

PEMUAIAN

Pengertian Pemuaian

Pada pembicaraan tentang suhu pernah dibicarakan bahwa suhu mempengaruhi gerak partikel suatu benda. Benda yang bersuhu tinggi gerak partikelnya lebih cepat dari pada benda yang suhunya lebih rendah. Gerak partikel yang lebih cepat membutuhkan ruang gerak yang lebih luas, maka pada umumnya benda memuai pada saat dipanaskan.

I. Pemuaian Zat Padat

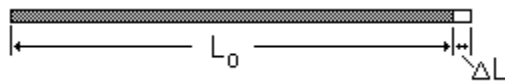
A. Pemuaian Panjang

Zat padat yang ukuran panjangnya jauh lebih besar dari ukuran luas dan tebalnya dianggap hanya bertambah panjang pada saat dipanaskan. Zat padat semacam ini dikatakan mengalami pemuaian panjang.

Pemuaian panjang suatu zat padat tergantung pada jenis zat padat yang dipanaskan. Pemuaian zat padat juga sebanding dengan kenaikan suhunya. Pertambahan panjang setiap jenis zat padat per derajat Celcius disebut **koefisien muai panjang** zat padat. Besarnya pertambahan panjang yang terjadi juga bergantung pada panjangnya benda itu mula-mula.

Tabel koefisien muai panjang beberapa zat padat :

Nama Zat	Koefisien Muai panjang	Nama Zat	Koefisien Muai panjang
Alumunium	$2,54 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	Perak	$2,0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
Tembaga	$1,7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	Kaca	$0,9 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
Perunggu	$1,8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	Timbal	$2,9 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
Besi	$1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	Kuningan	$1,9 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
Baja	$1,1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	Platina	$0,89 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$



Bila ΔL = pertambahan panjang zat padat, L_0 = panjang awal zat padat sebelum dipanaskan, α = koefisien muai panjang zat padat, dan ΔT = Perubahan temperatur zat padat, maka pertambahan panjang zat padat yang dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$\Delta L = \Delta T \cdot \alpha \cdot L_1$$

Bila L_2 adalah panjang zat padat setelah dipanaskan maka panjang zat padat setelah dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

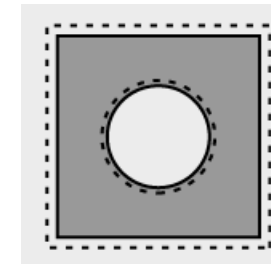
$$L_2 = L_1 + \Delta L$$

Sehingga juga dapat ditulis :

$$L_2 = L_1 + \Delta T \cdot L_1 \cdot \alpha \quad \text{atau} \quad L_2 = L_1 (1 + \Delta T \cdot \alpha)$$

B. Pemuaian Luas

Benda padat yang berbentuk luasan dengan ukuran ketebalan dapat diabaikan bila dipanaskan, akan mengalami pemuaian luas.



Bila ΔA = pertambahan luas zat padat, A_1 = Luas awal zat padat sebelum dipanaskan, β = koefisien muai luas zat padat, dan ΔT = Perubahan temperatur zat padat, maka pertambahan luas zat padat yang dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut:

$$\Delta A = \Delta T \cdot \beta \cdot A_1$$

$\beta = 2\alpha$, maka persamaan di atas juga dapat ditulis :

$$\Delta A = \Delta T \cdot 2\alpha \cdot A_1$$

α adalah = koefisien muai panjang zat padat

Bila A_2 adalah luas zat padat setelah dipanaskan maka luas zat padat setelah dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$A_2 = A_1 + \Delta A$$

Sehingga juga dapat ditulis :

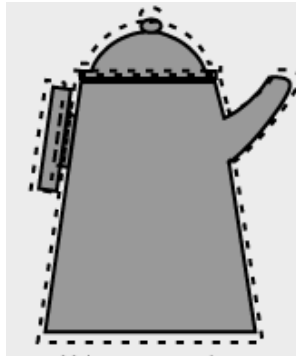
$$A_2 = A_1 + \Delta T \cdot A_1 \cdot \beta$$

atau

$$A_2 = A_1 (1 + \Delta T \cdot \beta)$$

D. Pemuaian Volume

Benda padat yang berbentuk ruang bila dipanaskan akan mengalami pemuaian volume.



