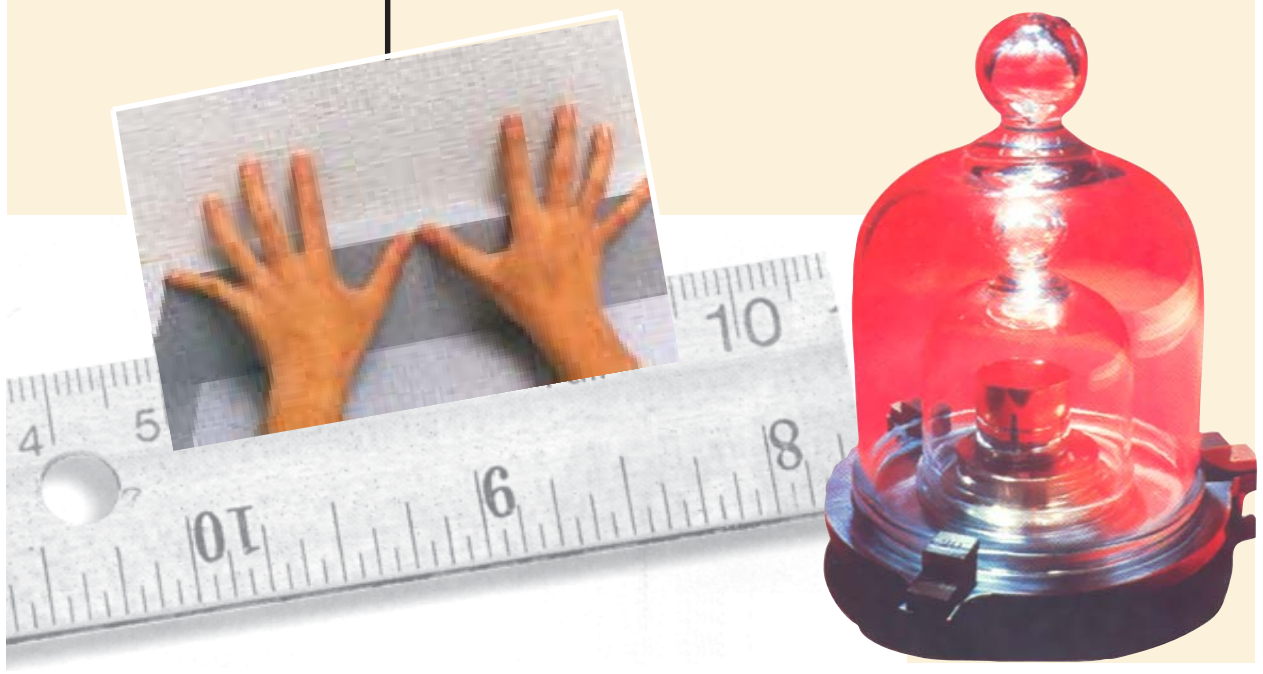


BAB 1

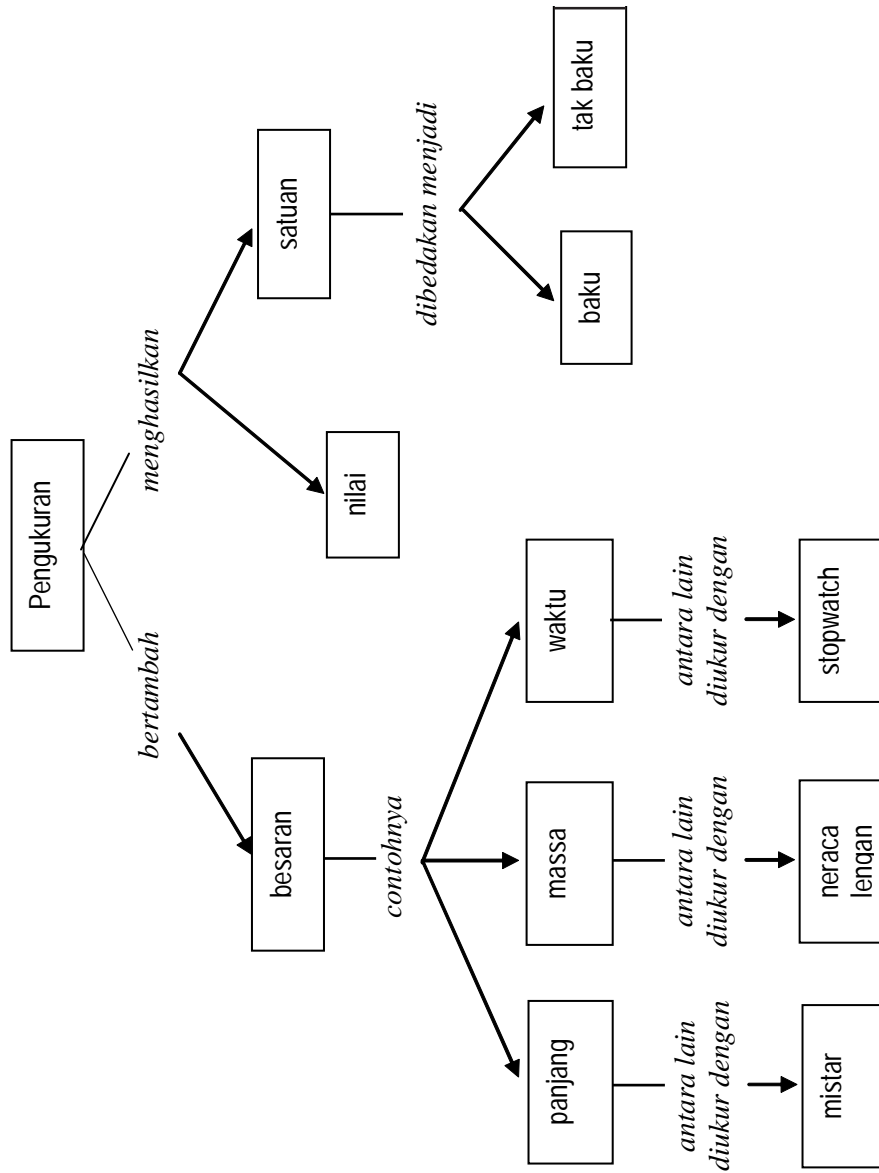
Pengukuran

A. Pengertian Pengukuran

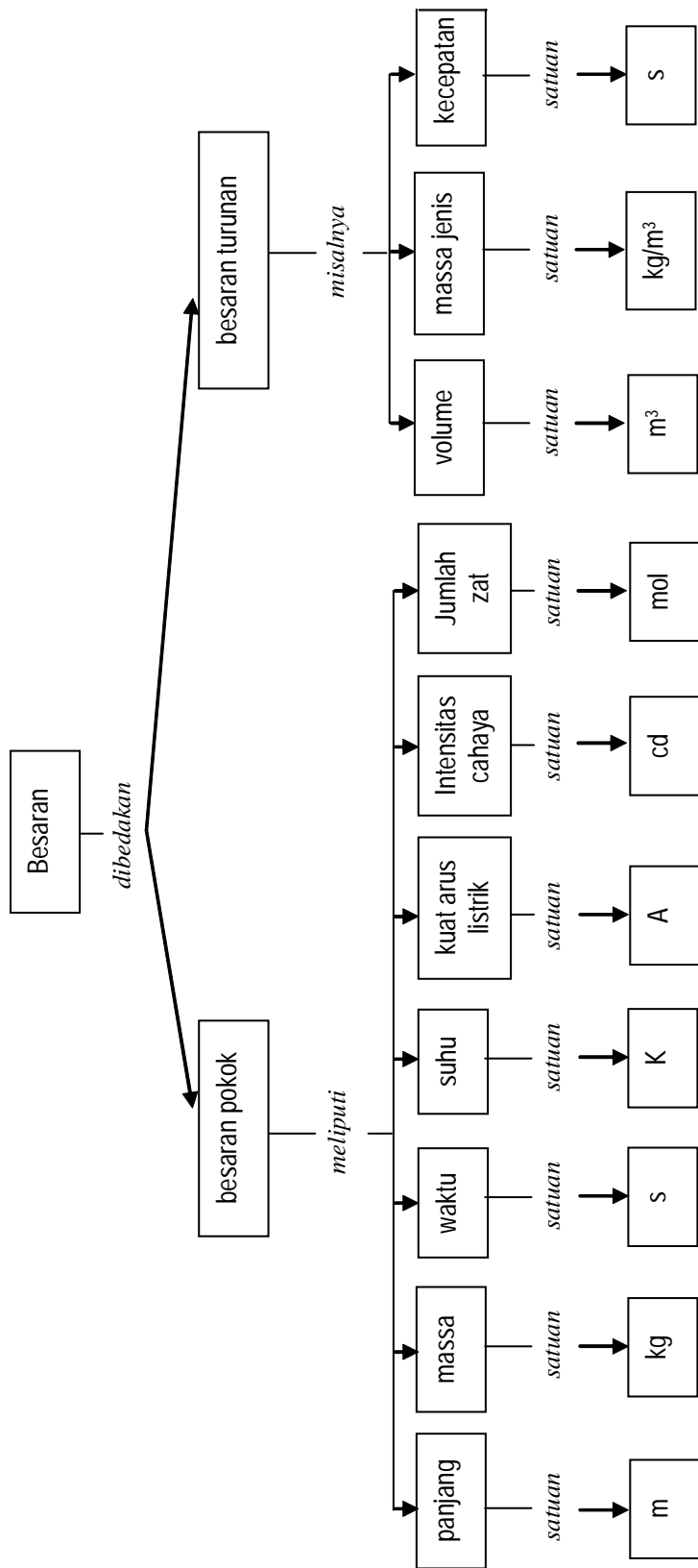
B. Besaran dan Satuan



Peta Konsep Pengukuran



Peta Konsep Besaran dan Satuan



Pernahkah kamu pergi ke penjahit? Bagaimana seorang penjahit dapat membuat baju seseorang dengan ukuran yang tepat? Kamu pernah pergi ke toko kelontong? Bagaimana penjual dapat melayani barang-barang yang diperlukan oleh pembeli dengan takaran yang sesuai? Kamu pernah mengikuti atau menonton lomba lari? Bagaimanakah menentukan pemenangnya secara tepat? Semua peristiwa di atas terkait dengan kegiatan pengukuran.

Pada bab ini, kamu akan mendiskusikan dan melakukan berbagai kegiatan pengukuran dengan menggunakan alat-alat ukur yang sesuai. Kamu juga akan mempelajari berbagai besaran beserta satuannya.

Kegiatan Penyelidikan



Merancang Alat Ukur Sendiri

1. Gunakan sesuatu yang ada di kelasmu sebagai alat pengukur panjang, misalnya buku, pensil, tangan atau benda-benda lain yang mudah kamu dapatkan.
2. Bersama temanmu, ukurlah panjang bangku, lebar ruangan kelas atau jarak dua benda yang ada di dekatmu dengan menggunakan alat-alat pengukur panjang yang telah kamu peroleh. Catatlah hasilnya dan buatlah nama satuan ukurannya menurutmu sendiri.
3. Sekarang, mintalah salah seorang temanmu untuk melakukan pengukuran yang sama dengan menggunakan alat-alat pengukur panjang yang dia temukan sendiri. Jangan lupa, dia juga harus mencatat hasilnya beserta satuan ukuran yang dia buat sendiri.



Jurnal IPA

Di dalam Jurnal IPA-mu, jelaskan mengapa penggunaan ukuran-ukuran baku dalam kegiatan pengukuran penting sekali.



Sumber: Dok. Penulis.



Ukuran Baku

