

# BAB I



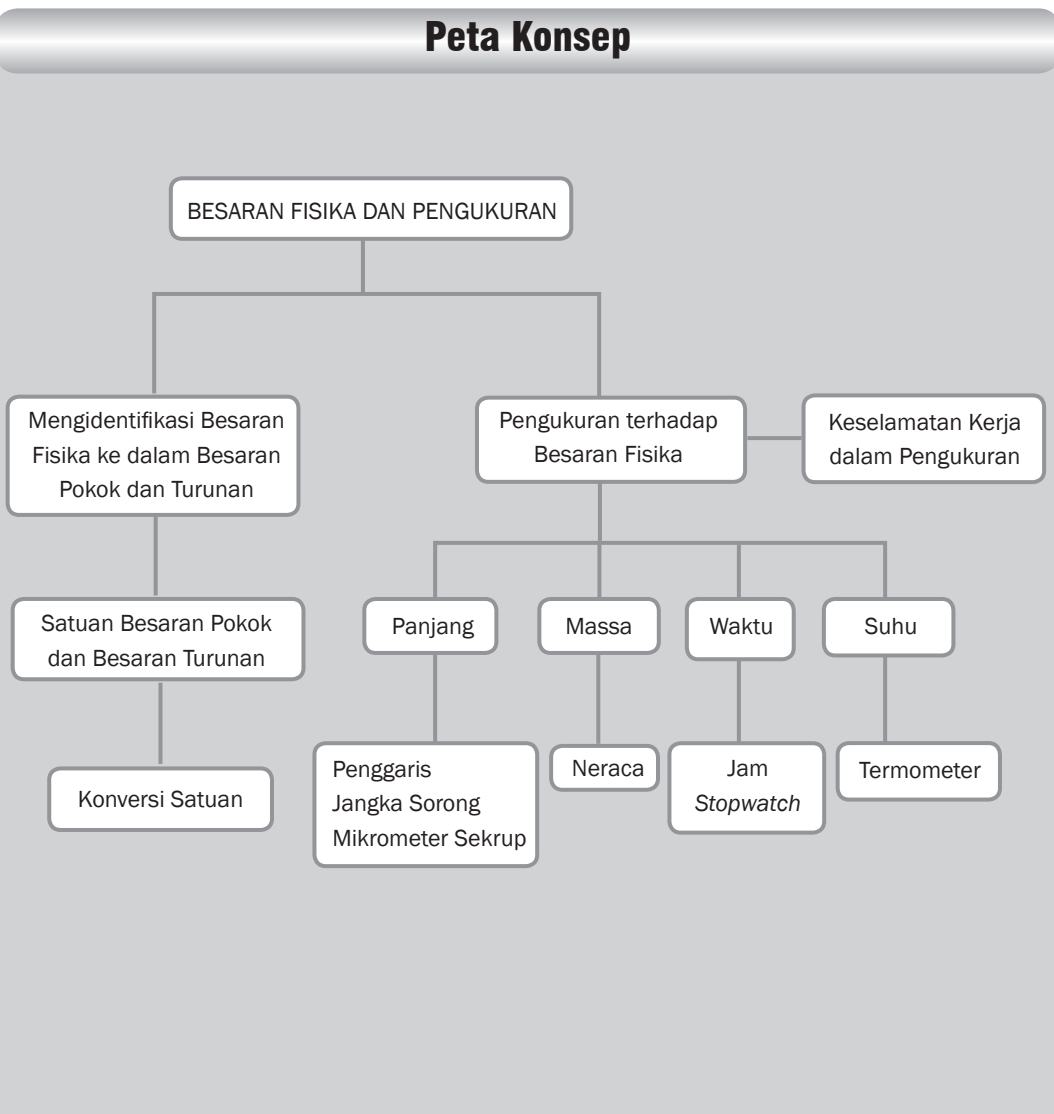
## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan dapat:

1. mengidentifikasi besaran pokok dan turunan beserta satuannya;
2. melakukan pengukuran pada besaran panjang, massa, waktu, dan suhu dengan alat ukur yang sesuai secara teliti.

# BESARAN FISIKA DAN PENGUKURAN

## Peta Konsep





**Gambar 1.1 Suasana Pasar Tradisional**  
**Foto: Dokumentasi Penerbit**

Kegiatan yang berhubungan dengan pengukuran sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya di pasar. Sebagai contoh, pedagang sembako dan sayur menimbang massa barang sembako dan sayur untuk dijual secara eceran, pedagang kain mengukur panjang dan lebar kain dengan meteran kain, serta pembeli sepulang dari pasar melihat jamnya untuk memperkirakan waktu kedatangan angkutan umum. Massa, panjang, dan waktu termasuk besaran fisika. Karena dalam kehidupan sehari-hari banyak terdapat kegiatan yang berhubungan dengan pengukuran besaran fisika, maka sangatlah penting bagi kalian untuk mempelajari pengukuran tersebut secara baik. Dapatkah kalian melakukan pengukuran secara benar dan teliti? Sudahkah kalian menjaga keselamatan kerja ketika melakukan pengukuran?



Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang mempunyai pengaruh besar terhadap perkembangan ilmu pengetahuan yang lainnya, misalnya teknologi elektronika, teknologi informasi, dan teknologi alat ukur. Hal ini disebabkan di dalam fisika mengandung prinsip-prinsip dasar mengenai gejala-gejala alam yang ada di sekitar kita. Fenomena dan gejala-gejala alam tersebut meliputi besaran-besaran fisika di antaranya: gerak, cahaya, kalor, listrik, dan energi.

Penerapan besaran-besaran fisika dalam aktivitas kegiatan sehari-hari senantiasa berkaitan dengan pengamatan dan pengukuran. Sebagai contoh, informasi kecepatan gerak pesawat terbang bagi seorang pilot berguna untuk mengoperasikan pesawat yang dikendalikannya. Besarnya suhu badan kita merupakan informasi untuk mengetahui apakah badan kita sehat atau tidak. Sepatu dan pakaian yang kita gunakan mempunyai ukuran tertentu.

Melihat betapa pentingnya pengukuran besaran fisika, maka di dalam bab ini akan dipelajari pengertian besaran fisika, pengukuran besaran fisika yang meliputi massa, panjang, waktu, dan suhu serta konversi satuannya.



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

besaran fisika  
besaran pokok  
besaran turunan  
satuan SI dan CGS  
meter standar  
satu kilogram  
satu detik  
konversi  
pengukuran  
jangka sorong  
mikrometer sekrup  
neraca tiga lengan  
termometer  
keselamatan kerja

## A. Besaran Fisika dan Satuan

### 1. Pengertian Besaran Fisika, Besaran Pokok, dan Besaran Turunan

Berapakah tinggi dan berat badanmu? Tentu saja kamu dapat mengukur secara langsung tinggi badanmu dengan alat ukur meteran pita, misalnya 165 cm. Bagaimana dengan berat badanmu? Di dalam pembicaraan kita sehari-hari yang dimaksud dengan berat badan adalah massa, sedangkan dalam fisika pengertian berat dan massa berbeda. Berat badan dapat kita tentukan dengan menggunakan alat timbangan berat badan. Misalnya, setelah ditimbang berat badanmu 50 kg atau dalam fisika bermassa 50 kg. Tinggi atau panjang dan massa adalah sesuatu yang dapat kita ukur dan dapat kita nyatakan dengan angka dan satuan. Panjang dan massa merupakan besaran fisika. Jadi, besaran fisika adalah ukuran fisis suatu benda yang dinyatakan secara kuantitas.

Selain besaran fisika juga terdapat besaran-besaran yang bukan besaran fisika, misalnya perasaan sedih, gembira, dan lelah. Karena perasaan tidak dapat diukur dan tidak dapat dinyatakan dengan angka dan satuan, maka perasaan bukan besaran fisika.



**Gambar 1.2** Massa Seorang Pesumo merupakan Besaran Pokok

Sumber Gambar: <http://id.wikipedia.org> (2008)



## Belajar IPA melalui Internet

Kamu dapat belajar materi ini dengan mengakses website [www.e-dukasi.net/mapok/mp\\_full.php?id=224](http://www.e-dukasi.net/mapok/mp_full.php?id=224)



Besaran fisika dikelompokkan menjadi dua, yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah besaran yang sudah ditetapkan terlebih dahulu. Adapun, besaran turunan merupakan besaran yang dijabarkan dari besaran-besaran pokok.