Bila ΔV = pertambahan volume zat padat, V_0 = volume awal zat padat sebelum dipanaskan, γ = koefisien muai ruang/volume zat padat, dan ΔT = Perubahan temperatur zat padat, maka pertambahan volume zat padat yang dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$\Delta V = \Delta T \cdot \gamma \cdot V_1$$

$\gamma = 3\alpha$, maka persamaan di atas juga dapat ditulis :

$$\Delta V = \Delta T \cdot 3\alpha \cdot V_1$$

Bila V_2 adalah volume zat padat setelah dipanaskan maka volume zat padat setelah dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

Sehingga juga dapat ditulis :

$$V_2 = V_1 + \Delta T \cdot \gamma \cdot V_1$$

atau

$$V_2 = V_1 (1 + \Delta T \cdot \gamma)$$

II. Pemuaian Volume Zat Cair

Zat cair mempunyai sifat bentuknya selalu mengikuti bentuk ruang yang ditempatinya. Jika air dituangkan ke dalam gelas maka air akan berbentuk gelas, jika air dituangkan ke dalam botol maka bentuk air akan mengikuti bentuk botol. Umumnya bahasan tentang pemuaian zat cair tidak membicarakan pemuaian panjang maupun pemuaian luasnya, tetapi hanya mempunyai pemuaian volume. Oleh karena itu, pada zat cair tidak dikenal angka koefisien muai panjang dan koefisien muai luas. Zat cair hanya memiliki koefisien muai ruang/volume.

$$\Delta V = \Delta T \cdot \gamma \cdot V_1$$

Tabel koefisien muai Volume beberapa zat cair:

Nama Zat	Koefisien Muai Ruang/Volume
Air	$2,1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
Alkohol	$1,12 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$
Bensin	$9,6 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$
Raksa	$1,82 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$

Bila V_2 adalah Volume zat cair setelah dipanaskan maka volume zat cair setelah dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

Sehingga juga dapat ditulis :

$$V_2 = V_1 + \Delta T \cdot \gamma \cdot V_1$$

atau

$$V_2 = V_1 (1 + \Delta T \cdot \gamma)$$

III. Pemuaian Gas

Gas juga akan mengalami pemuaian jika dipanaskan. Seperti halnya zat cair, pemuaian gas selalu mengacu pada pemuaian volume.

$$\Delta V = \Delta T \cdot \gamma \cdot V_1$$

Bila V_t adalah Volume gas setelah dipanaskan maka volume gas setelah dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

Sehingga juga dapat ditulis :

$$V_2 = V_1 + \Delta T \cdot \gamma \cdot V_1$$

atau

$$V_2 = V_1 (1 + \Delta T \cdot \gamma)$$

Tabel koefisien muai Volume beberapa Gas:

Nama Zat	Koefisien Muai Volume
Udara	$3,67 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$
Helium	$3,665 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$

Koefisien muai ruang/volume semua gas harganya hampir sama, bila dibulatkan nilainya berkisar $3,67 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ atau dapat ditulis sebagai $\frac{1}{273}/^{\circ}\text{C}$

Volume gas setelah dipanaskan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

ΔT biasanya diperhitungkan sebagai selisih suhu dalam derajat Celcius Karena temperature mutlak dapat diperhitungkan sebagai $(t \text{ } ^{\circ}\text{C} + 273) \text{ K}$, maka persamaan tersebut juga dapat ditulis :

$$V_2 = V_1 (1 + \frac{t}{273})$$

Sehingga juga dapat ditulis :

$$V_2 = V_1 (\frac{273+t}{273})$$

Atau dapat ditulis sebagai

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

Dengan T_1 dan T_2 merupakan temperatur mutlak (satuan harus dalam Kelvin)

Gerak partikel gas sangat bebas dan jarak partikel gas juga sangat berjauhan dibandingkan dengan letak partikel zat padat maupun partikel zat cair. Sifat-sifat partikel gas yang seperti ini menyebabkan gas dapat dengan mudah mengikuti bentuk ruang maupun volume ruang yang ditempatinya.

Pada saat dipanaskan selain dapat mengalami perubahan volume, gas dapat juga mengalami perubahan tekanan. Pada pemanasan gas, yang sering terjadi baik volume maupun tekanan gas mengalami perubahan sehingga berlaku :

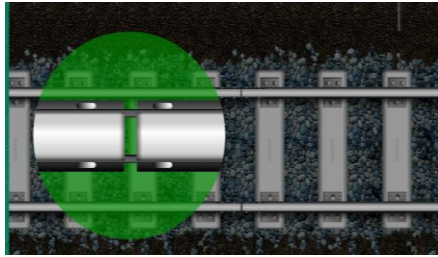
P_1 : Tekanan mula-mula

P_2 : Tekanan akhir

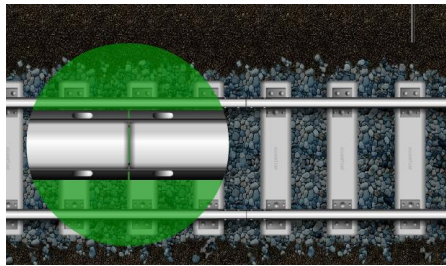
$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

Gejala Pemuaiian dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Rel kereta api :



Kalau kita amati pada malam yang dingin pada sambungan rel kereta api akan terlihat celah.