Mengukur merupakan keterampilan yang penting. Seperti yang telah kamu lakukan dalam *Kegiatan Penyelidikan*, mengukur sebenarnya merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang dipakai sebagai satuan. Misalnya, kamu melakukan pengukuran panjang bangku dengan buku artinya kamu membandingkan panjang bangku dengan panjang buku, dan buku itu kamu pakai sebagai satuan pengukuran. Panjang merupakan salah satu besaran pokok.

Hasil pengukuran baru bermanfaat bila menggunakan satuan pengukuran yang baku, yaitu satuan pengukuran yang nilainya tetap dan disepakati oleh semua orang untuk dipakai sebagai pembanding. Buku sebagai satuan pengukuran seperti contoh di atas, bukanlah satuan pengukuran yang baku sebab panjang buku bermacam-macam dan panjang buku menurut orang yang satu belum tentu sama menurut orang yang lain.

Perhatikan **Gambar 1.1**. Misalkan kamu dan kakakmu ingin mengukur panjang meja tetapi tidak ada penggaris, kemudian kalian menggunakan tangan atau hasta sebagai alat pengukur panjang. Dengan menggunakan tanganmu panjang meja adalah 8 *hasta*, sedangkan menurut kakakmu panjang meja 7,5 *hasta*. Manakah yang dapat dipercaya?



Sumber: Dok. Penulis.

Kata-kata IPA
Ukuran baku
SI (Sistem Internasional)
Panjang
Meter

Gambar 1.1

Tangan merupakan alat ukur yang paling mudah didapat, tetapi dapat menyebabkan hasil pengukuran yang berbeda-beda.

Misalnya ada temanmu yang lebih kecil dari kamu mengukur panjang meja tersebut hasilnya pasti lebih besar dari 8 *hasta*. Apa yang kamu peroleh dari cara pengukuran seperti di atas? Mengukur dengan tangan memberikan hasil yang berbeda-beda untuk setiap orang, sehingga tidak dapat dipakai sebagai pembandingan, karenanya *hasta* juga tidak dapat dipakai sebagai satuan ukuran baku.

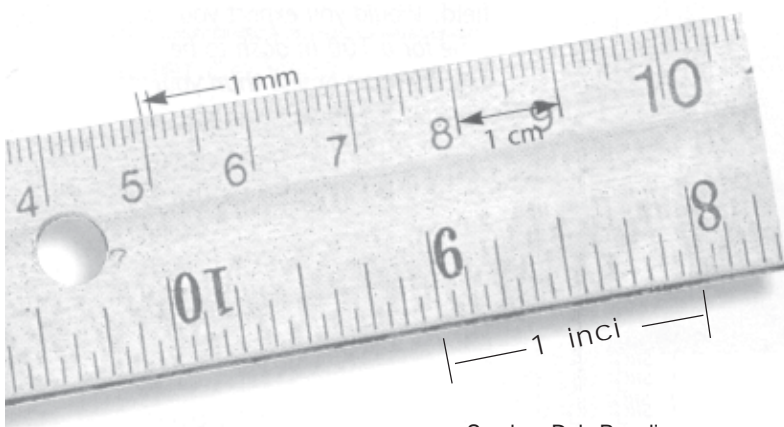
Sistem Pengukuran

Dahulu orang sering menggunakan anggota tubuh sebagai satuan pengukuran, misalnya *jari*, *hasta*, *kaki*, *jengkal*, *depa*, *langkah* dan lain-lain. Namun satuan-satuan tersebut bukan merupakan satuan baku, sehingga menyulitkan bila digunakan dalam komunikasi.

