaca akan terlihat terpasang dengan sangat rapat pada kusen kayu.



## Diskusikan 5.1

Mengapa permukaan jalan beraspal pada siang hari yang panas terlihat seolah-olah melengkung dan berkelok-kelok?

### 3. Pemuaihan Volume

Jika suatu balok mula-mula memiliki panjang  $P_0$ , lebar  $L_0$ , dan tinggi  $h_0$  dipanaskan hingga suhunya bertambah  $\Delta t$ , maka berdasarkan pada pemikiran muai panjang dan luas diperoleh harga volume balok tersebut sebesar

$$V = V_0 + \Delta V$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta t$$

$$V = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

dimana

$$\gamma = 3\alpha \text{ atau } \gamma = \frac{3}{2}\beta$$

Keterangan:

$V$  = Volume akhir ( $m^3$ )

$V_0$  = Volume mula-mula ( $m^3$ )

$\Delta V$  = Pertambahan volume ( $m^3$ )

$\gamma$  = Koefisien muai volume ( $/^{\circ}C$ )

$\Delta t$  = Kenaikan suhu ( $^{\circ}C$ )

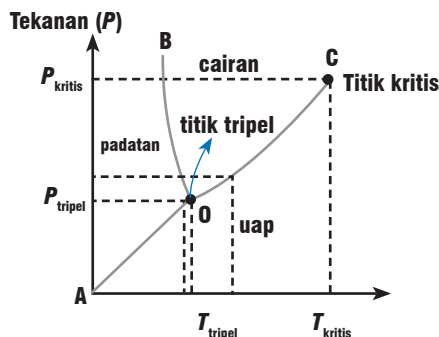
## Asah Kemampuan 5.1



1. Batang logam panjangnya 300 cm dipanaskan dari  $25^{\circ}C$  hingga  $225^{\circ}C$  mengalami pertambahan panjang sebesar 0,6 cm. Berapa pertambahan batang logam yang sama dengan panjang 200 cm dan dipanaskan dari  $20^{\circ}C$  hingga suhu  $320^{\circ}C$
2. Sekeping aluminium panjangnya 40 cm dan lebarnya 30 cm dipanaskan dari  $40^{\circ}C$  sampai  $140^{\circ}C$ . Jika koefisien muai panjang aluminium adalah  $2,5 \times 10^{-5} / ^{\circ}C$ , berapakah luas keping aluminium setelah dipanaskan?
3. Besi berbentuk kubus pada suhu  $20^{\circ}C$  memiliki panjang rusuk 10 cm. Kubus tersebut dipanaskan hingga suhu  $220^{\circ}C$ . Berapa volume kubus pada suhu  $220^{\circ}C$  jika koefisien muai panjang besi  $1,2 \times 10^{-5} / ^{\circ}C$ ?

## B. Pemuai Zat Cair

Pada zat cair tidak melibatkan 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. Pemuai zat cair untuk masing-masing jenis zat cair berbeda-beda, akibatnya walaupun mula-mula volume zat cair sama tetapi setelah dipanaskan volumenya menjadi berbeda-beda. Pemuai volume zat cair terkait dengan pemuai tekanan karena peningkatan suhu. Titik pertemuan antara wujud cair, padat dan gas disebut titik tripel.



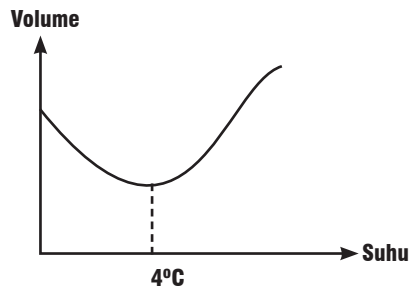
Gambar 5.5 Titik Tripel

Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

### Anomali Air

Khusus untuk air, pada kenaikan suhu dari 0°C sampai 4°C volumenya tidak bertambah, akan tetapi justru menyusut. Pengecualian ini disebut dengan anomali air. Oleh karena itu, pada suhu 4°C air mempunyai volume terendah.

Hubungan volume dengan suhu pada air dapat digambarkan pada grafik berikut.