Sistem satuan besaran fisika pada prinsipnya bersifat standar atau baku, yaitu bersifat tetap, berlaku universal, dan mudah digunakan setiap saat dengan tepat. Sistem satuan standar ditetapkan pada tahun 1960 melalui pertemuan para ilmuwan di Sevres, Paris. Sistem satuan yang digunakan dalam dunia pendidikan dan pengetahuan dinamakan sistem metrik, yang dikelompokkan menjadi sistem metrik besar atau MKS (*Meter Kilogram Second*) yang disebut sistem internasional atau disingkat SI dan sistem metrik kecil atau CGS (*Centimeter Gram Second*).

Besaran pokok dan besaran turunan beserta dengan satuannya dapat dilihat dalam Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 berikut.

**Tabel 1.1 Satuan Besaran Pokok dalam Sistem Metrik**

No.	Besaran Pokok	Satuan SI / MKS	Singkatan	Satuan Sistem CGS	Singkatan
1	Panjang	meter	m	centimeter	cm
2	Massa	kilogram	kg	gram	g
3	Waktu	detik	s	detik	s
4	Suhu	kelvin	K	Kelvin	K
5	Kuat arus listrik	ampere	A	stat ampere	statA
6	Intensitas cahaya	candela	Cd	candela	Cd
7	Jumlah zat	kilo mol	kmol	mol	mol

Selain tujuh besaran pokok di atas, terdapat dua besaran pokok tambahan, yaitu sudut bidang datar dengan satuan radian (rad) dan sudut ruang dengan satuan steradian (sr).

**Tabel 1.2 Beberapa Besaran Turunan beserta Satuannya**

No.	Besaran Turunan	Penjabaran dari Besaran Pokok	Satuan Sistem MKS
1	Luas	Panjang $\times$ Lebar	m <sup>2</sup>
2	Volume	Panjang $\times$ Lebar $\times$ Tinggi	m <sup>3</sup>
3	Massa jenis	Massa : Volume	kg/m <sup>3</sup>
4	Kecepatan	Perpindahan : Waktu	m/s
5	Percepatan	Kecepatan : Waktu	m/s <sup>2</sup>
6	Gaya	Massa $\times$ Percepatan	newton (N) = kg.m/s <sup>2</sup>
7	Usaha	Gaya $\times$ Perpindahan	joule (J) = kg.m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
8	Daya	Usaha : Waktu	watt (W) = kg.m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>
9	Tekanan	Gaya : Luas	pascal (Pa) = N/m <sup>2</sup>
10	Momentum	Massa $\times$ Kecepatan	kg.m/s



**Gambar 1.3** Volume Air di Bak adalah Besaran Turunan  
**Sumber Foto:** Dokumentasi Penerbit

Satuan Sistem Internasional (SI) digunakan di seluruh negara dan berguna untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan perdagangan antarnegara. Kamu dapat membayangkan betapa kacaunya perdagangan apabila tidak ada satuan standar, misalnya satu kilogram dan satu meter kubik.

**a. Satuan Internasional untuk Panjang**

Hasil pengukuran besaran panjang biasanya dinyatakan dalam satuan meter, centimeter, milimeter, atau kilometer. Satuan besaran panjang dalam SI adalah meter. Pada mulanya satu meter ditetapkan sama dengan panjang sepersepuluh juta  $\left(\frac{1}{10000000}\right)$  dari jarak kutub utara ke khatulistiwa melalui Paris. Kemudian dibuatlah batang meter standar dari campuran Platina-Iridium. Satu meter didefinisikan sebagai jarak dua goresan pada batang ketika bersuhu 0°C. Meter standar ini disimpan di *International Bureau of Weights and Measure* di Sevres, dekat Paris.

Batang meter standar dapat berubah dan rusak karena dipengaruhi suhu, serta menimbulkan kesulitan dalam menentukan ketelitian pengukuran. Oleh karena itu, pada tahun 1960 definisi satu meter diubah. Satu meter didefinisikan sebagai jarak 1650763,72 kali panjang gelombang sinar jingga yang dipancarkan oleh atom gas krypton-86 dalam ruang hampa pada suatu lucutan listrik.

Pada tahun 1983, Konferensi Internasional tentang timbangan dan ukuran memutuskan bahwa satu meter merupakan jarak yang ditempuh cahaya pada selang waktu  $\frac{1}{299792458}$  sekon. Penggunaan kecepatan cahaya ini, karena nilainya dianggap selalu konstan.

**b. Satuan Internasional untuk Massa**

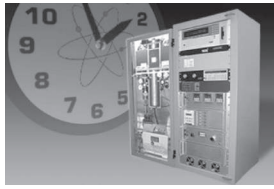
Besaran massa dalam SI dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Pada mulanya para ahli mendefinisikan satu kilogram sebagai massa sebuah silinder yang terbuat dari bahan campuran Platina dan



**Gambar 1.4** Meter Standar yang Terbuat dari Campuran Platina-Iridium  
**Sumber Gambar:** <http://museum.nist.gov> (2008)



**Gambar 1.5** Kilogram Standar yang Terbuat dari Campuran Platina-Iridium  
**Sumber Gambar:** <http://physics.nist.gov> (2008)



**Gambar 1.6 Jam Atom**  
Sumber Gambar: <http://id.wikipedia.org/> (2008)

Iridium yang disimpan di Sevres, dekat Paris. Untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik, massa standar satu kilogram didefinisikan sebagai massa satu liter air murni pada suhu 4°C.

### c. Satuan Internasional untuk Waktu

Besaran waktu dinyatakan dalam satuan detik atau sekon dalam SI. Pada awalnya satuan waktu dinyatakan atas dasar waktu rotasi bumi pada porosnya, yaitu 1 hari. Satu detik didefinisikan sebagai  $\frac{1}{26400}$  kali satu hari rata-rata. Satu hari rata-rata sama dengan 24 jam =  $24 \times 60 \times 60 = 86400$  detik. Karena satu hari matahari tidak selalu tetap dari waktu ke waktu, maka pada tahun 1956 para ahli menetapkan definisi baru. Satu detik adalah selang waktu yang diperlukan oleh atom cesium-133 untuk melakukan getaran sebanyak 9192631770 kali.



## Tokoh IPA



**Gambar 1.7**  
**Christian Huygens**  
Sumber Gambar: <http://www.wikipedia.org> (2008)

### Christiaan Huygens

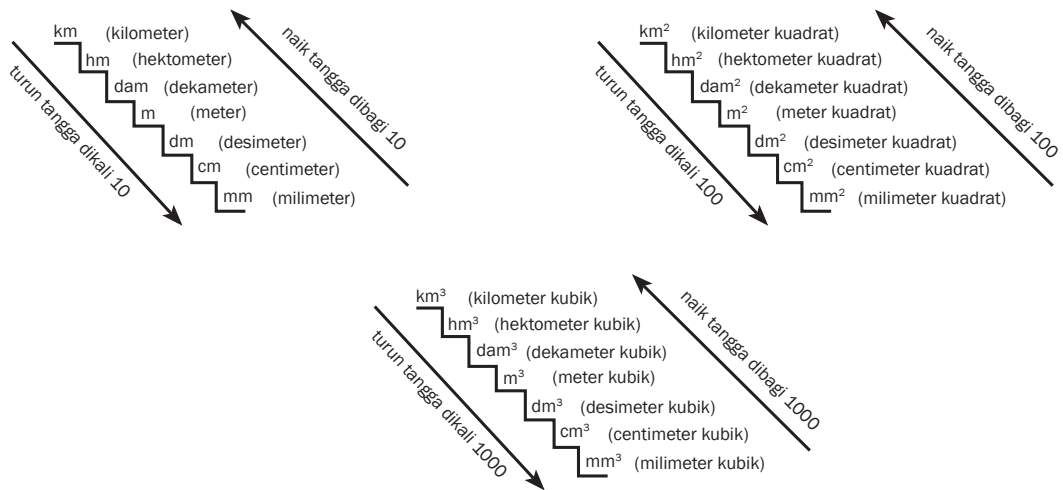
Christiaan Huygens (14 April 1629–8 Juli 1695), merupakan ahli matematika dan ahli fisika; lahir di Den Haag, Belanda, sebagai anak dari Constantijn Huygens. Ahli sejarah umumnya mengaitkan Huygens dengan revolusi ilmiah.

Christiaan umumnya menerima penghargaan minor atas perannya dalam perkembangan kalkulus modern. Ia juga mendapatkan peringatan atas argumennya bahwa cahaya terdiri dari gelombang. Tahun 1655, ia menemukan bulan Saturnus, yaitu Titan. Selain itu, Christiaan Huygens adalah penemu pertama jam pendulum atau jam bandul.

## 2. Mengonversi Satuan Panjang, Massa, dan Waktu

Setiap besaran memiliki satuan yang sesuai. Penggunaan satuan suatu besaran harus tepat, sebab apabila tidak sesuai akan berkesan janggal bahkan lucu. Misalnya seseorang mengatakan tinggi badannya 150°C, orang lain yang mendengar mungkin akan tersenyum karena hal itu salah. Demikian pula dengan pernyataan bahwa suhu badan orang yang sehat biasanya 36 meter, terdengar janggal.