Dari keluargamu atau orang lain mungkin kamu pernah mendengar satuan-satuan pengukuran berikut: membeli air dalam galon, membeli benang dalam yard, diameter pipa paralon dinyatakan dalam inci dan lain-lain. Satuan-satuan pengukuran di atas adalah beberapa contoh satuan ukuran dalam sistem Inggris. Setelah tahun 1700, sekelompok ilmuwan menggunakan sistem ukuran, dikenal dengan nama Sistem Metrik. Pada tahun 1960, Sistem Metrik dipergunakan dan diresmikan sebagai Sistem Internasional (SI). Penamaan ini berasal dari bahasa Perancis *Le Systeme Internationale d'Unites*.

Dalam satuan SI, setiap jenis ukuran memiliki satuan dasar, contoh: panjang memiliki satuan dasar meter. Untuk

pengukuran yang lebih besar atau lebih kecil dari meter dapat digunakan awalan-awalan seperti ditunjukkan dalam **Tabel 1.1**. **Gambar 1.2** menunjukkan penggunaan satuan SI dan Inggris pada mistar.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 1.2

Meter adalah contoh satuan SI, sedangkan inci contoh satuan Inggris. Satu inci kira-kira 2,5 sentimeter (cm).

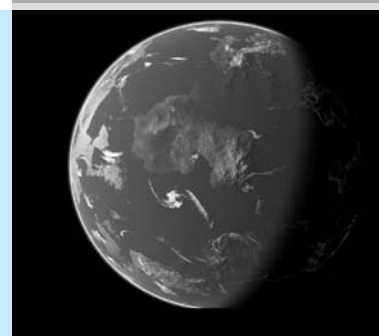
Tabel 1.1. Awalan satuan SI

Awalan	Simbol	Faktor Pengali
kilo	k	1000 = 10^3
hekto	h	100 = 10^2
deka	da	10 = 10^1
desi	d	0,1 = 10^{-1}
senti	c	0,01 = 10^{-2}
mili	m	0,001 = 10^{-3}
mikro	μ	0,000001 = 10^{-6}
nano	n	0,000000001 = 10^{-9}

Sumber: Dok. Penulis.

Sistem Internasional lebih mudah dipakai karena disusun berdasar bilangan pokok 10, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.1. Penggunaan awalan di depan satuan dasar SI menunjukkan bilangan 10 berpangkat yang dipilih. Contoh, awalan *kilo* berarti 10^3 atau 1000, maka 1 kilometer berarti 1000 meter.

Kaitan dengan Astronomi



Sumber: www.google.com.

Jarak bumi dan matahari sekitar 150.000.000.000 meter, digunakan sebagai ukuran baku dan disebut 1 Satuan Astronomi (SA).

Mengukur jarak benda-benda langit

Para ilmuwan telah menemukan bahwa cahaya merambat dengan laju 299.792.500 meter persekond. Sekitar tahun 1970-an, astronot Amerika berhasil memasang reflektor (alat pemantul) cahaya di bulan. Kemudian, cahaya Laser dengan intensitas yang sangat kuat dipancarkan dari bumi menuju bulan. Di bulan cahaya dipantulkan oleh reflektor sehingga merambat kembali ke bumi. Waktu yang dibutuhkan cahaya Laser sejak meninggalkan bumi hingga kembali lagi dicatat dengan akurat, maka jarak antara bumi dan bulan dapat ditentukan, yaitu sekitar 378.000.000 meter.

Para ahli astronomi telah menetapkan satuan pengukuran khusus untuk menyatakan jarak benda-benda di ruang angkasa, yaitu *tahun cahaya*. Satu tahun cahaya sama dengan jarak yang ditempuh oleh cahaya selama satu tahun, bila dinyatakan dalam satuan SI kira-kira sama dengan 9.500.000.000.000.000 meter atau 9,5 trilyun kilometer. Jarak galaksi Andromeda kira-kira 2 juta tahun cahaya dari galaksi kita.

Intisari Subbab



1. Apakah yang dimaksud dengan mengukur?
Dalam melakukan pengukuran, mengapa harus dipergunakan satuan pengukuran yang baku ?
2. Satuan dasar untuk panjang dalam SI adalah meter. Apakah nama satuan panjang yang nilainya sama dengan 0,1 meter dan 1000 meter?
3. Mengapa semua ilmuwan dan produsen (penghasil) barang-barang pabrik di seluruh dunia diharapkan menggunakan satuan pengukuran baku yang sama?
4. Neptunus adalah salah satu planet dalam tata surya kita. Jarak Neptunus dengan matahari adalah 30 SA, jarak ini sama dengan berapa kilometer ?



Bina Keterampilan

Mengurutkan

Gunakan **Tabel 1.1** untuk mengurutkan satuan-satuan di bawah ini dari yang terbesar hingga yang terkecil : *sentimeter, dekameter, meter, milimeter, kilometer, hektometer, mikrometer* dan *desimeter*.



Besaran Pokok dan Besaran Turunan

Pada subbab sebelumnya kamu telah melakukan kegiatan pengukuran, yaitu kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran lain sejenis yang dipakai sebagai satuan. Besaran yang dapat diukur dan memiliki satuan disebut *besaran fisika*, contoh: panjang, massa, dan waktu; sedangkan yang tidak dapat diukur dan tidak memiliki satuan tidak termasuk besaran fisika, misalnya: sedih, cinta, dan kesetiaan. Besaran fisika, yang selanjutnya disebut besaran dibedakan menjadi dua, **besaran pokok** dan **besaran turunan**.

Berdasar hasil Konferensi Umum mengenai Berat dan Ukuran ke-14 tahun 1971, Sistem Internasional disusun mengacu pada tujuh besaran dasar di bawah ini:

Tabel 1.2 Besaran dan Satuan dasar SI

Besaran dasar	Satuan	Simbol
Panjang	meter	m
Massa	kilogram	kg
Waktu	sekon	s
Kuat arus listrik	ampere	A
Suhu	kelvin	K
Jumlah zat	mole	mol
Intensitas cahaya	candela	cd

Sumber: Dok. Penulis

Tujuh besaran dasar pada **Tabel 1.2** disebut *besaran pokok*, yaitu besaran yang satuannya didefinisikan sendiri berdasarkan hasil konferensi Internasional mengenai berat dan ukuran. Sedangkan besaran-besaran lain yang diturunkan dari besaran pokok, misalnya: volume, massa jenis, kecepatan, gaya, usaha dan masih banyak lagi disebut *besaran turunan*

Pada bagian selanjutnya, kamu akan melakukan kegiatan dan diskusi tentang empat besaran pokok yaitu: *panjang, massa, waktu, suhu* dan satu besaran turunan yaitu *volume*. Besaran-besaran tersebut selalu kita temui dalam kehidupan sehari-hari.