**Gambar 5.6 Grafik Hubungan antara Volume dengan Suhu air**  
Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

Pada suhu 4°C, air menempati posisi terkecil sehingga pada suhu itu air memiliki massa jenis terbesar. Jadi air bila suhunya dinaikkan dari 0°C – 4°C akan menyusut, dan bila suhunya dinaikkan dari 4°C ke atas akan memuai. Hubungan antara suhu dan volume air dapat digambarkan pada Gambar 5.6. Biasanya pada setiap benda bila suhunya bertambah pasti mengalami pemuaian. Peristiwa yang terjadi pada air itu disebut anomali air. Hal yang sama juga terjadi pada bismuth dengan suhu yang berbeda. Lakukan kegiatan berikut untuk menyelidiki kecepatan pemuaian pada berbagai macam zat cair.



## Kegiatan Ilmiah 5.2

### Pemuaian pada Zat Cair

#### Tujuan

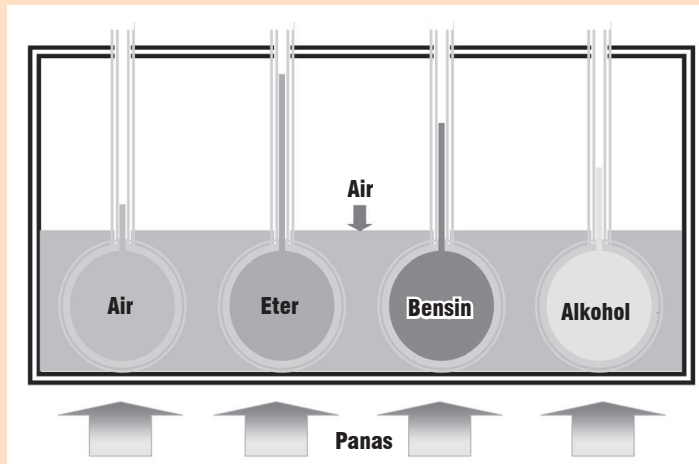
Menyelidiki kecepatan pemuaian pada berbagai macam zat cair

#### Alat dan Bahan

1. Labu erlenmeyer berpipa kecil (4 buah)
2. Wadah air
3. Sumber panas
4. Air
5. Eter
6. Bensin
7. Alkohol

### Petunjuk Kerja

1. Siapkan empat buah labu erlenmeyer berpipa kecil. Isi masing-masing labu dengan air, eter, bensin, dan alkohol dengan volume yang sama.
2. Siapkan wadah yang agak besar dan isilah dengan air.
3. Masukkan labu tersebut pada wadah berisi air kemudian panaskan wadah tersebut.
4. Setelah beberapa saat, amatilah tinggi permukaan zat cair pada labu.



**Gambar 5.7 Rangkaian Alat Percobaan untuk Menyelidiki Kecepatan Pemuain pada Berbagai Macam Zat Cair**  
Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

### Pertanyaan

1. Bagaimana hasil pengamatan terhadap tinggi permukaan zat cair pada labu? Samakah tinggi masing-masing zat cair tersebut?
2. Apa yang dapat kamu simpulkan berkaitan dengan pemuain pada zat cair berdasarkan hasil kegiatan di atas?

## Asah Kemampuan 5.2



1. Jelaskan pengertian anomali air!
2. Apa yang dimaksud dengan
  - a. titik tripel
  - b. titik kritis
3. Sebutkan tiga contoh pemanfaatan prinsip pemuain zat cair dalam kehidupan sehari-hari!

## C. Pemuain pada Gas

Mungkin kamu pernah menyaksikan mobil atau motor yang sedang melaju di jalan tiba-tiba bannya meletus?. Ban mobil tersebut meletus karena terjadi pemuain udara atau gas di dalam ban. Pemuain tersebut terjadi karena adanya kenaikan suhu udara di ban mobil akibat gesekan roda dengan aspal.

Pemuaian pada gas adalah pemuaian volume yang dirumuskan sebagai

$$V = V_0(1 + \gamma \Delta t)$$

$\gamma$  adalah koefisien muai volume. Nilai  $\gamma$  sama untuk semua gas, yaitu  $1/273 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Pemuaian gas dibedakan tiga macam, yaitu

- pemuaian gas pada suhu tetap (isotermal),
- pemuaian gas pada tekanan tetap, dan
- pemuaian gas pada volume tetap.