Hasil suatu pengukuran belum tentu dinyatakan dalam satuan yang sesuai dengan keinginan kita atau yang kita perlukan. Contohnya panjang meja 1,5 m, sedangkan kita memerlukan dalam satuan cm, satuan gram dinyatakan dalam kilogram, dari satuan milisekon menjadi sekon. Untuk mengonversi atau mengubah dari suatu satuan ke satuan yang lainnya diperlukan tangga konversi. Gambar 1.8 pada halaman 7 menunjukkan tangga konversi panjang, massa, dan waktu, beserta dengan langkah-langkah penggunaannya.



**Gambar 1.8** Tangga Konversi Panjang  
**Sumber Gambar:** Dokumentasi Penerbit

## Contoh Soal 1.1

### Soal

Nyatakan jarak 2000 m dalam satuan

- cm
- km

### Pembahasan

Langkah-langkah berikut untuk menyelesaikan soal diatas.

- perhatikan posisi konversi satuan yang ditanyakan, letaknya di atas atau di bawah posisi satuan yang diketahui,
- jika posisinya di atas, dibagi dengan  $10^n$  dan jika posisinya di bawah, dikali  $10^n$ ,
- nilai  $n$  adalah jumlah tangga di atas atau di bawah satuan yang diketahui.

- 2000 m = ... km

Satuan km berada 3 tangga ( $n = 3$ ) di atas satuan m, maka

$$2000 \text{ m} = \frac{2000}{10^3} \text{ km}$$

$$= \frac{2000}{10} \text{ km}$$

$$2000 \text{ m} = 2 \text{ km}$$

- 2000 m = ... cm

Satuan cm berada 2 tangga ( $n = 2$ ) di bawah posisi satuan m, maka

$$2000 \text{ m} = 2000 \times 10^2 \text{ cm}$$

$$= 2000 \times 100 \text{ cm}$$

$$= 200000 \text{ cm}$$

$$2000 \text{ m} = 2 \times 10^5 \text{ cm}$$



## Contoh Soal 1.2

### Soal

Konversikan 100 cm<sup>2</sup> dalam satuan

- a) m<sup>2</sup>
- b) mm<sup>2</sup>

### Pembahasan

a) 100 cm<sup>2</sup> = ... m<sup>2</sup>

Karena posisi satuan m<sup>2</sup> berada 2 tangga di atas posisi satuan cm<sup>2</sup> ( $n = 2 \rightarrow 10^{2n} \rightarrow 10^4$ ), maka

$$\begin{aligned} 100 \text{ cm}^2 &= \frac{100}{10^4} \text{ m}^2 \\ &= \frac{100}{10000} \text{ m}^2 \\ &= 0,01 \text{ m}^2 \\ 100 \text{ cm}^2 &= 10^{-2} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b) 100 cm<sup>2</sup> = ... mm<sup>2</sup>

Posisi mm<sup>2</sup> berada 1 tangga di bawah posisi satuan cm<sup>2</sup> ( $n = 1 \rightarrow 10^{2n} \rightarrow 10^2$ ), maka

$$\begin{aligned} 100 \text{ cm}^2 &= 100 \times 10^2 \text{ mm}^2 \\ &= 100 \times 100 \text{ mm}^2 \\ &= 10000 \text{ mm}^2 \\ &= 10000 \text{ mm}^2 \\ 100 \text{ cm}^2 &= 10^4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



## Contoh Soal 1.3

### Soal

Nyatakan massa benda 10000 g dalam satuan

- a) kg
- b) mg

### Pembahasan

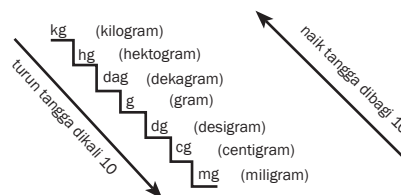
Perhatikan tangga konversi massa di samping!

a) 10000 g = ... kg

Posisi g berada 3 tangga di bawah posisi satuan kg

$$\begin{aligned} 10000 \text{ g} &= \frac{10000}{10^3} \text{ kg} \\ &= \frac{10000}{1000} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$10000 \text{ g} = 10 \text{ kg}$$



**Gambar 1.9** Tangga Konversi Massa  
Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

- b)  $10000 \text{ g} = \dots \text{ mg}$   
 Posisi g berada 3 tangga di atas posisi satuan mg  
 $10000 \text{ g} = 10000 \times 10^3 \text{ mg}$   
 $= 10000 \times 1000 \text{ mg}$   
 $= 10000000 \text{ mg}$   
 $10000 \text{ g} = 10^7 \text{ mg}$

## Contoh Soal 1.4

### Soal

Nyatakan waktu 10 sekon dalam satuan

- a) das  
 b) ms

### Pembahasan

Perhatikan tangga konversi waktu di samping!

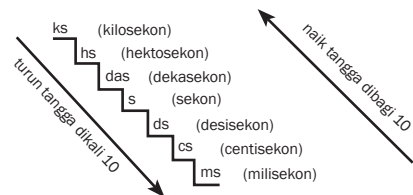
- a)  $10 \text{ sekon} = \dots \text{ das}$   
 Posisi satuan sekon (s) berada 1 tangga di bawah posisi satuan das

$$10 \text{ sekon} = \frac{10}{10^1} \text{ das}$$

$$= \frac{10}{10} \text{ das}$$

$$10 \text{ sekon} = 1 \text{ das}$$

- b)  $10 \text{ sekon} = \dots \text{ ms}$   
 Posisi satuan sekon (s) berada 3 tangga di atas posisi satuan ms  
 $10 \text{ sekon} = 10 \times 10^3 \text{ ms}$   
 $= 10 \times 1000 \text{ ms}$   
 $= 10000 \text{ ms}$   
 $10 \text{ sekon} = 10^4 \text{ ms}$



**Gambar 1.10 Tangga Konversi Waktu**  
 Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

## 3. Awalan Satuan dan Sistem Satuan di Luar Sistem Metrik

Di samping satuan sistem metrik, juga dikenal satuan lainnya yang sering dipakai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya liter, inci, yard, feet, mil, ton, dan ons. Satuan-satuan tersebut dapat dikonversi atau diubah ke dalam satuan sistem metrik dengan patokan yang ditentukan. Konversi besaran panjang menggunakan acuan sebagai berikut:

- $1 \text{ mil} = 1760 \text{ yard}$   
 (1 yard adalah jarak pundak sampai ujung jari tangan orang dewasa).

- 1 yard = 3 feet  
(1 feet adalah jarak tumit sampai ujung jari kaki orang dewasa).
- 1 feet = 12 inci  
(1 inci adalah lebar maksimal ibu jari tangan orang dewasa).
- 1 inci = 2,54 cm
- 1 cm = 0,01 m

Satuan mil, yard, feet, inci tersebut dinamakan satuan sistem Inggris. Untuk besaran massa berlaku juga sistem konversi dari satuan sehari-hari maupun sistem Inggris ke dalam sistem SI. Contohnya sebagai berikut.

- 1 ton = 1000 kg
- 1 ons (oz) = 0,02835 kg
- 1 kuintal = 100 kg
- 1 pon (lb) = 0,4536 kg
- 1 slug = 14,59 kg

Satuan waktu dalam kehidupan sehari-hari dapat dikonversi ke dalam sistem SI yaitu detik atau sekon. Contohnya sebagai berikut.

- 1 tahun =  $3,156 \times 10^7$  detik
- 1 jam = 3600 detik
- 1 hari =  $8,640 \times 10^4$  detik
- 1 menit = 60 detik

Di dalam sistem metrik juga dikenal sistem awalan dari sistem MKS baik ke sistem makro maupun ke sistem mikro. Perhatikan Tabel 1.3 berikut ini.

**Tabel 1.3 Awalan Satuan Sistem Metrik Besaran Panjang**

Sistem	Awalan Satuan	Lambang	Konversi
Konversi Makro	Eksa	E	$10^{18}$
	Peta	P	$10^{15}$
	Tera	T	$10^{12}$
	Giga	G	$10^9$
	Mega	M	$10^6$
	kilo	k	$10^3$
	hekto	h	$10^2$
	deka	da	$10^1$
MKS	meter		1
Konversi Mikro	centi	c	$10^{-2}$
	mili	m	$10^{-3}$
	mikro	$\mu$	$10^{-6}$
	nano	n	$10^{-9}$
	piko	p	$10^{-12}$
	femto	f	$10^{-15}$
	atto	a	$10^{-18}$

Penelitian jagad mikro dengan konversi sistem mikro banyak berkembang dalam bidang teknologi dewasa ini, contohnya teknologi nano yang menyelidiki jagad renik seperti sel, virus, bakteriofage, dan DNA. Adapun penelitian jagad makro menggunakan konversi sistem makro karena objek penelitiannya mencakup wilayah lain dari jagad raya, yaitu objek alam semesta di luar bumi.