Kata-kata IPA

Besaran pokok
Besaran turunan

Massa
Waktu
Volume
Kilogram
Sekon
Suhu

Panjang

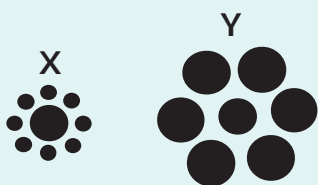
Dalam kehidupan sehari-hari kata panjang dipergunakan untuk beragam keperluan, contoh: panjang umur berkaitan dengan waktu hidup yang lama, panjang novel dalam dunia sastra menyatakan jumlah halaman atau jumlah kata. Dalam sains, panjang menyatakan jarak antara dua titik, misalnya; *panjang sisi segitiga* adalah jarak antara dua titik sudut segitiga. Untuk mengetahui panjang sesuatu, apakah kita harus mengukurnya? Dapatkah panjang sesuatu diketahui hanya dengan melihatnya? Untuk menjawab pertanyaan di atas, lakukan kegiatan **Lab Mini 1.1**.

Panjang menggunakan satuan dasar SI **meter (m)**. Satu meter standar (baku) sama dengan jarak yang ditempuh oleh cahaya dalam ruang hampa selama $1/299792458$ sekon. Untuk keperluan sehari-hari, telah dibuat alat-alat pengukur panjang tiruan dari meter standar, seperti terlihat pada **Gambar 1.3**.

Lab Mini 1.1

Mengukur Panjang

1. Amatilah gambar di bawah ini! Menurut pengamatanmu, *lingkaran dalam* manakah yang berdiameter lebih panjang, X atau Y?



2. Dengan menggunakan penggaris, ukurlah diameter lingkaran dalam pada gambar X dan Y! Catatlah hasil pengukuranmu dalam tabel pengamatan!
3. Bandingkan hasil pengamatan dan hasil pengukuranmu. Apakah yang dapat kamu simpulkan? Apakah hasil pengamatan mata selalu

Selain meter, panjang juga dinyatakan dalam satuan-satuan yang lebih besar atau lebih kecil dari meter dengan cara menambahkan awalan-awalan seperti tercantum dalam **Tabel 1.1**. Berdasar tabel tersebut

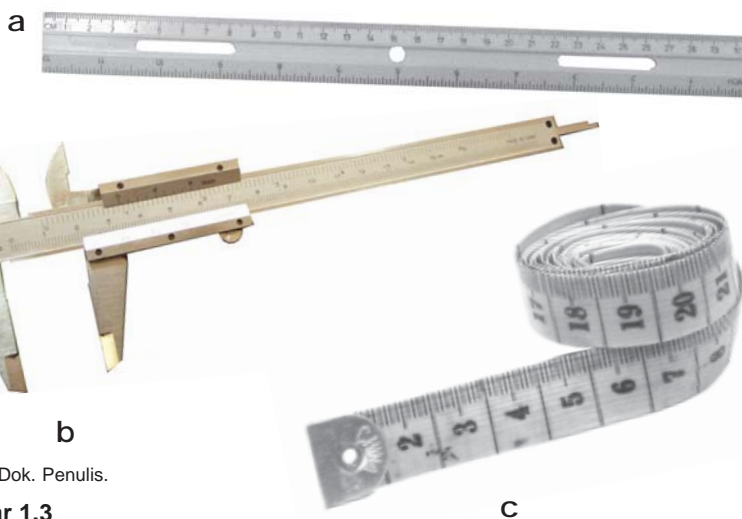
$$1 \text{ kilometer (km)} = 1000 \text{ meter (m)}$$

$$1 \text{ sentimeter (cm)} = 1/100 \text{ meter (m) atau } 0,01 \text{ m}$$

dan sebaliknya, diperoleh:

$$1 \text{ m} = 1/1000 \text{ km} = 0,001 \text{ km}$$

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$$



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 1.3

Beberapa alat pengukur panjang : a. **penggaris** atau **mistar** b. **jangka sorong** c. **meteran gulung**. Meteran gulung dan penggaris mampu mengukur paling kecil 1 mm, tetapi jangka sorong mampu mengukur sampai 0,1 mm. *Pernahkah kamu melihat, dalam pekerjaan apakah alat-alat pengukur panjang di atas dipergunakan?*

Memilih satuan

Satuan pengukuran yang dipilih seharusnya sesuai dengan ukuran benda yang diukur. Benda kecil dinyatakan dengan ukuran kecil, benda yang lebih besar juga harus dinyatakan dalam ukuran yang lebih besar, sehingga tidak menyulitkan dalam komunikasi. **Gambar 1.4** menunjukkan pemilihan satuan yang tepat untuk menyatakan jarak antar gigi-gigi tepi perangko dan diameter kancing baju, masing-masing sekitar 1 mm dan 1 cm. Tentu akan lebih menyulitkan seandainya jarak antar gigi-gigi tepi perangko dinyatakan sebagai 0,1 cm atau 0,01 m. Dengan maksud yang sama, lebar buku umumnya dinyatakan dalam sentimeter, tetapi lebar ruang kelas dinyatakan dalam meter

Misalkan, panjang suatu benda dinyatakan dalam meter, kemudian kamu ingin mengubahnya ke sentimeter bagaimana caranya? Dari **Tabel 1.1** diketahui, $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$. Angka 100 menyatakan perbandingan antara meter dan sentimeter, disebut *rasio*. Selanjutnya, untuk mengubah dari meter ke sentimeter, tinggal *mengalikan* dengan rasio dan untuk mengubah dari sentimeter ke meter, tinggal *membagi* dengan rasio.

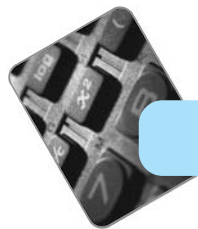
$$\begin{aligned}\text{Contoh:} \quad 3 \text{ m} &= 3 \times 100 \text{ cm} = 300 \text{ cm} \\ 20 \text{ cm} &= 20 : 100 \text{ m} = 0,2 \text{ m}\end{aligned}$$

Dari uraian di atas ada dua hal yang harus diterapkan dalam kegiatan mengubah satuan: (i) menemukan rasio antara dua satuan yang hendak diubah, dengan membandingkan satuan yang besar dengan yang kecil, (ii) pengubahan dari satuan besar ke kecil, tinggal mengalikan dengan rasio, sedangkan pengubahan dari kecil ke besar tinggal membagi dengan rasio.



Sumber: www.seasite.niu.edu.

Gambar 1.4
Pemilihan satuan pengukuran hendaknya disesuaikan dengan ukuran benda yang diukur. *Tinggi badan umumnya diukur dalam satuan apa?*



Penggunaan Matematika

Soal contoh :

Jarak antara dua gedung adalah 3,5 kilometer (km), nyatakan jarak tersebut dalam satuan meter (m)!