## 1. Pemuaian Gas pada Suhu Tetap (Isotermal)

Pernahkah kalian memompa ban dengan pompa manual seperti Gambar 5.8? Apa yang kalian rasakan ketika baru pertama kali menekan pompa tersebut? Apa yang kalian rasakan ketika kalian menekannya lebih jauh? Awalnya mungkin terasa ringan. Namun, lama kelamaan menjadi berat. Hal ini karena ketika kita menekan pompa, itu berarti volume gas tersebut mengecil.

Pemuaian gas pada suhu tetap berlaku hukum Boyle, yaitu gas di dalam ruang tertutup yang suhunya dijaga tetap, maka hasil kali tekanan dan volume gas adalah tetap. Dirumuskan sebagai

$$P V = \text{tetap}$$

atau

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Keterangan,

$P$  = tekanan gas (atm)

$V$  = volume gas (L)



Gambar 5.8 Pompa tangan  
Foto: Dokumentasi Penerbit



### Contoh Soal 5.3

#### Soal

Suatu gas di dalam ruang tertutup memiliki tekanan 1 atm dan volume 4 L. Jika suhu gas dijaga tetap dan tekanan diubah menjadi 2 atm, berapakah volume gas?

#### Pembahasan

Diketahui :  $P_1 = 1 \text{ atm}$

$V_1 = 4 \text{ L}$

$P_2 = 2 \text{ atm}$

Ditanya :  $V_2$

$$\text{Jawab : } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1 \text{ atm} \cdot 4L = 2 \text{ atm}.$$

$$V_2 = \frac{1 \text{ atm}}{2 \text{ atm}}$$

$$V_2 = 2L$$

## 2. Pemuaian Gas pada Tekanan Tetap (Isobar) (Pengayaan)

Pemuaian gas pada tekanan tetap berlaku hukum Gay Lussac, yaitu *gas di dalam ruang tertutup dengan tekanan dijaga tetap, maka volume gas sebanding dengan suhu mutlak gas*. Dalam bentuk persamaan dapat dituliskan sebagai

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

V = volume (L)

T = suhu (K)



### Contoh Soal 5.4

#### Soal

Suatu gas di dalam ruangan tertutup memiliki tekanan 1 atm, suhu 27°C, dan volume 2,4 L. Berapa volume gas tersebut pada suhu 127°C jika mengalami proses pemuaian pada tekanan tetap?

#### Pembahasan

Diketahui :  $P = 1 \text{ atm}$

$$T_1 = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

$$V_1 = 2,4 \text{ L}$$

$$T_2 = 127^\circ\text{C} = 400 \text{ K}$$

Ditanya :  $V_2$

$$\text{Jawab : } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{2,4L}{300 \text{ K}} = \frac{V_2}{400 \text{ K}}$$

$$V_2 = \frac{2,4L \cdot 400 \text{ K}}{300 \text{ K}}$$

$$V_2 = 3,2 \text{ L}$$

### 3. Pemuaiian Gas Pada Volume Tetap (Isokhorik) (Pengayaan)

Pemuaiian gas pada volume tetap berlaku hukum Boyle-Gay Lussac, yaitu *jika volume gas di dalam ruang tertutup dijaga tetap, maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlaknya*. Hukum Boyle-Gay Lussac dirumuskan sebagai

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Dengan menggabungkan hukum boyle dan hukum Gay Lussac diperoleh persamaan

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Keterangan:

$P$  = tekanan (atm)

$V$  = volume (L)

$T$  = suhu (K)

### Asah Kemampuan 5.3



1. Suatu gas suhunya 27°C dipanaskan pada tekanan tetap. Berapa suhu gas tersebut saat volume gas menjadi 3 kali volume semula?
2. Gas di dalam ruang tertutup pada suhu 27°C dan tekanan 2 atm memiliki volume 2,4 L. Berapa volume gas tersebut pada suhu 227°C dan tekanan 3 atm?
3. Sejumlah gas dengan volume 4 L pada tekanan 1,5 atm dan suhunya 27°C. Kemudian gas tersebut dipanaskan hingga suhunya 47°C dan volumenya 3,2 L. Berapakah tekanan gas setelah dipanaskan?

### D. Penerapan Prinsip Pemuaiian Zat dalam Kehidupan Sehari-Hari

Prinsip pemuaiian zat banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Berikut ini adalah beberapa contoh penerapannya.

