

BUKU SISWA



Suhu, Pemuaian, dan Perubahan Wujud Zat

Suhu, Termometer & Kalor

A. SUHU

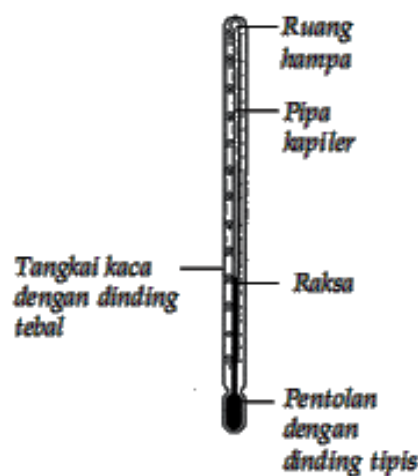
- Suhu adalah derajat panas atau dingin suatu benda.
- Temperatur dapat didefinisikan sebagai sifat fisik suatu benda untuk menentukan apakah keduanya berada dalam kesetimbangan termal.

B. TERMOMETER

Alat yang dapat digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer.

Benda apapun yang memiliki sedikitnya satu sifat yang berubah terhadap perubahan temperatur dapat digunakan sebagai termometer. Sifat semacam ini disebut sebagai sifat termometrik (*thermometric property*).

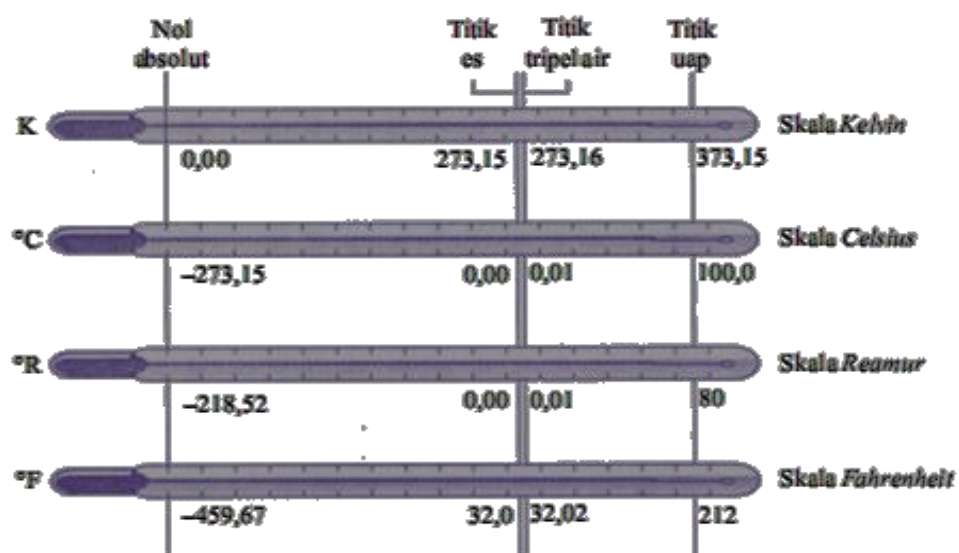
Bagian-bagian termometer:



- Termometer bekerja dengan memanfaatkan perubahan sifat-sifat fisis benda akibat perubahan suhu (sifat pemuaian suatu zat).
- Temperatur zat yang diukur sama besarnya dengan skala yang ditunjukkan oleh termometer saat terjadi kesetimbangan termal antara zat dengan termometer.
- Zat cair yang umum digunakan sebagai pengisi termometer adalah air raksa dan alkohol.
- Keunggulan air raksa dari zat cair lainnya, yaitu:
 1. Dapat menyerap panas suatu benda yang akan diukur sehingga temperature air raksa sama dengan temperatur benda yang diukur,
 2. Dapat digunakan untuk mengukur temperatur yang rendah hingga temperatur yang lebih tinggi karena air raksa memiliki titik beku pada temperatur -39°C dan titik didihnya pada temperatur 357°C ,
 3. Tidak membasahi dinding tabung sehingga pengukurannya menjadi lebih teliti,
 4. Pemuaian air raksa teratur atau linear terhadap kenaikan temperatur, kecuali pada temperatur yang sangat tinggi, dan
 5. Mudah dilihat karena air raksa dapat memantulkan cahaya.
- Kelebihan alkohol: dapat mengukur temperature yang lebih rendah karena titik bekunya pada temperatur -144°C .
Kekurangan alkohol: tidak dapat mengukur temperatur yang tinggi karena titik didihnya 78°C .