Strategi Penyelesaian:

1. Carilah rasio antara kilometer dan meter $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$, angka 1000 adalah rasio.
2. Kamu mengubah satuan dari besar ke kecil, tinggal mengalikan dengan rasio.
3. Hasilnya : $3,5 \times 1000 = 3500 \text{ m}$

Soal Latihan

1. Berapa milimeterkah, 15 meter itu ?
Strategi :
mula-mula ubah meter menjadi sentimeter, kemudian sentimeter menjadi milimeter.
2. Lebar sebuah buku 75 sentimeter. Tentukan berapa desimeterkah dan berapa meterkah lebar buku tersebut ?

Massa

Terdapat dua buah kantong plastik dengan ukuran sama. Kantong pertama diisi penuh dengan kapas, kantong kedua diisi penuh dengan pasir. Meskipun ukuran kedua kantong tersebut sama, tetapi bila kamu angkat, kamu akan merasakan adanya perbedaan.

Setiap benda tersusun dari materi. Jumlah materi yang terkandung dalam suatu benda disebut massa benda. Pada contoh di atas, massa sekantong pasir lebih besar dibandingkan massa sekantong kapas, dan biasanya dikatakan pasir lebih berat dari kapas. Sesungguhnya massa tidak sama dengan berat, meskipun dalam kehidupan sehari-hari sering tertukar dalam penggunaannya. Massa suatu benda ditentukan oleh kandungan materinya dan tidak mengalami perubahan meskipun kedudukannya berubah. Sedangkan berat sangat bergantung pada kedudukan di mana benda tersebut berada.

Melalui siaran televisi, mungkin kamu pernah melihat seorang astronot di ruang angkasa tubuhnya melayang-layang. Mengapa? Seorang astronot saat berada di ruang angkasa, massanya tetap tetapi beratnya menjadi berubah karena pengaruh gravitasi. Di daerah tanpa gravitasi, tubuh astronot menjadi tanpa bobot, sehingga melayang-layang.



Sumber: www.somebits.com.

Gambar 1.5

Satu kilogram standar yang disimpan di Sevres, Paris, Perancis.

Untuk apakah dibuat satuan kilogram standar ?

Dalam Sistem Internasional, massa menggunakan satuan dasar kilogram (kg), sedangkan berat menggunakan satuan newton (N). Satu kilogram standar (baku) sama dengan massa sebuah silinder yang terbuat dari campuran platinum-iridium sebagaimana ditunjukkan **Gambar 1.5**, yang disimpan di Sevres, Paris, Perancis.



Sumber: www.americanweigh.com.

Gambar 1.6

Neraca lengan untuk mengukur massa

Massa suatu benda diukur dengan neraca lengan (**Gambar 1.6**), sedangkan berat diukur dengan neraca pegas (**Gambar 1.7**). Neraca lengan dan neraca pegas termasuk jenis neraca mekanik. Sekarang, sudah banyak digunakan jenis neraca lain yang lebih teliti, yaitu neraca elektronik. Untuk berlatih mengukur massa lakukan kegiatan **Lab Mini 1.2**.

Selain kilogram (kg), massa benda juga dinyatakan dalam satuan-satuan lain, misalnya: gram (g) dan miligram (mg) untuk massa-massa yang kecil; ton (t) dan kuintal (kw) untuk massa yang besar.

$$\begin{aligned} 1 \text{ ton} &= 10 \text{ kw} = 1000 \text{ kg} \\ 1 \text{ kg} &= 1000 \text{ g} \\ 1 \text{ g} &= 1000 \text{ mg} \end{aligned}$$



Sumber: Dok. Penulis

Gambar 1.7

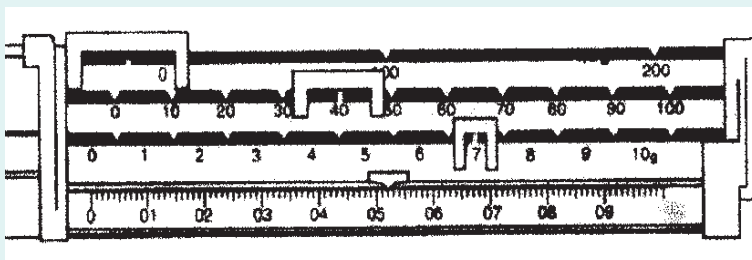
Neraca pegas untuk mengukur berat benda



Lab Mini 1.2

Mengukur Massa

1. Suatu benda diletakkan di piring neraca. Anak timbangan diatur seperti gambar di bawah ini, sehingga neraca dalam keadaan setimbang.



- Berdasarkan gambar di atas, berapakah massa benda tersebut?
2. Ukurlah massa 3 benda di sekitarmu. Catatlah hasilnya. Mintalah temanmu juga melakukan hal yang sama. Apakah hasil kalian sama?
 3. Bila kamu ingin mengukur massa air, bagaimanakah caranya? Diskusikan dengan kelompokmu, bagaimana urutan langkah yang akan kalian tempuh. Sampaikan



Penggunaan Matematika

Soal contoh:

Ibu membeli tepung 2,5 kg. Nyatakan massa tepung tersebut dalam satuan gram!

Strategi Penyelesaian:

Gunakan tahap-tahap pemikiran seperti ketika kamu mengubah satuan-satuan panjang pada latihan sebelumnya.

1. $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$, rasionya 1000
2. Mengubah satuan besar ke kecil, dikalikan dengan rasio.
3. Hasilnya : $2,5 \times 1000 = 2500 \text{ g}$

Soal Latihan

$$150 \text{ g} = \text{_____} \text{ kg}$$
$$= \text{_____} \text{ mg}$$

Waktu

Cobalah kamu renungkan, apa yang terjadi seandainya dalam kehidupan kita sehari-hari tidak ada ukuran waktu yang disepakati bersama, seperti jam, hari, tanggal, bulan dan tahun? Apakah kamu bisa mengetahui usiamu dengan pasti? Apakah kamu bisa tepat pergi ke sekolah, kapan masuk, kapan pulang, kapan ujian, kapan kenaikan kelas dan kapan lulusnya?

Waktu adalah selang antara dua kejadian atau dua peristiwa. Misalnya, waktu siang adalah sejak matahari terbit hingga matahari tenggelam, waktu hidup adalah sejak dilahirkan hingga meninggal.

Dalam kehidupan sehari-hari waktu dapat diukur dengan jam tangan atau *stopwatch* seperti terlihat pada **Gambar 1.8**.

Gambar 1.8

Beberapa alat ukur waktu;
(a) jam tangan dan
(b) *stopwatch*
Alat manakah yang lebih akurat untuk mengukur selang waktu?



(a)



(b)

Sumber: Dok. Penulis

Satuan dasar SI untuk waktu adalah sekon (s). Satu sekon standar (baku) adalah waktu yang dibutuhkan oleh atom Cesium untuk bergetar 9.192.631.770 kali. Berdasar jam atom ini, dalam selang 300 tahun hasil pengukuran waktu tidak akan bergeser lebih dari satu sekon.

Untuk peristiwa-peristiwa yang selang terjadinya cukup lama, waktu dinyatakan dalam satuan-satuan yang lebih besar, misalnya: menit, jam, hari, bulan, tahun, abad dan lain-lain.

1 hari = 24 jam

1 jam = 60 menit

1 menit = 60 sekon

Sedangkan, untuk kejadian-kejadian yang cepat sekali bisa digunakan satuan milisekon (ms) dan mikrosekond (μs).