#### 1. Pemasangan Kaca Jendela

Pemasangan kaca jendela memperhatikan juga ruang muai bagi kaca sebab koefisien muai kaca lebih besar daripada koefisien muai kayu tempat kaca tersebut dipasang. Hal ini penting sekali untuk menghindari terjadinya pembengkokan pada bingkai.



**Gambar 5.9 Pemasangan Kaca pada Jendela Perlu Diberi Ruang untuk Pemuaiian**  
Foto: Dokumentasi Pribadi

## 2. Pemasangan Sambungan Rel Kereta Api



a. Rel kereta api



b. Model sambungan pada rel kereta api

**Gambar 5.10 Pemanfaatan Prinsip Pemuaiian pada Sambungan Rel Kereta Api**  
Foto: Dokumentasi Penerbit

Penyambungan rel kereta api harus menyediakan celah antara satu batang rel dengan batang rel lain. Jika suhu meningkat, maka batang rel akan memuai hingga akan bertambah panjang. Dengan diberikannya ruang muai antar rel maka tidak akan terjadi desakan antar rel yang akan mengakibatkan rel menjadi bengkok.

## 3. Pemasangan Bingkai Besi pada Roda Pedati

Bingkai roda pedati pada keadaan normal 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.



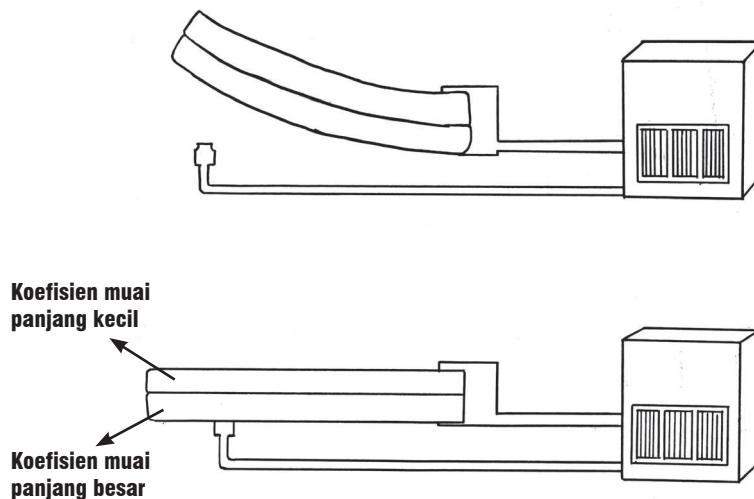
**Gambar 5.11 Roda Pedati Dipasang dengan Prinsip Pemuaiian**  
Foto: Dokumentasi Penerbit

## 4. Pemasangan Jaringan Listrik dan Telepon

Kabel jaringan listrik atau telepon dipasang kendur dari tiang satu ke tiang lainnya sehingga saat udara dingin panjang kabel akan sedikit berkurang dan mengencang. Jika kabel tidak dipasang kendur, maka saat terjadi penyusutan kabel akan terputus.

## 5. Keping Bimetal

Keping bimetal adalah dua buah keping logam yang memiliki koefisien muai panjang berbeda yang dikeling menjadi satu. Keping bimetal sangat peka terhadap perubahan suhu. Pada suhu normal panjang keping bimetal akan sama dan kedua keping pada posisi lurus. Jika suhu naik kedua keping akan mengalami pemuaian dengan pertambahan panjang yang berbeda. Akibatnya keping bimetal akan membengkok ke arah logam yang mempunyai koefisien muai panjang yang kecil.



**Gambar 5.12 Keping Bimetal akan Membengkok ke Arah Logam yang Muai Panjangnya / Lebih Kecil**

Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

Keping bimetal dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan misalnya pada termometer bimetal, termostat bimetal pada seterika listrik, saklar alarm bimetal, sekring listrik bimetal.

Pemanfaatan pemuaian zat yang tidak sama koefisien muainya dapat berguna bagi industri otomotif, misalnya pada bimetal yang dipasang sebagai saklar otomatis atau pada lampu reteng kendaraan.