- **Macam-Macam Termometer:**

Termometer	Keterangan
Celcius	Memiliki titik didih air 100°C dan titik bekunya 0°C . Rentang temperaturnya berada pada temperatur $0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$ dan dibagi dalam 100 skala.
Reamur	Memiliki titik didih air 80°R dan titik bekunya 0°R . Rentang temperaturnya berada pada temperatur $0^{\circ}\text{R} - 80^{\circ}\text{R}$ dan dibagi dalam 80 skala.
Fahrenheit	Memiliki titik didih air 212°F dan titik bekunya 32°F . Rentang temperaturnya berada pada temperatur $32^{\circ}\text{F} - 212^{\circ}\text{F}$ dan dibagi dalam 180 skala.
Kelvin	Memiliki titik didih air $373,15\text{ K}$ dan titik bekunya $273,15\text{ K}$. Rentang temperaturnya berada pada temperatur $273,15\text{ K} - 373,15\text{ K}$ dan dibagi dalam 100 skala.



Secara matematis perbandingan keempat skala tersebut, yaitu sebagai berikut.

$$\frac{C-0}{100} = \frac{R-0}{80} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273,15}{100}$$

Contoh:

Misalkan Ukok membuat sebuah termometer yang disebut dengan termometer X. Pada termometer ini air membeku pada 0°X dan air mendidih pada 150°X . Bagaimanakah hubungan termometer ini dengan termometer dalam skala Celsius?

Jawab

Pada termometer X, rentang temperatur yang dimilikinya, yakni dari 0°X – 150°X sehingga skala pada termometer ini dibagi dalam 150 skala. Perbandingan antara termometer X dan termometer Celsius, yakni

$$\frac{C-0}{100} = \frac{X-0}{150}$$

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{100}{150} \times T^{\circ}\text{X} = \frac{2}{3} T^{\circ}\text{X}$$

Jadi, hubungan antara termometer ini dengan termometer Celsius adalah

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{2}{3} T^{\circ}\text{X}.$$

C. Kalor Terhadap Perubahan Suhu Benda

Contoh:

Pernahkan kalian mengamati sebuah besi yang diberi kalor, misalnya dibakar? Tentu kalian sering mengamatinya. Besi tersebut akan menjadi lebih panas. Lebih panas ini berarti suhunya naik. Contoh ini membuktikan bahwa kalor dapat mengubah suhu zat.

Kalor adalah perpindahan energi kinetik dari satu benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Satuan kalor adalah joule (J).

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diserap zat bermassa 1 gr untuk menaikkan suhu sebesar 10°C .

Kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu zat ini dipengaruhi oleh massa benda (m), kenaikan suhu (Δt) dan jenis zat.

Hubungan besaran-besaran ini dapat dituliskan sebagai berikut.

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

dengan : Q = kalor yang diserap benda (kal)

m = massa benda (gr)

c = kalor jenis ($\text{kal/gr}^{\circ}\text{C}$)

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

Perkalian massa dan kalor jenisnya disebut kapasitas kalor C dan dirumuskan sebagai berikut.

$$C = m \cdot c$$

dengan : C = kapasitas kalor ($\text{kal}/^{\circ}\text{C}$)

m = massa benda (gr)

c = kalor jenis ($\text{kal/gr}^{\circ}\text{C}$)

Daftar Pustaka

- Handayani, Sri, dkk. 2009. *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Nurachmandani, Setya. 2009. *Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Saripudin, Aip, dkk. 2009. *Praktis Belajar Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Pemuaian

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

D. PEMUAIAN ZAT PADAT

- Besar pemuaian yang dialami suatu benda tergantung pada tiga hal, yaitu ukuran awal benda, karakteristik bahan, dan besar perubahan suhu benda.
- Setiap zat padat mempunyai besaran yang disebut koefisien muai panjang.
- Koefisien muai panjang suatu zat adalah angka yang menunjukkan pertambahan panjang zat apabila suhunya dinaikkan 1°C .