#### 4. Mengonversi Satuan Besaran Turunan

Besaran turunan memiliki satuan yang dijabarkan dari satuan besaran-besaran pokok yang mendefinisikan besaran turunan tersebut. Oleh karena itu, seringkali dijumpai satuan besaran turunan dapat berkembang lebih dari satu macam karena penjabarannya dari definisi yang berbeda. Sebagai contoh, satuan percepatan dapat ditulis dengan  $\text{m/s}^2$  dapat juga ditulis dengan  $\text{N/kg}$ . Satuan besaran turunan dapat juga dikonversi. Perhatikan beberapa contoh di bawah ini!

- 1 dyne =  $10^{-5}$  newton
- 1 erg =  $10^{-7}$  joule
- 1 kalori = 0,24 joule
- 1 kWh =  $3,6 \times 10^6$  joule
- 1 liter =  $10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3$
- 1 ml =  $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cc}$
- 1 atm =  $1,013 \times 10^5$  pascal
- 1 gauss =  $10^{-4}$  tesla



#### Contoh Soal 1.5

##### Soal

Nyatakan satuan kecepatan 36 km/jam dalam satuan m/s!

##### Pembahasan

$$\begin{aligned} 36 \text{ km/jam} &= \frac{36 \text{ km}}{1 \text{ jam}} \\ &= \frac{36000 \text{ m}}{3600 \text{ sekon}} \\ &= 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$36 \text{ km/jam} = 10 \text{ m/s}$$



## Contoh Soal 1.6

### Soal

Konversikan satuan massa jenis air  $1 \text{ g/cm}^3$  dalam satuan  $\text{kg/m}^3$ !

### Pembahasan

$$\begin{aligned} 1 \text{ g/cm}^3 &= \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} \\ &= \frac{1}{10^3} \text{ kg} \\ &= \frac{1}{10^6} \text{ m}^3 \\ &= \frac{1}{10^3} \times \frac{10^6}{1} \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} \\ &= \frac{10^6 \text{ kg}}{10^3 \text{ m}^3} = \frac{1000000 \text{ kg}}{1000 \text{ m}^3} \\ &= 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

## Asah Kemampuan 1.1



1. Tono mengendarai motor dengan kelajuan  $72 \text{ km/jam}$ . Konversikan satuan kelajuan motor Tono dalam satuan  $\text{m/s}$ !
2. Sebongkah es dapat terapung di permukaan air karena massa jenis es lebih kecil daripada massa jenis air. Es bermassa jenis  $0,8 \text{ g/cm}^3$  dan air  $1 \text{ g/cm}^3$ . Konversikan satuan massa jenis es dan air tersebut dalam satuan  $\text{kg/m}^3$ !
3. Adik sakit batuk. Ibu memberinya obat sehari  $3 \times 1$  sendok makan. Apabila  $1$  sendok makan sama dengan  $5 \text{ ml}$ , nyatakan satuannya dalam  $\text{cc}$ , liter,  $\text{dm}^3$ , dan  $\text{m}^3$ !



## Diskusikan 1.1

Buatlah kliping tentang sistem konversi berbagai macam besaran yang kalian jumpai. Susun dan kelompokkanlah ke dalam besaran pokok dan besaran turunan pada tabel secara terpisah. Diskusikan dengan temanmu kliping yang sudah kalian buat!

## B. Pengukuran Besaran Fisika

Peranan pengukuran dalam kehidupan sehari-hari sangat penting. Seorang tukang jahit pakaian mengukur panjang kain untuk dipotong sesuai dengan pola pakaian yang akan dibuat dengan menggunakan meteran pita. Penjual daging menimbang massa daging sesuai kebutuhan pembelinya dengan menggunakan timbangan duduk.

Seorang petani tradisional mungkin melakukan pengukuran panjang dan lebar sawahnya menggunakan satuan bata, dan tentunya alat ukur yang digunakan adalah sebuah batu bata. Tetapi seorang insinyur sipil mengukur lebar jalan menggunakan alat meteran kelos untuk mendapatkan satuan meter. Apakah yang dimaksud dengan pengukuran itu? Untuk memahaminya lakukan kegiatan berikut ini.



**Gambar 1.11 Daging Sapi Dijual dengan Harga per Kilogram**  
Foto: Dokumentasi Penulis



### Kegiatan Ilmiah 1.1

#### Pengukuran dengan Satuan Baku dan Tidak Baku

##### Tujuan

Memahami pengukuran dengan satuan baku dan tidak baku secara baik dan benar

##### Alat dan bahan

Meja dan penggaris

##### Petunjuk Kerja

1. Ukurlah panjang dan lebar meja sebuah meja dengan jengkal tanganmu (jengkal = jarak ujung ibu jari sampai ujung jari kelingking). Tulislah hasilnya dalam tabel.
2. Mintalah pada teman sebangkumu untuk melakukan hal yang sama. Catat hasilnya.
3. Lakukan kegiatan 1 dan 2, tetapi dengan menggunakan alat ukur penggaris/mistar plastik. Catat hasilnya dan bandingkan pengukuranmu dengan teman sebangkumu.

**Tabel 1.4 Hasil Pengukuran Panjang Meja**

Alat Ukur	Panjang Meja
Jengkalmu	... jengkal
Jengkal temanmu	... jengkal
Penggaris plastik (pengukuranmu)	... cm
Penggaris plastik (pengukuran temanmu)	... cm

##### Pertanyaan

1. Satuan manakah (jengkal atau cm) yang mempunyai nilai hasil pengukuran yang sama?
2. Mengapa jengkal merupakan satuan tidak baku, sedangkan cm termasuk satuan baku?

Berdasarkan Kegiatan Ilmiah 1.1, kamu telah mengukur panjang suatu meja, misalnya kamu mendapatkan panjang meja tersebut lima jengkal. Kegiatan yang kamu lakukan tersebut merupakan membandingkan besaran panjang dengan satuan jengkal. Dalam fisika, kegiatan tersebut dinamakan pengukuran. Pengukuran adalah membandingkan suatu besaran dengan suatu satuan.

Contoh lain adalah ketika kita mengukur panjang meja dengan penggaris, misalnya didapat panjang meja 100 cm, maka panjang meja merupakan besaran, 100 merupakan hasil dari pengukuran sedangkan cm adalah satuannya.

Beberapa aspek pengukuran yang harus diperhatikan yaitu ketepatan (akurasi), kalibrasi alat, ketelitian (presisi), dan kepekaan (sensitivitas). Dengan aspek-aspek pengukuran tersebut diharapkan mendapatkan hasil pengukuran yang akurat dan benar.

Berikut ini akan kita bahas pengukuran besaran-besaran fisika, meliputi panjang, massa, dan waktu.

## 1. Pengukuran Panjang

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang benda haruslah sesuai dengan ukuran benda. Sebagai contoh, untuk mengukur lebar buku kita gunakan penggaris, sedangkan untuk mengukur lebar jalan raya lebih mudah menggunakan meteran kelos.

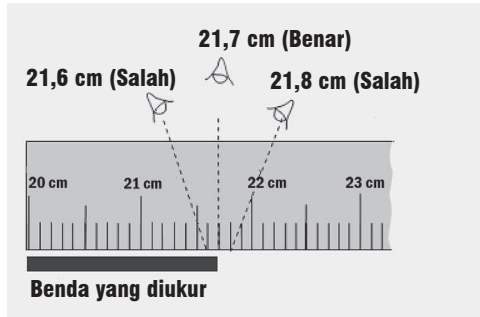
### a. Pengukuran Panjang dengan Mistar

Penggaris atau mistar berbagai macam jenisnya, seperti penggaris yang berbentuk lurus, berbentuk segitiga yang terbuat dari plastik atau logam, mistar tukang kayu, dan penggaris berbentuk pita (meteran pita). Mistar mempunyai batas ukur sampai 1 meter, sedangkan meteran pita dapat mengukur panjang sampai 3 meter. Mistar memiliki ketelitian 1 mm atau 0,1 cm.



**Gambar 1.12** Berbagai Alat Ukur Panjang  
**Foto: Dokumentasi Penerbit**

Posisi mata harus melihat tegak lurus terhadap skala ketika membaca skala mistar. Hal ini untuk menghindari kesalahan pembacaan hasil pengukuran akibat beda sudut kemiringan dalam melihat atau disebut dengan kesalahan paralaks.



