

Pada suhu berapa air mendidih? Pada suhu berapa air membeku? Pada suhu berapa dikatakan orang mengalami sakit demam? Suhu selalu dibicarakan dalam kehidupan sehari-hari. Pada bab ini, kamu akan mempelajari suhu, cara pengukurannya, serta akibat perubahannya.

## A. Bagaimana Mengetahui Suhu Benda?

Indra perasa dapat merasakan panas dan dingin. Namun, apakah indra merupakan pengukur panas atau dingin yang handal?



### Ayo Kita Lakukan

#### Apakah Indra sebagai Pengukur Suhu yang Handal?

Untuk memahami semua itu, yang siapkan 3 (tiga) buah ember atau bejana yang masing-masing diisi air hangat, air biasa, dan air es.

#### Petunjuk Keselamatan Kerja

Hati-hati dengan air panas, karena berbahaya.

#### Lakukan langkah-langkah berikut ini.

1. Letakkan ketiga ember tersebut di lantai atau meja!
2. Celupkan tangan kananmu di ember berisi air hangat dan tangan kirimu di ember yang berisi air es! Rasakan tingkat panas air itu pada tanganmu!
3. Setelah beberapa saat, segera celupkan kedua tanganmu ke ember yang berisi air biasa! Rasakan tingkat panas air itu pada tanganmu!
4. Ulangi kegiatan langkah nomor 2 dan 3 oleh teman lainnya!



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.1 Apa yang kamu rasakan jika kemudian kedua tanganmu masuk ke air biasa?

### Menalar dan mengomunikasikan

1. Bagaimanakah hasil penginderaan terhadap air biasa oleh tangan kanan dan tangan kirimu?
2. Jika untuk benda yang sama, ternyata tingkat panas yang dirasakan berbeda antara tangan kanan dan tangan kirimu. Apakah indra perasaanmu dapat diandalkan sebagai pengukur tingkat panas benda? Diskusikan dengan teman-temanmu.

Suhu sebuah benda adalah tingkat (derajat) panas suatu benda. Benda yang panas mempunyai derajat panas lebih tinggi daripada benda yang dingin. Hasil kegiatan penyelidikanmu menunjukkan bahwa indra perasa memang dapat merasakan tingkat panas benda. Akan tetapi, indra perasa bukan pengukur tingkat panas yang andal. Benda yang tingkat panasnya sama dirasakan berbeda oleh tangan kanan dan kirimu. Jadi, suhu benda yang diukur dengan indra perasa menghasilkan ukuran suhu kualitatif yang tidak dapat dipakai sebagai acuan. Suhu harus diukur secara kuantitatif dengan alat ukur suhu yang disebut termometer.

## 1. Jenis-Jenis Termometer

### a. Termometer Zat Cair

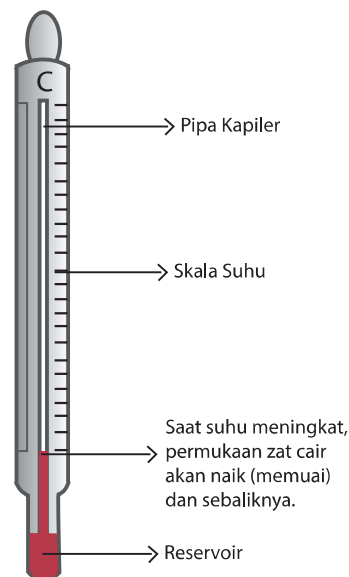
Secara umum, benda-benda di alam akan memuai (ukurannya bertambah besar) jika suhunya naik. Kenyataan ini dimanfaatkan untuk membuat termometer dari zat cair. Perhatikan Gambar 4.2. Cairan terletak pada tabung kapiler dari kaca yang memiliki bagian penyimpanan (reservoir/ labu).

### Ayo Kita Pelajari

- Berbagai jenis termometer
- Skala suhu

### Mengapa Penting?

- Untuk memahami suhu dan cara pengukurannya



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.2 Termometer Zat Cair

Zat cair yang digunakan umumnya raksa atau alkohol jenis tertentu. Raksa memiliki keistimewaan, yaitu warnanya mengkilat dan cepat bereaksi terhadap perubahan suhu. Selain itu, raksa membeku pada suhu rendah ( $-38^{\circ}\text{C}$ ) dan mendidih pada suhu yang tinggi (lebih dari  $350^{\circ}\text{C}$ ) sehingga dapat mengukur suhu pada rentang suhu yang lebar. Namun, raksa sangat beracun, sehingga berbahaya jika termometer pecah.