## Tokoh IPA



**Gambar 5.13**  
**Pieter (Petrus) van**  
**Musschenbroek**  
**Sumber Gambar: [http://](http://www.eoearth.org)**  
**[www.eoearth.org](http://www.eoearth.org)**

### Pieter (Petrus) van Musschenbroek (1692–1761)

Musschenbroek lahir pada 14 Maret 1692 di Leiden, Belanda, dari keluarga pembuat perkakas rumah tangga. Ketika Petrus (Pieter's) lahir kedua orangtuanya selalu membuat alat-alat fisika (pompa udara, mikroskop, dan teleskop) dan karena itulah dia menyukai ilmu sains. Dia belajar di Universitas Leiden (Leiden) dan memperoleh gelar dokter pada tahun 1715 dan ia berhasil meraih gelar doctor (Ph.D.) pada bidang sains murni (fisika). Dia berkunjung ke Inggris pada tahun 1717 dan berjumpa dengan Isaac Newton. Sekembalinya ke Belanda, dia mendapat gelar guru besar di bidang sains dan matematika dari Universitas Duesberg (Duisburg) pada tahun 1719.

Musschenbroek mengembangkan ide-ide Newton di Belanda. Dia diangkat menjadi guru besar (dari tahun 1721) di Universitas Duesberg, Utrecht, dan Leiden (dari tahun 1740–1761). Dia berhasil mengembangkan ilmunya di bidang sains (fisika) di Universitas Utrecht dan Universitas Leiden. Dia merupakan orang yang pertama kali mengembangkan penelitian sains tentang daya listrik dan alat-alat perlengkapannya. Pada 1729, dia sudah menjadi ahli fisika yang terkemuka dari ahli lainnya.

## Asah Kemampuan 5.4



1. Sebutkan 5 contoh penerapan prinsip pemuaian zat dalam kehidupan sehari-hari!
2. Apa yang dimaksud dengan keping bimetal? Jelaskan prinsip kerjanya?



## Rangkuman

Pemuaian adalah bertambahnya ukuran benda akibat kenaikan suhu zat tersebut. Pemuaian dapat terjadi pada zat padat, cair, dan gas. Besarnya pemuaian zat sangat tergantung ukuran benda semula, kenaikan suhu, dan jenis benda.

Pengaruh dari pemuaian pada zat, benda akan bertambah ukurannya baik panjang, luas maupun volume. Pemuaian panjang suatu benda dipengaruhi oleh panjang mula-mula benda, besar kenaikan suhu, dan tergantung dari jenis benda. Adapun pemuaian volume zat cair terkait dengan pemuaian tekanan karena peningkatan suhu.

Khusus untuk air, pada kenaikan suhu dari 0°C sampai 4°C volumenya tidak bertambah akan tetapi justru menyusut. Pengecualian ini disebut dengan anomali air. Hal serupa juga terjadi pada bismuth pada suhu-suhu yang berbeda.

Efek pemuaian zat tersebut harus diperhitungkan oleh para ahli dalam konstruksi jembatan, jalan, pemasangan kabel telepon dan listrik. Hal ini dilakukan untuk menghindari bencana yang tidak diinginkan.



## Uji Kompetensi 5

### I. Pilihlah salah satu jawaban yang tepat!

1. Apabila suatu benda diberi kalor, maka benda itu akan ....
  - a. menyusut volumenya
  - b. pasti berubah wujud
  - c. pasti bertambah suhunya
  - d. bisa berubah wujud atau bertambah suhunya
2. Alat berikut ini digunakan untuk mengetahui pemuaian pada zat padat adalah ....
  - a. barometer
  - b. termoskop
  - c. dilatometer
  - d. *Musschenbrock*
3. Koefisien muai panjang adalah ....
  - a. angka yang menunjukkan berkurang panjangnya tiap 1 cm zat bila suhunya naik sebesar  $1^{\circ}\text{C}$
  - b. angka yang menunjukkan bertambah panjangnya tiap 1 cm suatu zat bila suhunya naik sebesar  $1^{\circ}\text{C}$
  - c. angka yang menunjukkan bertambah panjangnya tiap 1 cm suatu zat bila suhunya turun sebesar  $1^{\circ}\text{C}$
  - d. angka yang menunjukkan berkurang panjangnya tiap 1 cm zat bila suhunya tetap pada  $1^{\circ}\text{C}$