**Gambar 1.13 Pembacaan Skala**  
**Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit**



## Warta IPA

### Mistar Terpanjang

Cahaya merambat menurut garis lurus maka dapat dijadikan mistar terpanjang. Contohnya sinar laser. Dengan sinar laser kita dapat mengukur jarak bumi ke bulan. Gambar di samping merupakan pembangkit sinar laser. Sinar laser dipancarkan dari bumi ke bulan. Kemudian dipantulkan kembali ke bumi oleh reflektor dengan mengukur waktu ( $t$ ) yang diperlukan sinar laser dari bumi ke bulan, dan kembali lagi ke bumi. Kita dapat mengukur jarak ( $s$ ) bumi ke bulan dengan rumus,  $s = \frac{(c \times t)}{2}$ , dengan  $c$  = cepat rambat cahaya/sinar laser  $= 3 \times 10^8$  m/s.



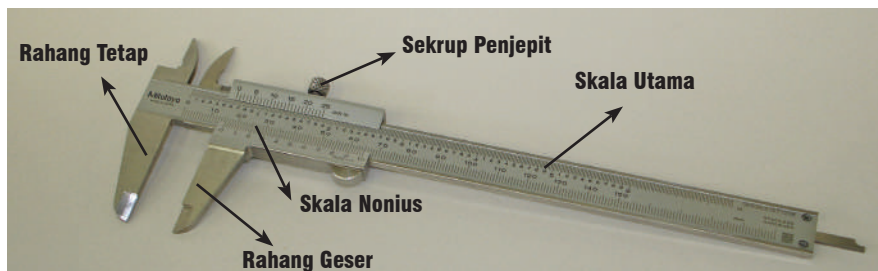
**Gambar 1.14**  
**Pembangkit Sinar Laser**  
**Sumber Gambar: [www.phy.ncku.edu.tw](http://www.phy.ncku.edu.tw) (2008)**

**Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer**

### b. Pengukuran Panjang dengan Jangka Sorong

Bagaimanakah mengukur kedalaman suatu tutup pulpen? Untuk mengukur kedalaman tutup pulpen dapat kita gunakan jangka sorong. Jangka sorong merupakan alat ukur panjang yang mempunyai batas ukur sampai 10 cm dengan ketelitiannya 0,1 mm atau 0,01 cm. Jangka sorong juga dapat digunakan untuk mengukur diameter cincin dan diameter bagian dalam sebuah pipa. Bagian-bagian penting jangka sorong yaitu

1. rahang tetap dengan skala tetap terkecil 0,1 cm
2. rahang geser yang dilengkapi skala nonius. Skala tetap dan nonius mempunyai selisih 1 mm.



**Gambar 1.15 Bagian-Bagian Jangka Sorong**  
**Sumber: [www.loscoltrahues.com](http://www.loscoltrahues.com) (2008)**



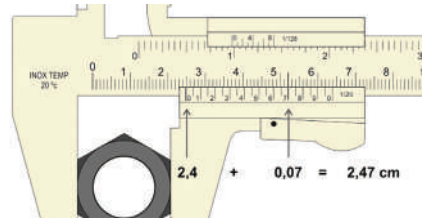
## Contoh Soal 1.7

### Soal

Hitunglah diameter baut pada gambar berikut!

### Pembahasan

- Langkah pertama  
Tentukan terlebih dahulu skala utama.  
Pada gambar terlihat skala nol nonius terletak di antara skala 2,4 cm dan 2,5 cm pada skala tetap. Jadi, skala tetap bernilai 2,4 cm.
- Langkah kedua  
Menentukan skala nonius.  
Skala nonius yang berimpit dengan skala tetap adalah angka 7. Jadi, skala nonius bernilai  $7 \times 0,01 \text{ cm} = 0,07 \text{ cm}$ .
- Langkah ketiga  
Menjumlahkan skala tetap dan skala nonius.  
Hasil pengukuran =  $2,4 \text{ cm} + 0,07 \text{ cm} = 2,47 \text{ cm}$   
Jadi, hasil pengukuran diameter baut sebesar 2,47 cm.

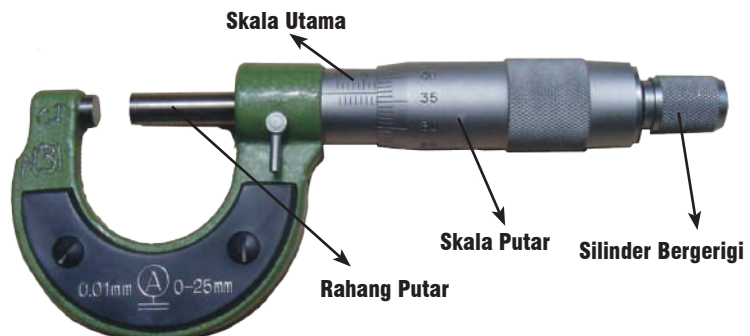


**Gambar 1.16 Contoh Hasil Pengukuran Diameter Baut dengan Jangka Sorong**  
Sumber Gambar: <http://upload.wikimedia.org> (2008)

### c. Pengukuran Panjang dengan Mikrometer Sekrup

Tahukah kamu alat ukur apa yang dapat digunakan untuk mengukur benda berukuran kurang dari dua centimeter secara lebih teliti? Mikrometer sekrup memiliki ketelitian 0,01 mm atau 0,001 cm. Mikrometer sekrup dapat digunakan untuk mengukur benda yang mempunyai ukuran kecil dan tipis, seperti mengukur ketebalan plat, diameter kawat, dan onderdil kendaraan yang berukuran kecil.

Bagian-bagian dari mikrometer adalah rahang putar, skala utama, skala putar, dan silinder bergerigi. Skala terkecil dari skala utama bernilai 0,1 mm, sedangkan skala terkecil untuk skala putar sebesar 0,01 mm. Berikut ini gambar bagian-bagian dari mikrometer.



**Gambar 1.17 Bagian-Bagian Mikrometer Sekrup**  
Sumber Gambar: [www.phy.uct.ac.za](http://www.phy.uct.ac.za) (2008)

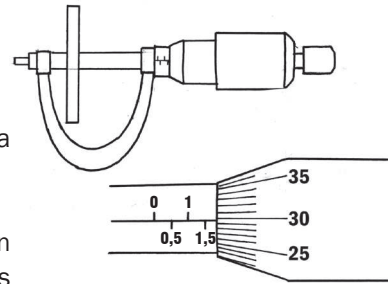
## Contoh Soal 1.8

### Soal

Hitunglah diameter kawat seperti pada gambar berikut ini!

### Pembahasan

- Langkah pertama  
Menentukan skala utama, terlihat pada gambar skala utamanya adalah 1,5 mm.
- Langkah kedua  
Perhatikan pada skala putar, garis yang sejajar dengan skala utamanya adalah angka 29. Jadi, skala nonius sebesar  $29 \times 0,01 \text{ mm} = 0,29 \text{ mm}$ .
- Langkah ketiga  
Menjumlahkan skala utama dan skala putar.  
Hasil pengukuran =  $1,5 \text{ mm} + 0,29 \text{ mm} = 1,79 \text{ mm}$ .  
Jadi hasil pengukuran diameter kawat adalah 1,79 mm.



**Gambar 1.18** Contoh Hasil Pengukuran Diameter Kawat dengan Mikrometer  
Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

## 2. Pengukuran Massa Benda

Pernahkah kamu pergi ke pasar? Ketika di pasar kamu mungkin akan melihat berbagai macam alat ukur timbangan seperti dacin, timbangan pasar, timbangan emas, bahkan mungkin timbangan atau neraca digital. Timbangan tersebut digunakan untuk mengukur massa benda. Prinsip kerjanya adalah keseimbangan kedua lengan, yaitu keseimbangan antara massa benda yang diukur dengan anak timbangan yang digunakan. Dalam dunia pendidikan sering digunakan neraca O’Haus tiga lengan atau dua lengan. Perhatikan beberapa alat ukur berat berikut ini.



**Gambar 1.19** Beberapa Jenis Neraca  
Foto: Dokumentasi Penerbit

Bagian-bagian dari neraca O’Haus tiga lengan adalah sebagai berikut:

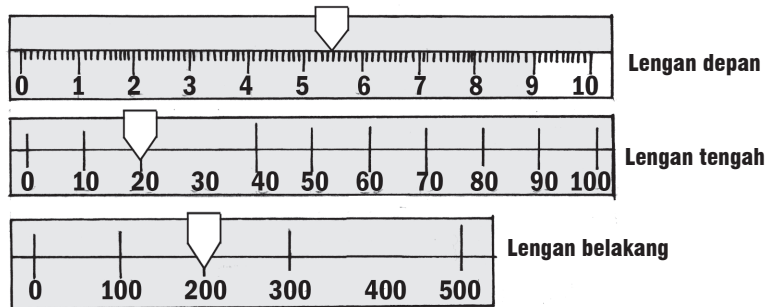
- Lengan depan memiliki skala 0–10 g, dengan tiap skala bernilai 1 g.
- Lengan tengah berskala mulai 0–500 g, tiap skala sebesar 100 g.
- Lengan belakang dengan skala bernilai 10 sampai 100 g, tiap skala 10 g.