Tabel koefisien muai panjang

No	Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang/ $^{\circ}\text{C}$
1.	Aluminium	0,000026
2.	Baja	0,000011
3.	Besi	0,000012
4.	Emas	0,000014
5.	Kaca	0,000009
6.	Kuningan	0,000018
7.	Tembaga	0,000017
8.	Platina	0,000009
9.	Timah	0,00003
10.	Seng	0,000029
11.	Pyrex	0,000003
12.	Perak	0,00002

Sumber: Fisika, Kane & Sternheim, 1991

a. Pemuain Panjang

Jika sebuah batang mempunyai panjang mula-mula l_1 , koefisien muai panjang (α), suhu mula-mula T_1 , lalu dipanaskan sehingga panjangnya menjadi l_2 dan suhunya menjadi T_2 , maka akan berlaku persamaan, sebagai berikut.

$$\Delta l = \alpha l_1 \Delta T$$

Dengan $\Delta l = l_2 - l_1$, maka:

$$l_2 - l_1 = \alpha l_1 \Delta T$$

$$l_2 = l_1 + \alpha l_1 \Delta T$$

$$l_2 = l_1(1 + \alpha \Delta T)$$

Contoh:

Sebuah benda yang terbuat dari baja memiliki panjang 1000 cm. Berapakah pertambahan panjang baja itu, jika terjadi perubahan suhu sebesar 50°C ?

Diketahui: $l_1 = 1000 \text{ cm}$

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

$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Ditanyakan : $\Delta l = \dots?$

$$\Delta l = \alpha l_1 \Delta T$$

$$= 1000 \times 12 \times 10^{-6} \times 50$$

$$= 60 \text{ cm}$$

Jadi, pertambahan panjang benda tersebut sebesar 60 cm.

b. Pemuaian Luas

Untuk benda-benda yang berbentuk lempengan plat (dua dimensi), akan terjadi pemuaian dalam arah panjang dan lebar ketika benda dipanaskan, Hal ini berarti lempengan tersebut mengalami pertambahan luas atau pemuaian luas.

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

Dengan $\Delta A = A_2 - A_1$, maka:

$$A_2 - A_1 = \beta A_1 \Delta T$$

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

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

Diketahui $\beta = 2\alpha$, maka persamaannya:

$$A_2 = A_1(1 + 2\alpha \Delta T)$$

Contoh:

Sebuah batang aluminium memiliki luas 100 cm^2 . Jika batang aluminium tersebut dipanaskan mulai dari 0°C sampai 30°C , berapakah perubahan luasnya setelah terjadi pemuaian?

(Diketahui: $\alpha = 24 \times 10^{-6}/\text{K}$).

Diketahui: $A_1 = 100 \text{ cm}^2 = 1 \text{ m}^2$

$$\Delta T = 30^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C} = 303,15 \text{ K}$$

$$\beta = 2\alpha = 48 \times 10^{-6}/\text{K}$$

Ditanyakan : $\Delta A = \dots?$

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

$$= 48 \times 10^{-6}/\text{K} \times 1 \text{ m}^2 \times 303,15 \text{ K}$$

$$= 0,0145 \text{ m}^2$$

Jadi, perubahan luas bidang aluminium setelah pemuaian adalah $0,0145 \text{ m}^2$.

c. Pemuaian Volume

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, setiap benda yang padat pasti memiliki volume. Jika panjang sebuah benda dapat memuai ketika dipanaskan maka volume benda tersebut juga ikut memuai.