4. Perhatikan tabel berikut!

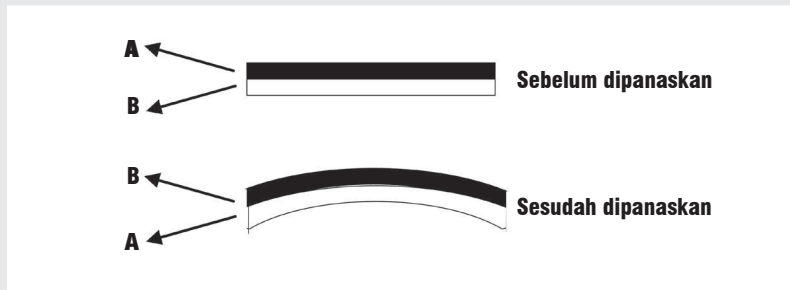
Jenis Benda	Koefisien Muai Panjang
kuningan	0,000019/ $^{\circ}\text{C}$
tembaga	0,000017/ $^{\circ}\text{C}$
baja	0,000011/ $^{\circ}\text{C}$
kaca	0,000009/ $^{\circ}\text{C}$

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

- a. kuningan
  - b. tembaga
  - c. baja
  - d. kaca
5. Kuningan panjang mula-mula 100 cm dengan koefisien muai panjang  $0,000019/^{\circ}\text{C}$  dipanaskan dari suhu  $10^{\circ}\text{C}$  sampai  $110^{\circ}\text{C}$  akan bertambah panjang sebesar ... cm.
  - a. 0,0038
  - b. 0,0019
  - c. 0,19
  - d. 0,38



14. Penerapan pemuaian dalam kehidupan sehari-hari dapat berupa seperti berikut, *kecuali* ....
- pasangan sambungan rel kereta api
  - pasangan kaca jendela
  - pengelingan
  - pengeringan pakaian
15. Berikut ini gambar bimetal terbuat dari logam A dan B.



Pernyataan yang *tidak* tepat dari gambar itu yaitu ....

- koefisien muai panjang logam A lebih kecil dari logam B
- koefisien muai panjang logam B lebih kecil dari logam A
- bimetal akan melengkung ke arah logam B bila didinginkan
- koefisien muai volume logam B lebih kecil dari logam A

## II. Jawablah dengan singkat dan jelas!

- Sebatang besi panjangnya 100 cm pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$ , setelah dipanasi sampai  $110^{\circ}\text{C}$  panjangnya menjadi 100,05 cm. Suatu logam jenis lain yang koefisien muai panjangnya 3 kali koefisien muai panjang besi panjangnya awalnya 120 cm pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Tentukan panjang logam tersebut jika dipanasi sampai  $40^{\circ}\text{C}$ !
- Sebuah jendela kaca pada malam hari luasnya menyusut  $0,80\text{ cm}^2$ . Koefisien muai panjang kaca  $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . Tentukan suhu pada malam itu jika luas kaca pada suhu  $36^{\circ}\text{C}$  adalah  $1000\text{ cm}^2$ .
- Sebuah gelas kaca bervolume  $500\text{ cm}^3$  penuh berisi alkohol pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Jika dipanasi sampai  $50^{\circ}\text{C}$ , berapa volume alkohol yang tumpah? (Koefisien muai volume alkohol  $0,00120/^{\circ}\text{C}$  dan koefisien muai volume gelas  $0,000027/^{\circ}\text{C}$ )
- Sampai suhu berapa suatu gas yang suhunya  $0^{\circ}\text{C}$  volumenya  $100\text{ cm}^3$  harus dipanaskan agar volumenya menjadi 2 kali volume semula, sedangkan tekanannya tetap?
- Jelaskan prinsip pemuaian yang terjadi pada termostat dan pemasangan bingkai besi pada roda!



## Tugas Proyek

Termostat adalah alat yang berfungsi untuk mematikan atau menghidupkan sebuah peralatan listrik secara otomatis ketika suhu tertentu telah tercapai. Prinsip kerja termostat memanfaatkan konsep pemuaian. Carilah referensi yang berkaitan dengan termostat melalui media internet atau media cetak. Susunlah hasil kegiatanmu dalam bentuk ringkasan atau klipng. Presentasikan di kelas dengan bimbingan gurumu.



### Refleksi Diri

Setelah kamu mempelajari materi ini,

1. manfaat apa yang kamu peroleh?
2. kesulitan apa yang kamu temui saat mempelajarinya?
3. persoalan baru apa yang muncul di benakmu setelah mempelajari materi ini?

Konsultasikan kesulitan dan permasalahan yang kamu temui dengan gurumu!