## Contoh Soal 1.9

### Soal

Sekantong plastik gula pasir ditimbang dengan neraca O'Hauss tiga lengan. Posisi lengan depan, tengah, dan belakang dalam keadaan setimbang ditunjukkan pada gambar berikut ini. Tentukan massa gula pasir tersebut!



Gambar 1.20 Contoh Hasil Pengukuran dengan Neraca O'Hauss  
Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

### Pembahasan

Dari gambar dapat diketahui bahwa:

- |    |                        |            |
|----|------------------------|------------|
| 1. | posisi anting depan    | 5,5 gram   |
| 2. | posisi anting tengah   | 20,0 gram  |
| 3. | posisi anting belakang | 200,0 gram |
|    |                        | +          |
|    | massa gula pasir       | 225,5 gram |

## 3. Pengukuran Besaran Waktu

Ketika bepergian kita tidak lupa membawa jam tangan. Jam tersebut kita gunakan untuk menentukan waktu dan lama perjalanan yang sudah ditempuh. Berbagai jenis alat ukur waktu yang lain, misalnya: jam analog, jam digital, jam dinding, jam atom, jam matahari, dan stopwatch. Dari alat-alat tersebut, stopwatch termasuk alat ukur yang memiliki ketelitian cukup baik, yaitu sampai 0,1 s.

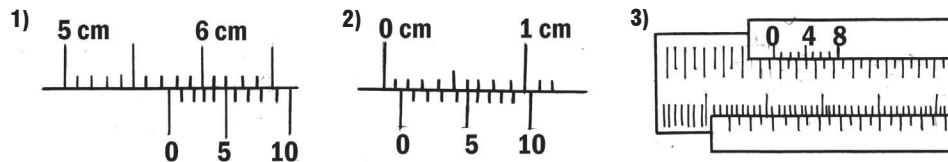


Gambar 1.21 Berbagai Jenis Alat Ukur Waktu  
Foto: Dokumentasi Penerbit

## Asah Kemampuan 1.2

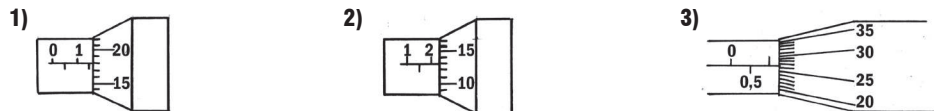


1. Setiap benda yang mempunyai *massa* bergerak dengan *kecepatan* tertentu sehingga memiliki *energi kinetik*. Dengan energinya benda dapat melakukan usaha untuk berpindah tempat. *Usaha* yang dilakukan benda dalam *selang waktu* tertentu dikenal dengan *daya*. Dari pernyataan yang bercetak miring, sebutkan besaran-besaran yang termasuk dalam besaran pokok dan besaran turunan!
2. Sebutkan syarat-syarat suatu satuan dikatakan bersifat standar atau baku!
3. Minggu kemarin Pardi menempuh ujian praktik pelajaran olah raga, yaitu praktik lari satu kali putaran lapangan sepak bola dan lempar cakram 1 kg. Waktu tempuh Pardi adalah 1 menit 23 detik, sedangkan jarak lemparnya 6,5 m. Nyatakan satuan massa, waktu, dan jarak lempar masing-masing dalam satuan gram, sekon, dan dm!
4. Tentukan hasil pengukuran dari alat-alat ukur berikut ini!
  - a. Jangka sorong



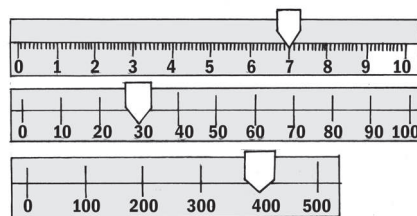
**Gambar 1.22 Hasil Pengukuran dengan Jangka Sorong**  
 Sumber Gambar: <http://www.e-dukasi.net>

- b. Mikrometer sekrup



**Gambar 1.23 Hasil Pengukuran dengan Mikrometer**  
 Sumber Gambar: <http://www.e-dukasi.net>

- c. Neraca tiga lengan



**Gambar 1.24 Hasil Pengukuran dengan Neraca**  
 Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

## Diskusikan 1.2

Buatlah kelompok maksimal lima orang. Diskusikan bersama temanmu bagaimana cara mengukur jarak Bumi ke Matahari dan cara mengukur massa Bumi! Presentasikan di depan kelas.



## Kegiatan Ilmiah 1.2

### Pengukuran Besaran Fisika

#### Tujuan

Menentukan massa, panjang, dan volume benda

#### Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Jangka Sorong
3. Neraca O'Hauss tiga lengan
4. Kubus yang terbuat dari: kayu, alumunium, kuningan, baja, dan besi.

#### Petunjuk Kerja

1. Timbanglah massa masing-masing kubus dengan neraca O'Hauss
2. Ukurlah panjang sisi masing-masing kubus dengan menggunakan penggaris
3. Ulangi langkah 2 dengan pengukuran menggunakan jangka sorong
4. Buatlah tabel hasil pengukuran seperti berikut, dan tulis hasil pengukurannya

**Tabel 1.5 Hasil Pengukuran Massa dengan Neraca O'hauss**

No.	Benda	Massa
1.	Kubus kayu	
2.	Kubus besi	
3.	Kubus baja	
4.	Kubus tembaga	
5.	Kubus aluminium	

**Tabel 1.6 Hasil Pengukuran Panjang Sisi dengan Penggaris**

No.	Benda	Panjang	Lebar	Tebal	Volume
1.	Kubus kayu				
2.	Kubus besi				
3.	Kubus baja				
4.	Kubus tembaga				
5.	Kubus aluminium				

**Tabel 1.7 Hasil Pengukuran Panjang Sisi dengan Mikrometer Sekrup**

No.	Benda	Panjang	Lebar	Tebal	Volume
1.	Kubus kayu				
2.	Kubus besi				
3.	Kubus baja				
4.	Kubus tembaga				
5.	Kubus aluminium				

5. Berdasarkan data percobaan, hitunglah volume masing-masing kubus.
6. Diskusikan dengan teman sekelompok lebih teliti manakah penggaris dengan jangka sorong! Apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan di atas?
7. Buatlah laporan hasil kegiatanmu pada kertas folio.

## C. Suhu dan Pengukurannya

### 1. Pengertian Suhu

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.

### 2. Termometer sebagai Alat Ukur Suhu

Suhu termasuk besaran pokok. Alat untuk mengukur besarnya suhu suatu benda adalah termometer. Termometer yang umum digunakan adalah termometer zat cair dengan pengisi pipa kapilernya adalah raksa atau alkohol. Pertimbangan dipilihnya raksa sebagai pengisi pipa kapiler termometer adalah sebagai berikut:

- raksa tidak membasahi dinding kaca,
- raksa merupakan penghantar panas yang baik,
- kalor jenis raksa rendah akibatnya dengan perubahan panas yang kecil cukup dapat mengubah suhunya,
- jangkauan ukur raksa lebar karena titik bekunya  $-39^{\circ}\text{C}$  dan titik didihnya  $357^{\circ}\text{C}$ .

Pengukuran suhu yang sangat rendah biasanya menggunakan termometer alkohol. Alkohol memiliki titik beku yang sangat rendah, yaitu  $-114^{\circ}\text{C}$ . Namun demikian, termometer alkohol tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu benda yang tinggi sebab titik didihnya hanya  $78^{\circ}\text{C}$ .

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. Penetapan titik tetap bawah adalah suhu ketika es melebur dan penetapan titik tetap atas adalah suhu saat air mendidih. Berikut ini adalah penetapan titik tetap pada skala termometer.

#### 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 Reaumur

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.

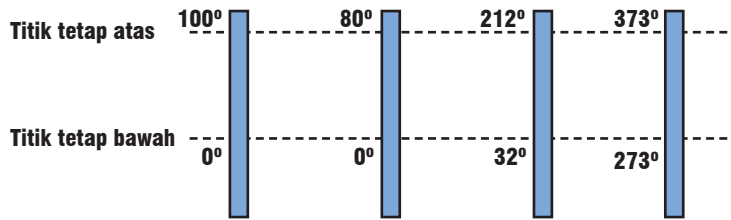


Gambar 1.25 Termometer  
Foto: Dokumentasi Penerbit



**d. Termometer Kelvin**

Pada termometer Kelvin, titik terbawah diberi angka nol. Titik ini disebut suhu mutlak, yaitu suhu terkecil yang dimiliki benda ketika energi total partikel benda tersebut nol. 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.