Alkohol untuk pengisi termometer biasanya diberi pewarna biru atau merah. Rentang suhu yang dapat diukur bergantung jenis alkohol yang digunakan, contohnya:

- Toluena, dengan rentang  $-90^{\circ}\text{C}$  hingga  $100^{\circ}\text{C}$
- Ethyl alcohol, dengan rentang  $-110^{\circ}\text{C}$  hingga  $100^{\circ}\text{C}$

Alkohol tidak seberbahaya raksa dan mudah menguap, sehingga lebih aman digunakan sebagai pengisi termometer.

### Perlu Diketahui

Untuk alasan kepraktisan, seringkali kita menggunakan plastik untuk wadah makanan, termasuk makanan bersuhu tinggi. Namun, hanya plastik tertentu yang aman digunakan untuk wadah makanan panas. Plastik memiliki 7 jenis yang ditandai dengan adanya kode pada plastik tersebut. Plastik yang paling aman untuk digunakan sebagai wadah makanan adalah plastik dengan kode nomor 5 atau kode PP. Plastik ini tahan terhadap suhu tinggi.



#### Ayo Kita Latihan

1. Zat cair apakah yang digunakan dalam termometer zat cair?
2. Apa kelebihan dan kekurangan zat cair tersebut!

Beberapa termometer yang menggunakan zat cair akan dibahas berikut ini.

### 1) Termometer laboratorium

Bentuknya panjang dengan skala dari  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $110^{\circ}\text{C}$  menggunakan raksa, atau alkohol seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Sumber: superagis.blogspot.com  
Gambar 4.3  
Termometer Laboratorium

### 2) Termometer suhu badan

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu badan manusia. Skala yang ditulis antara  $35^{\circ}\text{C}$  dan  $42^{\circ}\text{C}$ . Pipa di bagian bawah dekat labu dibuat sempit sehingga pengukuran lebih teliti akibat raksa tidak segera turun ke labu/*reservoir* (Gambar 4.4).



Sumber: nunuksuliyatun.wordpress.com  
Gambar 4.4 Termometer Suhu Badan Perhatikan pipa kapiler yang menyempit di dekat labu.

### Perlu Diketahui

Perubahan suhu juga terjadi pada proses fermentasi, misalnya pada proses pembuatan tape. Pada proses tersebut, bakteri mengubah glukosa menjadi alkohol dan karbon dioksida. Proses fermentasi menyebabkan terjadinya perubahan suhu. Suhu terbaik untuk melakukan proses fermentasi adalah  $35^{\circ}\text{C}$ – $40^{\circ}\text{C}$ .



Sumber: www.atikofianti.wordpress.com  
Gambar 7.5  
Karena Proses Fermentasi, Suhu Tape Ketan Meningkat.

### b. Termometer Bimetal

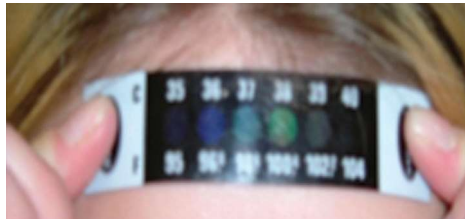
Perhatikan dua logam yang jenisnya berbeda dan dilekatkan menjadi satu pada Gambar 4.6. Jika suhunya berubah, bimetal akan melengkung. Mengapa? Karena logam yang satu memuai lebih panjang dibanding yang lain. Hal ini dimanfaatkan untuk membuat termometer.



Sumber: www.physics.upenn.edu  
Gambar 4.6 Saat dipanaskan, bimetal melengkung.

### c. Termometer Kristal Cair

Terdapat kristal cair yang warnanya dapat berubah jika suhu berubah. Kristal ini dikemas dalam plastik tipis, untuk mengukur suhu tubuh, suhu akuarium, dan sebagainya (Gambar 4.8).



Sumber: [www.flickr.com](http://www.flickr.com)  
Gambar 4.8 Termometer kristal cair untuk mengukur suhu tubuh.



Sumber: [www.diytrade.com](http://www.diytrade.com)  
Gambar 4.7 Termometer bimetal, digunakan untuk mengukur suhu

### Perlu Diketahui

1. Binatang yang hidup di daerah dingin pada umumnya berbulu tebal. Bulu yang tebal tersebut menjaga tubuh tetap hangat.
2. Unta mempunyai punuk yang berfungsi untuk menyimpan air sehingga tahan untuk tidak minum selama sehari-hari dan menjaga agar suhu tubuh tidak panas.
3. Jenis tanaman di pantai berbeda dengan jenis taman di gunung karena suhu di pantai lebih tinggi daripada suhu di puncak gunung.



Sumber: [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)  
Gambar 7.9  
(a) Beruang kutub memiliki bulu yang tebal  
(b) Unta memiliki punuk

Dalam kurun waktu 100 tahun ini, suhu bumi sudah naik  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan ini menyebabkan banyak masalah lingkungan, seperti iklim yang tidak menentu dan cuaca ekstrim. Keadaan ini disebut pemanasan global. Pada Bab 9, kamu akan mempelajari lebih lanjut tentang peristiwa pemanasan global.

## 2. Skala Suhu

Berapa suhu tubuh manusia sehat? Ya, kamu akan menjawab  $37^{\circ}\text{C}$ . Huruf C kependekan dari Celcius, salah satu contoh satuan suhu atau skala suhu. Saat ini, dikenal beberapa skala suhu, misalnya Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin. Tidakkah kamu penasaran, bagaimana membuat skala suhu pada termometer? Lakukan kegiatan berikut.



### Ayo Kita Lakukan

#### Mencoba Membuat Skala pada Termometer Zat Cair

Apa yang harus disiapkan?

1. Termometer raksa atau alkohol yang belum diberi skala suhu
2. Bejana A berisi es yang sedang melebur
3. Bejana B berisi air yang sedang mendidih
4. Pemanas spiritus
5. Spidol atau benang berwarna

#### Lakukan langkah-langkah berikut

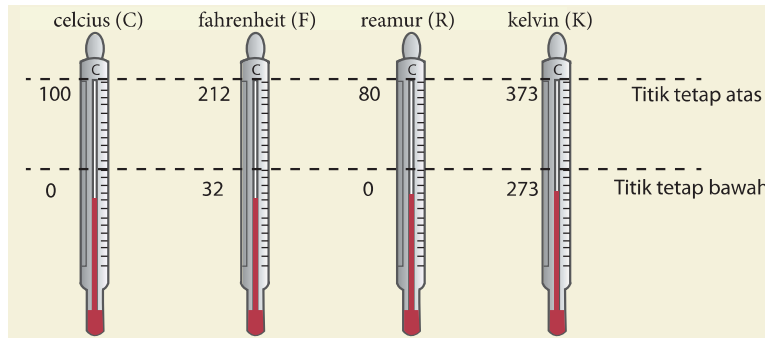
1. Celupkan termometer dalam bejana A yang berisi es sedang melebur.
2. Tunggu beberapa saat. Setelah raksa dalam pipa termometer berhenti bergerak turun, tandai letak permukaan raksa dalam pipa dengan spidol atau benang! Tempat ini dinamakan titik tetap bawah. Beri angka sesukamu pada titik itu, misalnya 10.
3. Panaskan air dalam bejana B dengan pemanas spiritus sampai air dalam bejana itu mendidih.
4. Celupkan termometer ke dalam bejana berisi air yang sedang mendidih.
5. Tunggu beberapa saat. Setelah raksa dalam pipa berhenti bergerak, tandailah letak permukaan raksa dalam pipa dengan spidol. Titik itu dinamakan titik tetap atas. Beri angka sesukamu pada titik itu (tetapi lebih besar dari angka sebelumnya), misalnya 50.
6. Ukur jarak titik terbawah dengan titik teratas ini. Bagi jarak tersebut dalam bagian-bagian dengan jarak yang sama. Anggap jarak tiap bagian itu derajat suhu skala yang kalian buat (misalnya, skala Edo).

7. Kamu sudah membuat skala termometer sesuai skala buatan.

### Ujilah Termometer Skala Buatanmu

1. Berapa suhu terbawah dan suhu teratas pada skala termometer buatanmu? Cobalah buat perbandingan antara skala buatanmu dengan skala Celcius.
2. Coba gunakan termometer skala kamu dan skala Celcius untuk mengukur suhu air biasa dan air hangat. Kemudian, ukur air panas dengan termometermu dan prediksi hasil jika diukur dengan skala Celcius. Uji prediksimu.

Kegiatan di atas merupakan metode yang dilakukan untuk menentukan skala pada termometer. Dengan cara demikian juga, Celcius, Fahrenheit, dan Reamur membuat skala termometer. Kelvin merupakan skala suhu dalam SI. Skala Kelvin menggunakan nol mutlak, tidak menggunakan “derajat”. Pada suhu nol Kelvin, tidak ada energi panas yang dimiliki benda. Perbedaan antara skala itu adalah angka pada titik tetap bawah dan titik tetap atas pada skala termometer tersebut.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.10 Titik Tetap Bawah dan Titik Tetap Atas pada Beberapa Skala Suhu. Rentang Skala Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin berturut-turut 100, (212-32), 80, (373-273).