Untuk berlatih mengukur waktu lakukan kegiatan **Lab Mini 1.3**.



Lab Mini 1.3

Mengukur Waktu

Membaca hasil pengukuran waktu

- Menunjukkan pukul berapakah jam tangan pada Gambar 1.8(a)? Andaikan kamu berangkat dari rumah pukul 09.00 dan sampai di sekolah jam tanganmu menunjuk angka seperti Gambar 1.8(a). Berapakah waktu yang kamu perlukan untuk perjalanan dari rumah ke sekolah?
- Temanmu membaca suatu cerita. Waktu yang diperlukan untuk membaca seluruh cerita diukur dengan stopwatch, hasilnya ditunjukkan Gambar 1.8(b). Berdasarkan gambar tersebut, berapakah waktu yang diperlukan untuk membaca seluruh cerita?

Lakukan

Gunakan stopwatch, jam tangan, atau alat pengukur waktu yang lain untuk mengukur waktu berapa lama kamu dapat menahan napas. Mintalah anggota kelompokmu untuk melakukan hal yang sama. Siapakah yang mampu menahan napas paling lama? Berapa waktu rata-rata anggota kelompokmu mampu menahan napas?

Penggunaan Matematika

Soal Latihan

Usiamu sekarang berapa tahun?

Nyatakan usiamu dalam hari dan jam!

Soal contoh:

Perjalanan dari rumahku ke rumah nenek memerlukan waktu 2,5 jam. Berapa menitkah 2,5 jam itu?

Strategi Penyelesaian:

1. Carilah rasio antara jam dan menit.
1 jam = 60 menit, angka 60 adalah rasio.
2. Kamu mengubah satuan dari besar ke kecil, tinggal mengalikan dengan rasio.
3. Hasilnya : $2,5 \times 60 = 150$ menit.

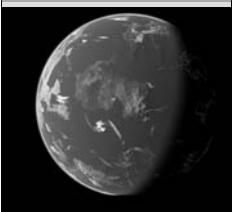
Suhu

Suhu atau temperatur merupakan salah satu besaran pokok yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Pada siang hari kita merasa panas, sebaliknya pada malam hari terasa dingin. Api terasa panas, sedangkan es terasa dingin. Suatu benda dikatakan *panas* berarti benda tersebut *bersuhu tinggi*, demikian juga sebaliknya, benda dikatakan *dingin* berarti benda tersebut *bersuhu rendah*. Jadi suhu menyatakan ukuran tingkat atau derajat panas atau dinginnya suatu benda. Pada umumnya, tangan atau kulit kita dapat membedakan benda panas dan dingin, tetapi dapatkah tangan atau kulit digunakan sebagai alat ukur suhu? Untuk menjawab pertanyaan ini lakukan kegiatan **Lab Mini 1.4**.

Alat ukur suhu yang sering digunakan adalah termometer. Sebuah termometer biasanya terdiri dari sebuah pipa kaca berongga sempit dan panjang, disebut *pipa kapiler*, yang di dalamnya berisi zat cair, biasanya alkohol atau raksa (merkuri), sedangkan bagian atas cairan adalah ruang yang hampa udara.

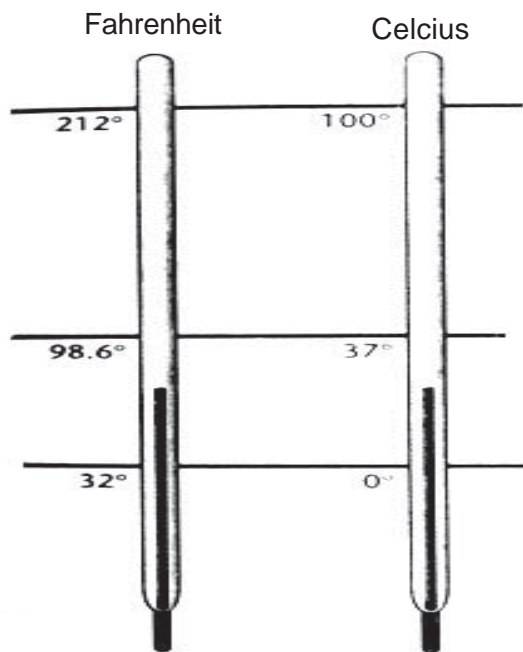
Agar pengukuran suhu dengan menggunakan termometer dapat diketahui nilainya, maka pada dinding kaca termometer diberi skala. Tidak semua termometer menggunakan skala yang sama. Antara lain dikenal skala celcius (C) dan fahrenheit (F). Perbandingan skala Celcius dan Fahrenheit terlihat pada **Gambar 1.9**.

Kaitan dengan Astronomi



Kala revolusi bumi, yaitu waktu yang diperlukan oleh bumi untuk mengitari matahari sekali putaran, dikenal sebagai satu tahun Masehi, kira-kira lamanya 365,25 hari.

Bila dinyatakan dalam jam, berapa jamkah kala revolusi bumi ?



Gambar 1.9
Kaitan skala Fahrenheit dan Celcius.

Sumber: cf. Blaustein, D. et al, 1999

Perbandingan skala pada **Gambar 1.9** dapat dinyatakan dalam bentuk persamaaa:

$$T_F = \frac{9}{5} T_c + 32$$

dengan T_F dan T_c adalah suhu dinyatakan dalam derajat Fahrenheit (°F) dan derajat Celsius (°C). Satuan SI untuk suhu adalah kelvin (K). Keterkaitan satuan kelvin dengan celcius dinyatakan dengan persamaan:

$$T = T_c + 273$$



Lab Mini 1.4

Mengukur Suhu

1. Sediakan tiga wadah A, B, dan C. Isilah wadah A dengan air es, wadah B dengan air kran, dan wadah C dengan air hangat.
2. Masukkan jari telunjuk kirimu ke dalam wadah A dan jari telunjuk kananmu ke dalam wadah C. Apa yang kamu rasakan?
3. Secara bersamaan masukkan kedua jari telunjukmu ke dalam wadah B. Menurutmu bagaimanakah suhu air dalam wadah B, panas atau dingin?
4. Sekarang gunakan termometer untuk mengukur suhu air dalam wadah A, B, dan C. Berdasar hasil pengamatanmu, bagaimanakah suhu air dalam wadah B dibandingkan suhu air dalam wadah A dan C? Bandingkan hasil pengukuran



Penggunaan Matematika

Soal Latihan

1. Suhu cairan diukur dengan termometer fahrenheit menunjukkan skala 122 oF. Berapakah suhu cairan tersebut bila dinyatakan dalam skala celcius dan kelvin?
2. Pada suhu berapakah pembacaan skala termometer celcius sama dengan pembacaan skala termometer fahrenheit?

Soal contoh:

Suhu sebuah benda 15°C bila diukur dengan termometer skala celsius. Berapakah suhu benda tersebut bila diukur menurut skala fahrenheit dan kelvin?

Diketahui: $T_{benda} = 15^{\circ}\text{C}$

Ditanya: T (fahrenheit) = ? T (kelvin) = ?