**Gambar 1.26 Skala Termometer**  
Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit

Perbandingan skala antara termometer Celcius, termometer Reaumur, dan termometer Fahrenheit adalah

$$C : R : F = 100 : 80 : 180$$

$$C : R : F = 5 : 4 : 9$$

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

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

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

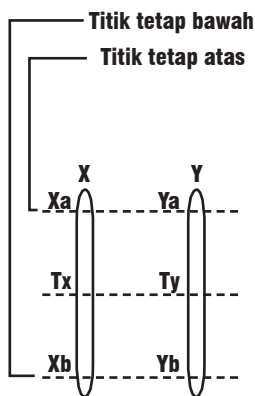
$$t^{\circ}C = \frac{4}{9} (t^{\circ}F - 32)$$

Hubungan skala Celcius dan Kelvin adalah

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

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 Xb dan titik tetap atas Xa. Termometer Y dengan titik tetap bawah Yb dan titik tetap atas Ya. Titik tetap bawah dan titik tetap atas kedua termometer di atas adalah suhu saat es melebur dan suhu saat air mendidih pada tekanan 1 atmosfer.



**Gambar 1.27 Perbandingan Skala Termometer X dan Y**  
Sumber Gambar: Dokumentasi Penerbit



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

$X_b$  = titik tetap bawah termometer X

$T_x$  = suhu pada termometer X

$Y_a$  = titik tetap atas termometer Y

$Y_b$  = titik tetap bawah termometer Y

$T_y$  = suhu pada termometer Y

## Contoh Soal 1.10

### Soal

Siswa mengukur suhu suatu benda menggunakan termometer Celcius sebesar  $80^{\circ}\text{C}$ . Berapa suhu benda itu jika siswa tersebut menggunakan termometer Reaumur dan Fahrenheit?

### Pembahasan

Diketahui :  $t = 80^{\circ}\text{C}$

Ditanya :  $t^{\circ}\text{R}$  dan  $t^{\circ}\text{F}$

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{a. } t^{\circ}\text{R} &= \frac{4}{5} t^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{4}{5} \times 80^{\circ}\text{R} \\ &= 64^{\circ}\text{R} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } t^{\circ}\text{F} &= \left( \frac{9}{5} \times t^{\circ}\text{C} + 32 \right)^{\circ}\text{F} \\ &= \frac{9}{5} \times 80^{\circ}\text{C} + 32 \\ &= 144 + 32 \\ &= 176^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

Jadi, suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer Reaumur dan Fahrenheit sebesar  $64^{\circ}\text{R}$  dan  $176^{\circ}\text{F}$ .

## Contoh Soal 1.11

### Soal

Suatu termometer X mengukur suhu es sedang melebur pada  $-10^{\circ}\text{X}$  dan mengukur suhu air mendidih pada  $110^{\circ}\text{X}$ . Termometer Celcius mengukur suhu benda tersebut adalah  $40^{\circ}\text{C}$ . Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer X?

### Pembahasan

Diketahui :  $X_b = -10^{\circ}\text{X}$

$X_a = 110^{\circ}\text{X}$

$t = 40^{\circ}\text{C}$

$C_a = 100^{\circ}\text{C}$

$C_b = 0^{\circ}\text{C}$

Ditanya :  $t_X$

$$\text{Jawab : } \frac{t_X - X_b}{X_a - X_b} = \frac{t_C - C_b}{C_a - C_b}$$

$$\frac{t_X - (-10)}{110 - (-10)} = \frac{t_C - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{t_X + 10}{120} = \frac{40 - 0}{100}$$

$$(t_X + 10) 100 = 120 (40)$$

$$100 t_X = 4800 - 1000$$

$$100 t_X = 3800$$

$$t_X = \frac{3800}{100} = 38^\circ X$$

Jadi, suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer X adalah  $38^\circ X$ .

## Asah Kemampuan 1.3



1. Suatu benda diukur suhunya menggunakan termometer Reaumur, diperoleh hasil  $50^\circ R$ . Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer:
  - a. Celcius
  - b. Fahrenheit
  - c. Kelvin
2. Suhu es yang sedang melebur dan suhu air mendidih apabila diukur dengan termometer A masing-masing besarnya  $10^\circ A$ . Suhu suatu benda diukur dengan termometer skala Celcius sebesar  $50^\circ C$ . Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer A?



## Kegiatan Ilmiah 1.3

### Penentuan Skala Termometer

#### Tujuan

Menentukan skala termometer buatan

#### Alat dan Bahan

1. termometer yang belum diketahui skalanya
2. bongkahan es
3. bejana
4. pembakar spiritus

### Langkah Kerja

1. Masukkan bongkahan es ke dalam bejana, kemudian panaskan.
2. Amati tinggi raksa pada termometer saat es melebur.
3. Tandai garis pada termometer dengan spidol ketika es melebur. Garis tersebut sebagai titik tetap bawah dan berilah angka tertentu.
4. Panaskan air hingga mendidih.
5. Amati tinggi raksa pada termometer saat air mendidih.
6. Tandai garis pada termometer dengan spidol saat air mendidih. Garis tersebut sebagai titik tetap atas dan berilah angka tertentu.
7. Bagilah jarak antara titik tetap bawah dan titik tetap atas menjadi skala-skala yang sama besar.
8. Gunakan termometer tersebut untuk mengukur suhu suatu benda, kemudian konversikan (ubahlah) ke dalam skala Celcius, Reaumur, dan Fahrenheit.
9. Lakukan analisis terhadap hasil percobaan yang diperoleh dan buat hasil pembahasannya.
10. Buatlah laporan percobaan pada kertas folio.

## D. Memperhatikan dan Menerapkan Keselamatan Kerja dalam Pengukuran

Belajar fisika tidak dapat dipisahkan dari kegiatan laboratorium. Dalam melaksanakan percobaan dan kegiatan di laboratorium mungkin saja terjadi kecelakaan. Oleh karena itu, penting sekali untuk menjaga keselamatan dalam bekerja. Salah satu usaha menjaga keselamatan kerja dan mencegah terjadinya kecelakaan adalah dengan memperhatikan dan melaksanakan tata tertib di laboratorium.

Mengapa kecelakaan dapat terjadi? Kecelakaan di laboratorium dapat terjadi disebabkan beberapa hal, antara lain

1. tidak mematuhi tata tertib laboratorium,
2. tidak bersikap baik dalam melaksanakan kegiatan laboratorium,
3. kurangnya pemahaman dan pengetahuan terhadap alat, bahan, serta cara penggunaannya,
4. kurangnya penjelasan dari guru atau tenaga laboratorium, dan
5. tidak menggunakan alat pelindung.

Adapun bahaya-bahaya yang mungkin perlu diantisipasi di lingkungan laboratorium adalah sebagai berikut:

1. luka bakar akibat panas,
2. bahaya listrik,
3. bahaya radioaktif, dan
4. bahaya kebakaran.



**Gambar 1.28** Tabung Pemadam Kebakaran sebagai Salah Satu Perlengkapan Keselamatan Kerja Laboratorium  
Foto: Dokumentasi Penerbit



**Gambar 1.29** Sambungan Kabel Listrik pada Stopkontak Perlu Diperiksa Sebelum Digunakan dalam Praktikum di Laboratorium  
Foto: Dokumentasi Penerbit

Kegiatan percobaan yang menggunakan bahan-bahan kimia atau bahan radioaktif dan peralatan listrik hendaknya dilakukan dengan hati-hati. Mintalah petunjuk dan bimbingan kepada guru apabila kamu belum memahami langkah kerjanya.

## Asah Kemampuan 1.4



Bagaimanakah cara mencegah terjadinya kecelakaan dan menjaga keselamatan kerja dalam kegiatan di laboratorium?



### Rangkuman

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang mempunyai pengaruh besar terhadap perkembangan ilmu pengetahuan yang lainnya, misalnya teknologi elektronika, teknologi informasi, dan teknologi alat ukur.

Besaran fisika didefinisikan sebagai ukuran fisis suatu benda yang dinyatakan secara kuantitas. Besaran fisika meliputi besaran pokok dan turunan. Besaran pokok merupakan besaran dasar yang sudah ditetapkan terlebih dahulu, sedangkan besaran turunan adalah besaran yang dijabarkan dari besaran-besaran pokok atau besaran turunan lainnya. Satuan dari suatu besaran merupakan sesuatu yang menyatakan hasil pengukuran. Sistem satuan pada prinsipnya bersifat standar atau baku yang disebut sistem internasional atau disingkat SI. Untuk mengonversi atau mengubah dari suatu satuan ke satuan yang lainnya diperlukan tangga konversi.