Celah tersebut akan terlihat menyempit kalau kita lihat pada siang hari yang sangat terik.

b. Kawat listrik :

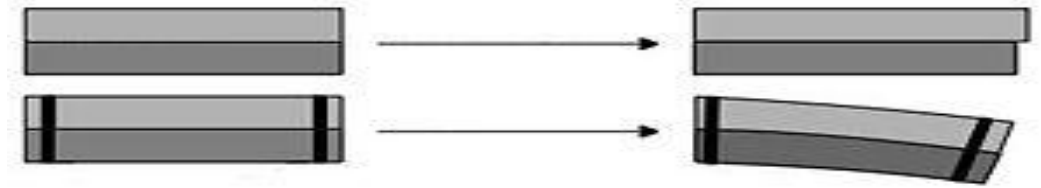


Pada siang hari yang sangat terik kawat listrik yang terpasang pada tiang listrik akan terlihat bertambah panjang



Pada malam hari kawat listrik yang dingin kawat listrik tersebut akan terlihat memendek

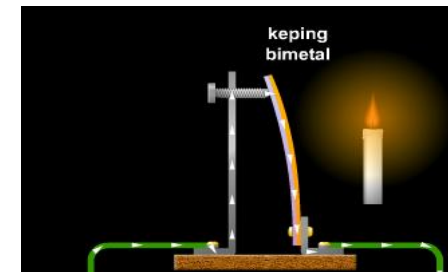
c. Logam Bimetal :



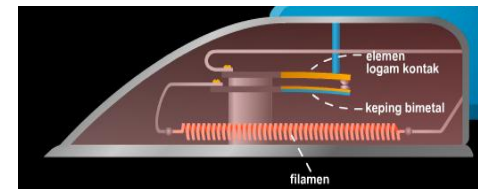
Logam bimetal akan melengkung saat dipanaskan

Dua macam logam yang berbeda jenis dan memiliki koefisien muai panjang berbeda (misalnya besi dan tembaga) akan mengalami pertambahan panjang yang berbeda. Bila dua logam yang berbeda jenis tersebut diklem dengan kuat sehingga seolah-olah menjadi satu buah logam maka logam tersebut disebut logam bimetal. Saat logam bimetal dipanaskan maka logam bimetal tersebut akan melengkung.

Logam Bimetal biasanya digunakan sebagai saklar otomatis pada berbagai alat elektronik yang menjadi panas karena suatu sebab, contoh setrika listrik, "toaster", kompor Listrik, alarm kebakaran, dan masih banyak lagi.

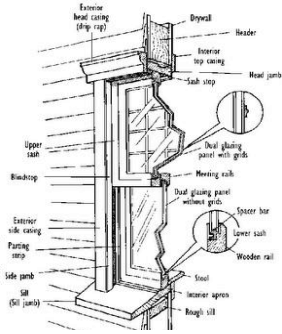


Logam bimetal pada alarm kebakaran : berfungsi sebagai saklar. Logam bimetal yang melengkung akibat suhu di sekitar tempat alarm berada meningkat, menyebabkan saklar tertutup sehingga alarm berbunyi.



Pada setrika otomatis logam bimetal juga berfungsi sebagai saklar. Ketika logam tersebut melengkung karena suhu meningkat, saklar memutuskan arus listrik yang mengalir ke filamen.

d. Pemasangan kaca pada bingkai jendela



Pada saat kaca dipasang di bingkai jendela, biasanya ukuran kaca tidak tepat sama dengan dengan ukuran bingkainya. Ada celah yang disediakan sebagai ruang agar ketika kaca memuai kaca tidak pecah.

EVALUASI AKHIR

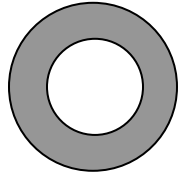
I. Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar !

- Pertambahan panjang sepotong logam yang dipanaskan
 - Berbanding terbalik dengan panjang batang mula-mula.
 - Tidak tergantung pada perubahan suhu.
 - Tidak tergantung pada jenis logamnya.
 - Sebanding dengan perubahan suhu.
- Pada suhu 20°C panjang sebuah batang logam adalah 40 cm. Bila koefisien muai panjang logam tersebut $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, saat dipanaskan hingga 70°C batang logam tersebut akan bertambah panjang sebesar
 - 0,004 cm
 - 0,04 cm
 - 0,4 cm
 - 4 cm
- Koefisien muai panjang besi adalah $1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, artinya
 - tiap kenaikan suhu 1°C , besi akan bertambah panjang $1,2 \times 10^{-5}$ cm.
 - besi akan bertambah panjang 1 cm bila suhu naik $1,2 \times 10^{-5}^{\circ}\text{C}$
 - besi yang panjang 1 cm akan bertambah panjang $1,2 \times 10^{-5}$ cm setiap kenaikan suhu 1°C .
 - besi yang panjangnya $1,2 \times 10^{-5}$ cm akan bertambah panjang 1 cm setiap kenaikan suhu 1°C

- Logam dengan panjang 1 m dipanaskan hingga suhunya naik sebesar 5°C . Panjang logam setelah dipanaskan adalah 1,00006 m. Koefisien muai panjang logam adalah
 - $1,00006/^{\circ}\text{C}$
 - $0,0003/^{\circ}\text{C}$
 - $0,00006/^{\circ}\text{C}$
 - $0,000012/^{\circ}\text{C}$
- Peristiwa di bawah ini yang tidak berdasarkan prinsip pemuaian adalah
 - Pada saat memasang sambungan rel kereta api selalu ada celah diantara dua batang logam yang dipasang
 - Isi minuman dalam botol tertutup tidak penuh
 - Penggunaan minyak pelumas pada roda kendaraan.
 - Penggunaan bimetal pada saklar otomatis
- Bila dipanaskan bimetal akan membengkok ke arah
 - logam dengan koefisien muai panjang terkecil
 - logam dengan koefisien muai panjang terbesar
 - logam yang lebih lunak
 - logam dengan massa jenis lebih kecil
- Volume sebuah bola besi pada suhu 15°C adalah 10 cm^3 . Bila koefisien muai panjang besi $0,000048/^{\circ}\text{C}$, maka pertambahan volume bola tersebut setiap kenaikan suhu 1°C akan sama dengan
 - $0,000048\text{ cm}^3$
 - $0,00048\text{ cm}^3$
 - $0,00096\text{ cm}^3$
 - $0,00144\text{ cm}^3$
- Pada suhu 20°C terdapat minyak bervolume 5 liter, bila koefisien muai ruang minyak adalah $0,0012/^{\circ}\text{C}$ maka volume minyak pada suhu 40°C akan sama dengan
 - 5,0012 liter
 - 5,012 liter
 - 5,12 liter
 - 5,36 liter