### Penggunaan Matematika

Perbandingan Skala Suhu:

skala C: skala R: skala F: skala K = 100 : 80 : 180 : 100

skala C: skala R: skala F: skala K = 5 : 4 : 9 : 5

Dengan memperhatikan titik tetap bawah (dibandingkan mulai dari nol semua), perbandingan angka suhunya:

$$t_C : t_R : (t_F - 32) : (t_K - 273) = 5 : 4 : 9 : 5$$

Perbandingan di atas dapat digunakan untuk menentukan konversi skala suhu. Sebagai contoh, konversi skala suhu dari Celcius ke Fahrenheit.

$$\frac{t_c}{(t_f - 32)} = \frac{5}{9}$$

maka

$$t_f = \frac{9}{5}t_c + 32$$



#### Ayo Kita Latihan

Dengan cara yang sama, rumuskan konversi skala suhu yang lain, misalnya dari Celcius ke Reamur, dan dari Fahrenheit ke Kelvin.

#### Contoh Penerapan

1. Tentukan  $45^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{F}$

Dengan menggunakan persamaan perbandingan suhu diperoleh

$$t_f = \frac{9}{5}t_c + 32 = \left(\frac{9}{5} \times 45\right) + 32 = 113^{\circ}\text{F}$$

2. Tentukan  $25^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{R}$

Dengan menggunakan persamaan perbandingan suhu diperoleh

$$t_r = \frac{4}{5}t_c = \frac{4}{5} \times 25 = 20^{\circ}\text{R}$$

3. Tentukan  $78^{\circ}\text{C} = \dots \text{K}$

Dengan menggunakan persamaan perbandingan suhu diperoleh

$$t_k = t_c + 273 = 78 + 273 = 351 \text{ K}$$



### Perlu Diketahui

Derajat Celcius pertama kali diperkenalkan oleh Anders Celcius, salah satu ahli astronomi Swedia, pada tahun 1742. Awalnya  $0^{\circ}\text{C}$  merupakan suhu saat air mendidih dan  $100^{\circ}\text{C}$  adalah suhu saat air membeku.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 4.11 Anders Celsius



### Ayo Kita Latihan

- Ubahlah suhu-suhu berikut ini.
  - $0^{\circ}\text{C}$  ke Kelvin
  - 0 K ke derajat Celsius
  - $273^{\circ}\text{C}$  ke Kelvin
  - 273 K ke derajat Celsius
- Ubahlah suhu celsius berikut ini ke suhu Kelvin.
  - $27^{\circ}\text{C}$
  - $560^{\circ}\text{C}$
  - $-184^{\circ}\text{C}$
  - $-300^{\circ}\text{C}$
- Ubahlah suhu kelvin berikut ini ke suhu Celsius.
  - 110 K
  - 22 K
  - 402 K
  - 323 K
- Temukan suhu dalam celsius dan Kelvin untuk keterangan berikut ini.
  - suhu kamar;
  - suhu lemari es
  - suhu siang hari pada musim kemarau
  - suhu malam hari pada musim penghujan



### Ayo Kita Lakukan

1. Apa yang dimaksud dengan suhu?
2. Mengapa indra perasa bukan pengukur suhu yang andal?
3. Jelaskan macam-macam termometer!
4. Bagaimanakah persamaan dan perbedaan cara menentukan titik terendah dan titik teratas pada skala Celcius dengan skala Fahrenheit?
5. Konversikan:
  - a.  $45^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{R} = \dots^{\circ}\text{F} = \dots\text{K}$
  - b.  $36^{\circ}\text{R} = \dots^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{F} = \dots\text{K}$
  - c.  $14^{\circ}\text{F} = \dots^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{R} = \dots\text{K}$
  - d.  $225\text{K} = \dots^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{R} = \dots^{\circ}\text{F}$
6. Terdapat 4 termometer skala Celcius dengan skala terkecil dan terbesarnya ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Termometer	Skala terkecil ( $^{\circ}\text{C}$ )	Skala terbesar ( $^{\circ}\text{C}$ )
A	0	100
B	20	37
C	10	60
D	32	45

Termometer manakah yang paling sesuai untuk mengukur suhu tubuh manusia? Jelaskan!