Satuan dari setiap besaran turunan diperoleh dari penjabaran satuan besaran-besaran pokok yang menyertai penurunan definisi dari besaran turunan yang bersangkutan.

Pengukuran didefinisikan sebagai membandingkan suatu besaran dengan suatu satuan. Dalam melakukan pengukuran orang selalu berhadapan dengan benda atau objek yang diukur, alat ukur, dan satuan yang digunakan, baik yang baku maupun yang tidak baku. Satuan yang tidak baku merupakan satuan yang nilainya tidak tetap dan tidak standar. Untuk mengukur panjang digunakan alat ukur mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup. Adapun untuk menentukan massa benda dapat digunakan neraca O'Hauss tiga lengan atau dua lengan. Untuk menentukan selang waktu atau lamanya perjalanan biasanya digunakan jam atau stopwatch.

Ukuran derajat panas dan dingin suatu benda dinyatakan dengan besaran suhu. Alat untuk mengukur besarnya suhu suatu benda adalah termometer. Termometer yang umum digunakan adalah termometer zat cair dengan pengisi pipa kapiler biasanya raksa atau alkohol.

Salah satu usaha menjaga keselamatan kerja dan mencegah terjadinya kecelakaan adalah dengan memperhatikan dan melaksanakan tata tertib di laboratorium. Di samping itu, perlu adanya pemahaman dan pengetahuan terhadap alat, bahan, serta cara penggunaannya.



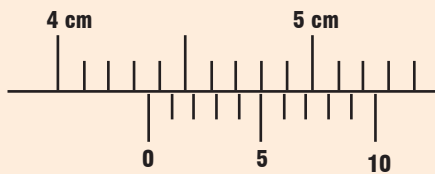
## Uji Kompetensi 1

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

1. Sesuatu yang dapat diukur disebut ....
  - a. satuan
  - b. ukuran
  - c. besaran
  - d. benda
2. Suhu benda 50 Celcius, yang termasuk besaran yaitu ....
  - a. benda
  - b. 50
  - c. Celcius
  - d. suhu
3. Perhatikan data berikut:
  1. meter
  2. kelvin
  3. massa
  4. suhu
  5. waktu
  6. sekonBerdasarkan data tersebut, yang termasuk satuan adalah ....
  - a. 1,2,4
  - b. 1,2,6
  - c. 2,4,5
  - d. 3,4,5
4. Berikut ini merupakan besaran pokok dengan satuannya dalam SI adalah ....
  - a. berat – kg, panjang – meter
  - b. kuat arus – ampere, waktu – sekon
  - c. jumlah zat – mole, massa – gram
  - d. waktu – jam, kecepatan – meter/sekon
5. Berikut ini yang termasuk besaran-besaran turunan adalah ....
  - a. panjang, gaya, waktu
  - b. gaya, usaha, massa
  - c. massa jenis, gaya, volume
  - d. kecepatan, panjang, waktu
6. Massa 1 kilogram setara dengan ....
  - a. massa 1 liter air murni pada suhu 1°C
  - b. massa 1 liter air murni pada suhu 4°C
  - c. massa 4 liter air murni pada suhu 1°C
  - d. massa 4 liter air murni pada suhu 4°C
7. Membandingkan suatu besaran dengan besaran yang diukur, merupakan pengertian dari ....
  - a. satuan
  - b. besaran pokok
  - c. mengukur
  - d. besaran turunan
8. Perhatikan pernyataan berikut:
  1. bersifat tetap
  2. tidak mudah diproduksi kembali
  3. berlaku secara internasional
  4. bahan bakunya sukar didapatDua syarat yang harus dipenuhi satuan yang baik ditunjukkan oleh nomor ....
  - a. 1 dan 3
  - b. 1 dan 2
  - c. 2 dan 3
  - d. 3 dan 4
9. Berikut ini yang termasuk satuan baku adalah ....
  - a. meter, depa, liter
  - b. kilogram, jengkal, meter
  - c. centimeter, gram, sekon
  - d. hasta, kaki, jengkal



19. Hasil pengukuran dari jangka sorong berikut adalah ... cm.

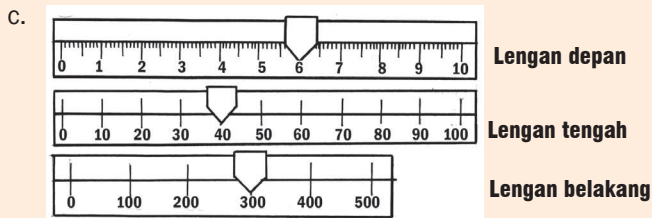
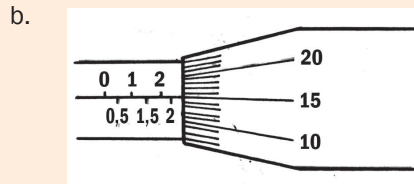
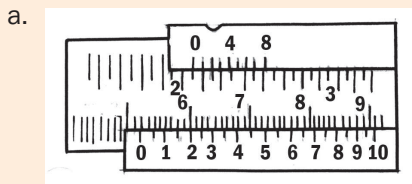


- a. 5,4  
b. 5,1  
c. 4,35  
d. 4,33
20. Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur....  
a. massa jenis benda  
b. suhu benda  
c. volume benda  
d. ketebalan benda
21. Skala  $20^{\circ}\text{C}$  maka termometer Reamur menunjukkan ...  $^{\circ}\text{R}$ .  
a. 120  
b. 96  
c. 25  
d. 16
22. Suhu badan seseorang  $35^{\circ}\text{C}$ . Apabila diukur dengan termometer Fahrenheit menunjukkan angka ...  $^{\circ}\text{F}$ .  
a. 32  
b. 67  
c. 95  
d. 243
23. Skala termometer Celsius akan menunjukkan angka yang sama dengan skala Fahrenheit pada angka ....  
a. 160  
b. 40  
c. -40  
d. 0
24. Satuan pengukuran dengan termometer skala Celcius menunjukkan suhu  $30^{\circ}\text{C}$ . Suhu yang ditunjukkan oleh skala Fahrenheit dan Kelvin adalah ....  
a.  $86^{\circ}\text{F}$  dan  $303\text{K}$   
b.  $48^{\circ}\text{F}$  dan  $303\text{K}$   
c.  $22^{\circ}\text{F}$  dan  $303\text{K}$   
d.  $111,6^{\circ}\text{F}$  dan  $303\text{K}$
25. Berikut ini salah satu cara menjaga keselamatan di laboratorium, *kecuali* ....  
a. menggunakan pelindung badan  
b. mematuhi tata tertib di laboratorium  
c. bersikap baik selama praktikum  
d. membuat kelompok kerja sesuai keinginan kita

## II. Jawablah dengan singkat dan jelas!

- Adik sakit demam. Badannya terasa hangat. Ibu bermaksud mengukur panas badan adik. Alat ukur apa yang harus digunakan ibu? Sebutkan besaran pokok apa yang diukur!
- Kakak mengendarai sepeda motor dengan kecepatan  $54\text{ km/jam}$ . Dia hendak membeli bensin sebanyak 2 liter di pom bensin. Tulislah satuan besaran-besaran yang ada pada tersebut dalam SI dan lambang dimensinya!
- Konversikan satuan-satuan berikut ini!
  - $0,01\text{ m}$  dalam satuan  $\mu\text{m}$
  - $1000\text{ km}$  dalam satuan  $\text{mm}$
  - $25,4\text{ cm}$  dalam satuan inci

- d. 3 feet dalam satuan cm dan m
  - e. 10 g dalam satuan mg dan kg
  - f. 3 ons dalam satuan g dan kg
  - g. 30 sekon dalam satuan menit
4. Sebuah busi kendaraan diukur panjang dan diameternya masing-masing menggunakan jangka sorong dan mikrometer. Adapun massanya diukur dengan neraca. Hasil pengukuran digambarkan berikut ini. Berapakah panjang, diameter, dan massa busi tersebut?



5. Panas udara di sekeliling kita 38°C. Tentukan suhu tersebut jika dinyatakan dalam skala termometer:
- a. Fahrenheit
  - b. Reaumur
  - c. Kelvin



### Asah Jiwa Kewirausahaan

Buatlah penggaris dari bahan kayu, seperti yang banyak dipakai di sekolah-sekolah dengan panjang 1 m. Usahakan dibuat sebaik mungkin. Kemudian pasarkan hasil karyamu dengan cara menitipkan pada toko-toko bangunan, atau toko-toko alat-alat tulis. Selamat berwirausaha. Semoga sukses!



### 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!