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

Dengan $\Delta V = V_2 - V_1$, maka:

$$V_2 - V_1 = \gamma V_1 \Delta T$$

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

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

Diketahui $\gamma = 3\alpha$, maka persamaannya:

$$V_2 = V_1(1 + 3\alpha \Delta T)$$

Contoh:

Sebuah bejana memiliki volume 1 liter pada suhu 25°C . Jika koefisien muai panjang bejana $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, maka tentukan volume bejana pada suhu 75°C !

Diketahui: $\gamma = 3\alpha = 6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

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

$$V_1 = 1\text{ l}$$

Ditanyakan : $V_2 = \dots?$

$$V_2 = V_1(1 + 3\alpha \Delta T)$$

$$= 1 (1 + 6 \times 10^{-5} \times 50)$$

$$= 1 + 0,003$$

$$= 1,003 \text{ liter}$$

Jadi, volume bejana setelah dipanaskan adalah 1,003 liter..

Daftar Pustaka

- Nurachmandani, Setya. 2009. *Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Saripudin, Aip, dkk. 2009. *Praktis Belajar Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Perubahan Wujud Zat

Setiap zat memiliki kecenderungan untuk berubah jika zat tersebut diberikan temperatur yang tinggi (dipanaskan) ataupun temperatur yang rendah (didinginkan). Perubahan wujud zat itu membutuhkan kalor.

E. KALOR LATEN

- Kalor laten (L) adalah banyaknya kalor untuk mengubah wujud 1 gr zat.
- Kalor laten ada dua jenis:
 1. Kalor lebur untuk mengubah dari padat ke cair sama dengan besarnya kalor beku.
 2. Kalor uap yaitu kalor untuk mengubah dari cair menjadi gas (menguap) sama dengan besarnya kalor embun.

Kalor yang dibutuhkan zat bermassa m untuk mengubah wujudnya yaitu sebagai berikut:

$$Q = m L$$

dengan : Q = kalor yang dibutuhkan (kal)

m = massa benda (gr)

L = kalor laten penguapan atau pengembunan (kal/gr)

Tabel Kalor Lebur Beberapa Zat

Nama Zat	Kalor Jenis	
	J/kg	Kkal/kg
Air	335,20	80
Alkohol (etil)	104,30	24,9
Alkohol (metil)	68,72	16,4
Aluminium	402,30	96
Amoniak	452,50	108
Antimon	165	39,60
Belerang	38,10	9,10
Emas	64,50	15,50
Helium	5,23	1,26

Jenis Zat	Kalor Jenis	
	J/kg	Kkal/kg
Hidrogen	58,60	14,06
Nitrogen	25,5	6,12
Oksigen	13,83	3,31
Perak	88,3	21,2
Platina	113,1	27
Raksa	12,57	3
Tembaga	134	50
Timah hitam	24,5	6

Sumber: Fisika, Kane & Sternheim, 1991.

Tabel Kalor Uap Beberapa Zat

Nama Zat	Kalor Uap	
	J/kg	Kkal/kg
Air	2.258	539
Amoniak	1.362,5	327
Antimon	561	134,6
Belerang	326	78,24
Emas	1.578	378,7
Etanol	854,8	204
Helium	209	50,16
Hidrogen	452	108,48

Nama Zat	Kalor Uap	
	J/kg	Kkal/kg
Metanol	1.102	263
Nitrogen	201	48,24
Oksigen	213	51,12
Perak	2.336	560,64
Raksa	272	70
Tembaga	5.069	204
Timah hitam	871	175

Sumber: Fisika, Kane & Sternheim, 1991.

Contoh:

Berapakah besarnya kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan es sebanyak 500 gram pada temperatur 0°C menjadi cair seluruhnya yang memiliki temperatur 10°C ?

Diketahui kalor laten peleburan es menjadi air sebesar 80 kal/g.