Penyelesaian:

$$T_F = \frac{9}{5} (15) + 32$$

$$= 59^{\circ}\text{F}$$

$$T = (15 + 273) \text{ K}$$

$$= 288 \text{ K}$$

Volume

Kaleng besar dan kaleng kecil bila dipergunakan untuk menampung air, kemampuannya tentu berbeda. Kaleng yang besar pasti dapat menampung air lebih banyak. Hal di atas terkait dengan besarnya ruangan yang terisi oleh materi, biasanya disebut volume. Suatu benda bila volumenya lebih besar, dapat menampung materi lebih banyak dibanding benda lain yang volumenya lebih kecil.

Volume merupakan besaran turunan, yang disusun oleh besaran pokok *panjang*. Volume benda padat yang bentuknya teratur, misalnya balok, seperti yang ditunjukkan **Gambar 1.10** dapat ditentukan dengan mengukur terlebih dulu panjang, lebar dan tingginya kemudian mengalikannya. Bila kamu mengukur panjang, lebar, dan tinggi balok menggunakan satuan sentimeter (cm), maka volume balok yang kamu peroleh dalam satuan sentimeter kubik (cm³). Sedangkan bila panjang, lebar, dan tinggi diukur dalam satuan meter, maka volume yang kamu peroleh bersatuan meter kubik (m³).

Bagaimanakah cara menentukan volume suatu zat cair? Zat cair tidak memiliki bentuk yang tetap. Bentuk zat cair selalu mengikuti wadahnya, oleh karena itu bila zat cair dituangkan ke dalam gelas ukur, seperti ditunjukkan

Gambar 1.11(a) dan (b), ruang gelas ukur yang terisi zat cair sama dengan volume zat cair tersebut.

Volume zat cair biasanya dinyatakan dalam satuan liter (l) atau mililiter (ml). Satu liter sama dengan volume satu desimeter kubik (dm³).

Gambar 1.12 memperlihatkan kubus yang sisi-sisinya 1 dm. Volume kubus tersebut =

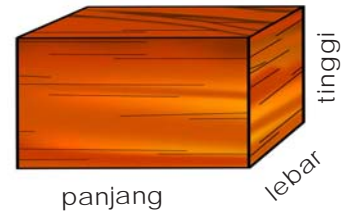
$$1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm} = 1 \text{ dm}^3.$$

Volume 1 dm³ sama dengan volume satu liter. Liter bukanlah satuan SI, tetapi sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Satuan SI untuk volume adalah meter kubik (m³).

Sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} 1 \text{ liter} &= 1 \text{ dm}^3 \\ \text{Karena } 1 \text{ dm} &= 0,1 \text{ m, maka} \\ 1 \text{ liter} &= 0,001 \text{ m}^3 \text{ atau } 1/1000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Bila kamu ingin mengubah satuan liter menjadi sentimeter kubik (cm³), caranya seperti saat kamu mengubah satuan-satuan panjang.



Sumber: Dok. Penulis

Gambar 1.10
Benda padat dengan bentuk teratur, berupa balok.



(a)

Sumber: Dok. Penulis

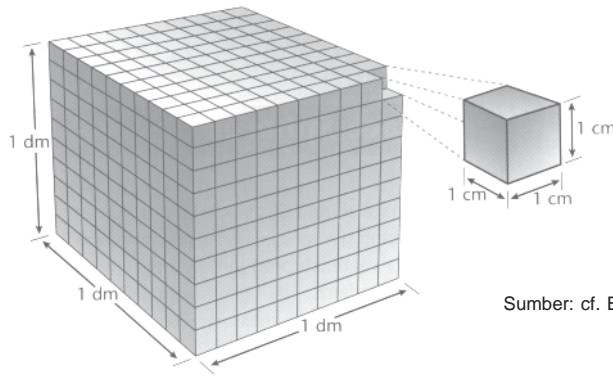


(b)

Sumber: Dok. Penulis

Berapakah volume zat cair dalam gelas ukur di atas?

Gambar 1.11
Menentukan volume zat cair dengan gelas ukur



Gambar 1.12

Kubus adalah balok dengan panjang, lebar dan tinggi yang sama. Kubus besar pada gambar di samping ini volumenya 1 dm^3 .

Sumber: cf. Blaustein, D. et al, 1999

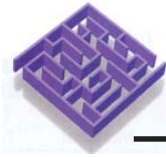
Dalam kehidupan sehari-hari banyak benda padat yang bentuknya tidak beraturan, bagaimana cara menentukan volumenya? Untuk menjawab pertanyaan-an ini lakukan kegiatan **Lab Mini 1.5**.



Lab Mini 1.5

Mengukur Volume Benda Tak Beraturan

- Ambillah sebuah batu yang bentuknya tidak beraturan.
- Sediakan gelas ukur dengan diameter cukup besar sehingga dapat dimasuki batu yang telah kamu siapkan.
- Tuangkan air secukupnya ke dalam gelas ukur. Catat berapa volume air dalam gelas ukur tersebut.
- Masukkan batu ke dalam gelas ukur yang telah diisi air. Catat berapa volume air dan batu.
- Selisih volume yang kamu peroleh dari langkah d dan c menunjukkan volume batu yang kamu masukkan tadi.



Pemecahan Masalah

Cara ekonomis membeli minuman

Misalkan kamu akan membeli minuman segar untuk persiapan piknik. Di sebuah toko, kamu menemukan dua cara yang mungkin untuk membeli minuman segar : satu botol besar dengan volume 2 liter harganya Rp 11.800, atau 6 kaleng berisi 250 ml, tiap-tiap kaleng harganya Rp 1.500. Bagaimana kamu dapat memutuskan membeli minuman dalam botol atau dalam kaleng, agar ekonomis?



Sumber: Dok. Penulis

Memecahkan masalah :

1. Hitunglah berapa mililiter minuman yang diperoleh dari botol di atas dan berapa mililiter yang diperoleh dari 6 kaleng. Nyatakan pula masing-masing jawabanmu dalam liter!
2. Sekarang, hitunglah berapa harga minuman tersebut per liter, bila membeli dalam botol? Hitung pula harga per liternya bila membeli dalam kaleng! Manakah yang lebih murah?

Berfikir kritis

Bila kamu akan membeli minuman segar untuk acara yang lebih besar, kamu harus menyusun anggaran lebih dulu. Dengan dana Rp. 100.000, berapa liter minuman segar maksimum yang dapat kamu beli?



1. Apakah yang dimaksud dengan:
 - a. besaran pokok?
 - b. besaran turunan?
2. Lakukanlah pengubahan satuan berikut:
 - a. 250 cm menjadi meter
 - b. 4.5 dm^3 menjadi mililiter
 - c. 25 liter menjadi cm^3
 - d. 41°F dinyatakan dalam skala Celcius
3. Jelaskan, mengapa volume termasuk besaran turunan!
4. Mengapa dibuat satuan-satuan standar, misalnya: satu kilogram standar, satu meter standar, dan satu sekon standar? Bila pengetahuan dan teknologi semakin maju, mungkinkah satuan standar yang kita gunakan sekarang diperbaharui? Jelaskan!



Bina Keterampilan

Membuat peta konsep

Buatlah peta konsep tentang besaran dan satuan dengan mencantumkan istilah-istilah berikut:

besaran pokok

volume

meter

besaran

panjang

massa

besaran turunan

sekon

kilogram

meter kubik

waktu



Rangkuman



A. Pengertian Pengukuran

1. Mengukur pada hakikatnya adalah membandingkan suatu besaran dengan besaran sejenis yang dipakai sebagai satuan.
2. Satuan pengukuran baku memiliki nilai tetap dan disepakati oleh semua orang sehingga dapat dipakai sebagai pembanding.
3. Sistem satuan yang berlaku di seluruh dunia adalah sistem satuan Internasional (SI). Satuan SI dasar dapat diperbesar atau diperkecil dengan menambahkan awalan: *kilo* (k) artinya 1000 kali, *hekto* (h) artinya 100 kali, *deka* (da) artinya 10 kali, *desi* (d) artinya 1/10 kali, *sentimeter* (c) artinya 1/100 kali, *mili* (m) artinya 1/1000 kali dan *mikro* (m) artinya 1/1000000 kali.

B. Besaran dan Satuan

1. Besaran mengandung dua komponen, yaitu: *nilai* dan *satuan*. Besaran dibedakan menjadi dua, yaitu: *besaran pokok* dan *besaran turunan*.
2. Besaran pokok memiliki satuan yang didefinisikan sendiri dan disepakati dalam Konferensi Internasional tentang Berat dan Ukuran. Contohnya: panjang satuannya meter, massa satuannya kilogram dan waktu satuannya sekon.
3. Besaran turunan disusun dari besaran-besaran pokok, karena itu satuannya juga dibentuk oleh satuan-satuan besaran penyusunnya. Contoh: volume satuannya meter kubik (m³) disusun dari besaran pokok panjang.



Evaluasi



Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut dengan pernyataan di sampingnya.

- | | |
|--------------------|--|
| a. satuan baku | 1. Jarak antara dua titik |
| b. panjang | 2. Satuan Internasional untuk waktu |
| c. massa | 3. Disepakati dan diterima oleh semua orang sebagai pembanding |
| d. waktu | 4. Selang antara dua kejadian |
| e. besaran turunan | 5. Memiliki satuan baku m ³ |
| f. meter | 6. Satuan Internasional untuk massa |
| g. suhu | 7. Memiliki satuan baku kilogram |
| h. sekon | 8. Satuan Internasional untuk panjang |
| i. volume | 9. Disusun oleh beberapa besaran pokok |
| j. kilogram | 10. Ukuran derajat panas benda |

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau pernyataan yang dapat melengkapi kalimat berikut !

- Hasil pengukuran selalu mengandung
 - nilai saja
 - satuan saja
 - nilai dan satuan
 - faktor pengali dan satuan
- Contoh satuan dalam SI adalah ...
 - kaki
 - galon
 - sekon
 - ons
- Faktor pengali seperseribu pada satuan SI disebut:
 - kilo
 - senti
 - desi
 - mili
- Sistem pengukuran yang dipergunakan oleh ilmuwan di seluruh dunia adalah...
 - Sistem Standar
 - Sistem Inggris
 - Sistem Baku
 - Sistem Internasional (SI)
- Simbol untuk mikrometer adalah...
 - mm
 - Mm
 - m
 - mm
- Jarak antara dua titik disebut ...
 - volume
 - panjang
 - massa
 - massa jenis
- Volume air dalam gelas adalah 100 mililiter. Volume ini sama dengan ...
 - 10 sentimeter kubik
 - 100 sentimeter kubik
 - 100 desimeter kubik
 - 10 desimeter kubik
- Sebuah kotak memiliki panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 15 mm. Volume kotak tersebut ...
 - 3000 sentimeter kubik
 - 45 sentimeter kubik
 - 300 sentimeter kubik
 - 15 sentimeter kubik
- Suhu air mendidih diukur dengan termometer Fahrenheit menunjukkan skala 194oF. Bila diukur dengan termometer Celcius akan menunjuk skala
 - 105°C
 - 100oC
 - 90oC
 - 80oC

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan lengkap dan tuliskan dalam buku latihanmu!

- Mengapa dunia sains menggunakan satuan-satuan pengukuran SI?
- Jelaskan, bagaimana mengubah satuan panjang dari satuan SI satu ke satuan SI yang lain? Dapatkah satuan massa dan volume diubah dengan cara yang sama? Berikan penjelasan!
- Lakukanlah pengubahan satuan di bawah ini.
 - 1500 mililiter ke liter
 - 2 kilometer ke sentimeter
 - 0,5 kilogram ke miligram
- Pilihlah satuan panjang yang tepat untuk menyatakan hasil pengukuran benda-benda di bawah ini:
 - tebal kertas
 - lebar ruangan kelas
 - lebar kotak pensil
 - jarak antara dua kota
 - jarak antara bumi dengan matahari

Pengembangan Keterampilan

14. Membuat peta konsep:

Lengkapilah peta konsep di bawah ini dengan mengisikan kata-kata:

selang antara dua peristiwa

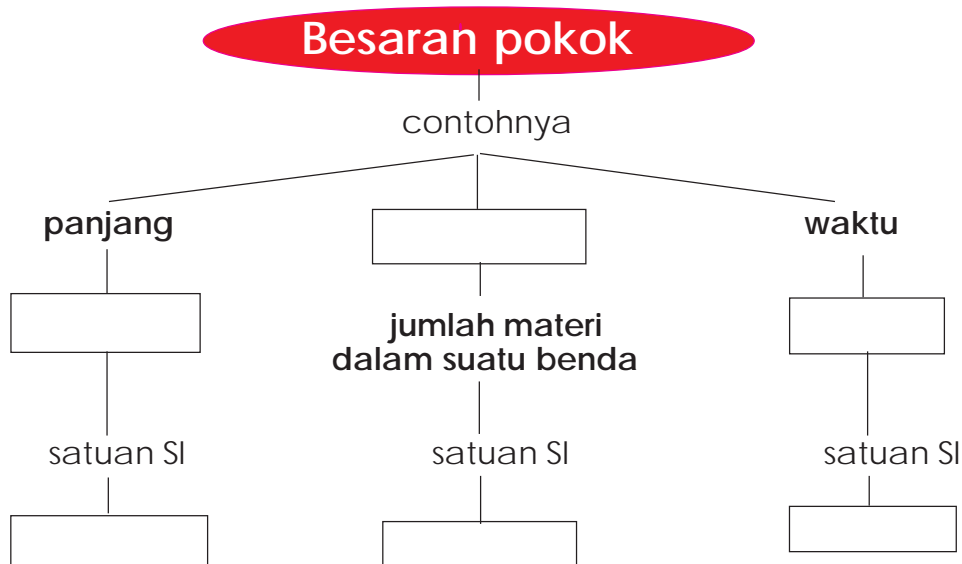
massa

sekon

jarak antara dua titik

meter

kilogram



Penilaian Kinerja

15. **Merancang Percobaan** : Dengan bahan benang, gunting, dan spidol, rancanglah suatu alat ukur panjang. Jelaskan, bagaimana caranya agar alat ukur yang telah kamu buat semakin teliti!
16. **Menggunakan Matematika dalam IPA** : Temukan satuan SI yang setara dengan satuan-satuan pengukuran di bawah ini:
- volume air 2,5 galon (1 galon = 3780 ml), nyatakan dalam cm^3 dan m^3 !
 - diameter pipa 3,5 inchi (1 inchi = 2,54 cm), nyatakan dalam cm dan mm!
 - massa benda 1 ton 3 kuintal, nyatakan dalam kilogram!