9. Sebuah balok aluminium volumenya 20 cm^3 pada suhu $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Setelah dipanaskan beberapa saat volume balok tersebut menjadi $20,0144 \text{ cm}^3$. Bila koefisien muai panjang aluminium $2,4 \times 10^{-5} /^\circ\text{C}$, maka kenaikan suhu aluminium tersebut adalah
- $10 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $20 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $30 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $40 \text{ }^\circ\text{C}$
10. Botol dengan volume 300 cm^3 diisi penuh dengan minyak pada suhu $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Suhu botol beserta isinya dipanaskan hingga mencapai $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Bila koefisien muai panjang botol $8 \times 10^{-5} /^\circ\text{C}$ dan koefisien muai ruang minyak $0,0015 /^\circ\text{C}$, maka volume minyak yang akan tumpah adalah
- $2,52 \text{ cm}^3$
 - $7,56 \text{ cm}^3$
 - $8,04 \text{ cm}^3$
 - $8,52 \text{ cm}^3$
11. Saat dipanaskan gas tidak saja dapat mengalami perubahan Volume, tetapi juga dapat mengalami perubahan tekanan pada volume tetap. Hal ini disebabkan karena
- letak partikel gas sangat berjauhan dan geraknya sangat bebas.
 - letak partikel gas sangat teratur
 - partikel gas geraknya terbatas
 - Gas yang ditempatkan dalam suatu ruang tidak mudah mengalami perubahan bentuk maupun volume
12. Angka yang menyatakan pertambahan tekanan gas tiap kenaikan suhu $1 \text{ }^\circ\text{C}$ disebut
- Koefisien muai volum gas
 - kalor jenis gas
 - koefisien muai tekanan gas
 - koefisien muai gas
13. Harga koefisien muai tekanan gas
- berbeda-beda tergantung jumlah gas yang dipanaskan
 - tergantung pada perubahan suhu pemanasan gas
 - nilainya sama untuk semua jenis gas sebesar $\frac{1}{273} /^\circ\text{K}$
 - nilainya sama untuk semua jenis gas sebesar $\frac{1}{100} /^\circ\text{C}$
14. Tekanan gas pada suatu ruang tertutup besarnya P satuan saat suhu gas tersebut $27 \text{ }^\circ\text{C}$. Bila gas tersebut dipanaskan tekanannya menjadi $2P$, perubahan temperatur gas tersebut adalah
- $27 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $127 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $273 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $300 \text{ }^\circ\text{C}$
15. Balon berisi gas/udara panas akan naik bila dipanaskan. Hal ini disebabkan karena
- massa gas di dalam balon bertambah saat dipanaskan
 - massa gas di dalam balon berkurang saat dipanaskan
 - massa jenis gas berkurang saat dipanaskan
 - massa jenis gas bertambah saat dipanaskan
- Isilah titik-titik di bawah ini dengan jawaban yang benar !**
- Semua zat umumnya memuai saat
 - Pada siang hari yang sangat terik kawat listrik yang terpasang pada tiang listrik akan terlihat
 - Pertambahan panjang sebuah zat padat setiap kenaikan suhu $1 \text{ }^\circ\text{C}$ disebut sebagai
 - Anomali air adalah
 - Bila gas dipanaskan gas dapat mengalami perubahan dan
 - Yang disebut dengan koefisien muai luas suatu zat (β) adalah
 - Saat suatu panci yang terbuat dari logam diisi penuh dengan air dan dipanaskan air yang berada di dalam panci akan tumpah karena
 - Sebuah balon mainan dipasang pada mulut botol sehingga seluruh mulut botol tertutup balon. Bila botol tersebut dipanaskan maka balon yang ada pada penutup botol akan
 - Saat sejumlah zat dipanaskan massa jenisnya akan

10.



Saat sebuah cincin logam seperti terlihat di samping ini dipanaskan, ukuran lubangnya akan bertambah

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas !

1. Mengapa kabel listrik terlihat kendur pada siang hari ?

Jawab :

2. Mengapa pada saat memasang sambungan rel kereta api orang perlu menyediakan celah diantara dua potong logam yang dipasang ?

Jawab :

3. Apa yang menyebabkan keping Bimetal melengkung saat dipanaskan ? Ke arah mana bimetal tersebut akan melengkung ?

Jawab :

4. Apa yang menyebabkan ban mobil yang telah dipompa sangat keras mudah meletus saat terkena gesekan dengan jalan dan suhunya menjadi panas ?

Jawab :

5. Apa yang menyebabkan sejumlah zat cair yang dipanaskan dalam suatu wadah lama kelamaan akan meluap, padahal semula zat cair tersebut dapat tertampung dalam wadah yang ditempatinya ?

Jawab :

6. Hitunglah panjang seutas kawat baja pada suatu siang yang panas dengan suhu udara mencapai $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, bila kawat yang sama memiliki panjang 100 m saat diukur pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Koefisien muai panjang baja $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Jawab :

7. Ketika sebatang logam dipanaskan dari $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ panjangnya bertambah dari 1500 m hingga mencapai 1503 m. hitunglah koefisien muai panjang logam tersebut.

Jawab :

8. Sebuah kerangka yang terbuat dari kayu (pemuaiannya dapat diabaikan) memiliki ukuran 50 cm x 80 cm. Kerangka tersebut hendak dipasang kaca yang memiliki koefisien muai panjang $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Bila pemasangan dilakukan saat suhu udara $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, hitunglah luas maksimal kaca yang boleh dipasang agar pada saat udara mencapai suhu maksimum di daerah tersebut, yaitu sampai $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, kaca tidak pecah.

Jawab :

9. Sebuah balon gas bervolume 4 liter pada suhu $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hitunglah volume gas tersebut saat dipanaskan hingga $87\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Jawab :

10. Sebuah ban mobil yang dipompa pada suhu $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ bervolume 20 liter dengan tekanan 30 atmosfer. Ketika mobil berjalan, karena bergesekan dengan jalan suhu di dalam ban mobil meningkat menjadi $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan ban mobil juga berubah menjadi 30,2 atmosfer. Hitung pertambahan volume ban tersebut.

Jawab :