Diketahui: $L = 80 \text{ kal/g}$, dan

$m = 500 \text{ gram}$

Ditanyakan : $Q = \dots?$

$$Q = m L$$

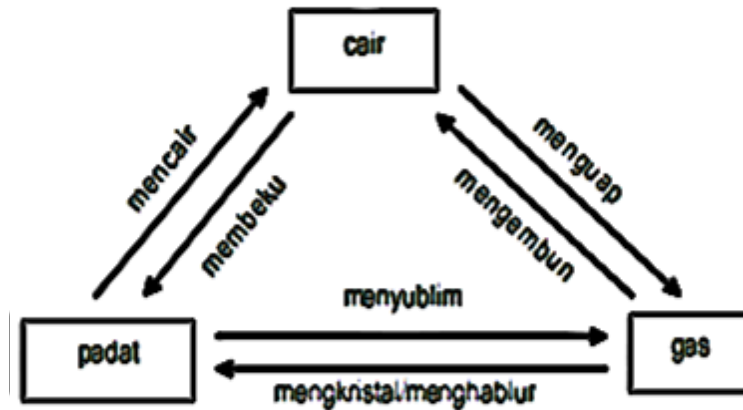
$$= 500 \text{ gram} \times 80 \text{ kal/g}$$

$$= 40.000 \text{ kal}$$

$$= 40 \text{ kkal}$$

Jadi, besarnya kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan es menjadi cair seluruhnya adalah sebesar 40 kkal.

F. HUBUNGAN KALOR LATEN DAN PERUBAHAN WUJUD

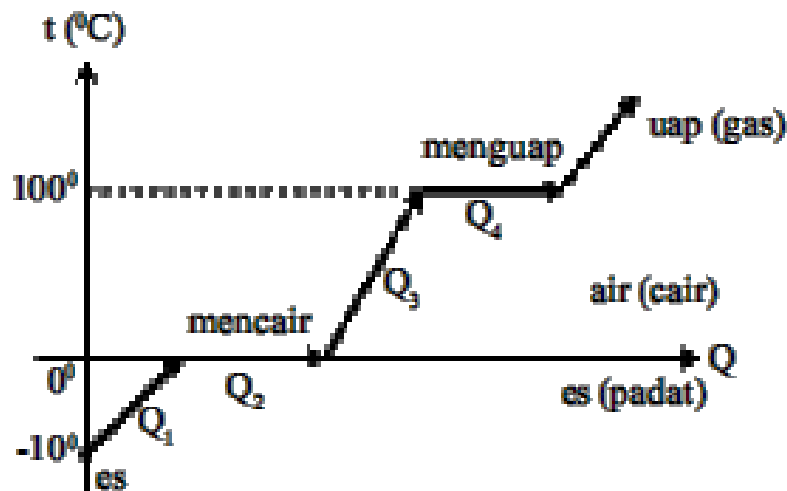


Contoh:

Mengapa kalor yang diserap oleh suatu zat padat ketika melebur atau menguap tidak dapat menaikkan temperaturnya?

Berdasarkan teori kinetik, pada saat melebur atau menguap, kecepatan getaran molekul bernilai maksimum. Kalor yang diserap tidak menambah kecepatannya, tetapi digunakan untuk melawan gaya ikat antarmolekul zat tersebut. Ketika molekul-molekul ini melepaskan diri dari ikatannya, zat padat berubah menjadi zat cair atau zat cair berubah menjadi gas. Setelah seluruh zat padat melebur atau menguap, temperatur zat akan bertambah kembali. Peristiwa kebalikannya terjadi juga pada saat melebur, membeku, atau mengembun.

Proses perubahan temperature dan wujud zat



- Air dapat mengalami tiga kali perubahan suhu dan dua kali perubahan wujud.
- Pada saat mencair (Q_2) dan menguap (Q_4) membutuhkan kalor perubahan wujud $Q = m L$
- Sedangkan kalor Q_1 , Q_3 dan Q_5 merupakan kalor perubahan suhu $Q = m c \Delta t$

Daftar Pustaka

- Handayani, Sri, dkk. 2009. *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Nurachmandani, Setya. 2009. *Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Saripudin, Aip, dkk. 2009. *Praktis Belajar Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta