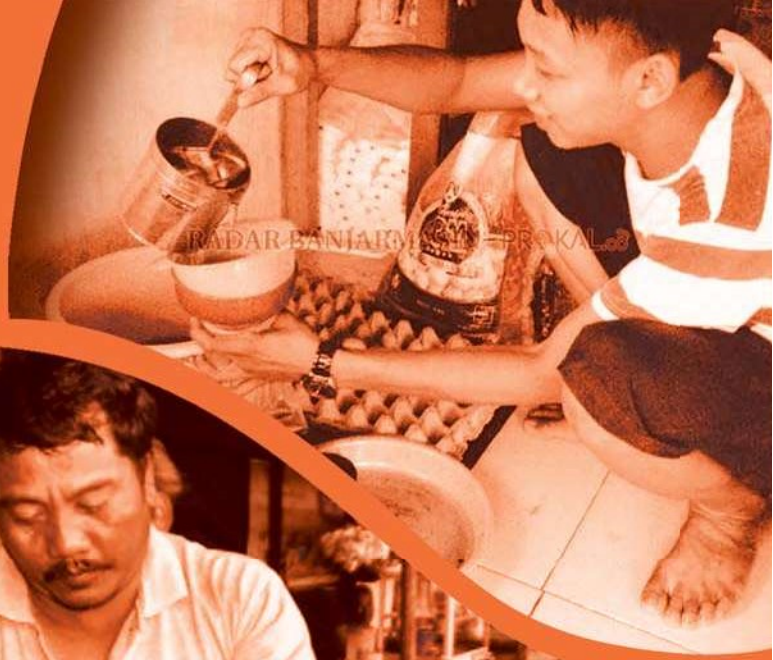




Pengukuran

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
PAKET B SETARA SMP/MTs



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2017

Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog dalam Terbitan (KDT)

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Paket B Tingkatan III

Modul Tema 1 : Pengukuran

■ **Penulis:** Drs. Dwi Sudarmanto

■ **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

vi+ 38 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2017
Direktur Jenderal

ttd

Harris Iskandar

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi.....	iv
Pengantar Modul.....	1
Pengertian Pengukuran	2
Petunjuk Penggunaan Modul	2
Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul	3
UNIT 1 ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN PENGUKURAN	4
Penugasan 1	4
Latihan 1	6
A. Pengertian Satuan Baku dan Satuan Tak Baku	8
Penugasan 2	8
Penugasan 3	9
Latihan 2	10
UNIT 2 BESARAN DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI.....	11
Penugasan 1	11
Latihan 3	14
A. Alat Ukur	14
B. Satuan Internasional	20
Latihan 4	23
C. Konversi Satuan	23
Penugasan 2	26
Latihan 5	26
D. Besaran Turunan	27
Latihan 6	29
E. Mengukur Luas	29
F. Mengukur Volume	30
Latihan 7	32
Penugasan 3	33
Latihan 8	33

Rangkuman	34
Uji Kompetensi	34
Kunci Jawaban	35
Penilaian	35
Kriteria Pindah Modul	36
Daftar Istilah	37
Daftar Pustaka	37
Profil Penulis	38



PENGUKURAN



Pengantar Modul

Apa yang dimaksud dengan pengukuran? Apa hubungannya dengan besaran? Juga apa yang dimaksud dengan satuan? Bagaimana peran pengukuran dalam kehidupan kita sehari-hari. Pengukuran merupakan kegiatan sangat dibutuhkan oleh manusia. Dalam melakukan pengukuran selalu melibatkan besaran dan satuan. Pada dasarnya, pengukuran merupakan kegiatan yang diperlukan dalam membandingkan suatu besaran dengan besaran lainnya secara akurat dan universal. Akurat dalam arti sesuai dengan ukuran yang sebenarnya menurut acuan standar internasional; universal karena dapat digunakan di segala tempat dan wilayah. Tanpa konsep pengukuran yang memadai dan sesuai kebutuhan, manusia tidak akan mampu melakukan usaha seperti berdagang, bertani, berkebun, bertukang, dan banyak pekerjaan lainnya secara optimal. Karena pekerjaan-pekerjaan tersebut selalu melibatkan konsep pengukuran.



Gambar 1. Berbagai alat ukur di sekitar kita

sumber: soloabadi.com

Pengertian Pengukuran

Perhatikan kegiatan manusia sehari-hari di sekitar kita. Kita sering melihat kegiatan manusia yang sedang melakukan pengukuran. Misalnya ketika melihat jam atau arloji, atau ketika ingin mengetahui jarak dari tempat yang satu dengan yang lain. Kegiatan tersebut berhubungan dengan pengukuran. Dengan kata lain, pengukuran merupakan kegiatan sehari-hari yang perlu dilakukan agar kita lebih mudah dalam menempuh kehidupan. Bayangkan seandainya kita tidak bisa melakukan pengukuran, seperti melihat waktu, mengukur jarak, dan menimbang berat, maka kita akan selalu terlambat dalam menepati janji atau ke tempat kerja, bahkan kesulitan dalam memasak sesuai dengan resep karena tidak bisa menentukan jumlah bahan yang tepat dalam meramu masakan.



sumber: www.tokopedia.com

Gambar 2. Timbangan/neraca yang biasa digunakan pedagang di pasar

Dalam kehidupan sehari-hari hampir pasti kita pernah melakukan pengukuran, misalnya mengukur tinggi badan dengan mistar, pedagang beras mengukur berat beras yang dijual dengan menggunakan timbangan atau neraca. Juga mengukur waktu agar kita tidak terlambat ke tempat kerja. Pengukuran begitu penting dalam kehidupan kita sehari-hari sehingga kita perlu mengetahui cara mengukur dan alat ukur yang sesuai.

Petunjuk Penggunaan Modul

Modul tentang pengukuran terdiri dari pengukuran, besaran dan satuan dalam hubungannya dengan ilmu pengetahuan alam. Dalam mempelajari suatu ilmu khususnya ilmu pengetahuan alam (IPA) tidak bisa dipisahkan dari kegiatan pengukuran. Dengan pengukuran maka gejala keilmuan menjadi begitu nyata dan pasti serta memenuhi unsur ilmiah, sebagai syarat suatu ilmu. Bahkan pengukuran bukan hal yang baru bagi masyarakat dan kebudayaan kita. Setiap kita melakukan aktivitas perdagangan, atau jual-beli, sudah melibatkan pengukuran.

Coba perhatikan aktivitas di pasar saat jual-beli, apa yang diukur waktu itu? Begitu juga dalam membuat atau membangun sesuatu, seperti membuat perkakas, rumah, perahu dan lainnya. Jadi pengukuran merupakan suatu aktivitas yang sangat diperlukan masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya sehari-hari.

Modul ini terdiri dari pengantar yang berfungsi sebagai dasar pemikiran untuk memotivasi para

pembaca; uraian materi sebagai gejala dan atau konsep dasar yang perlu dicermati; kegiatan agar pembaca bisa mengalami sendiri suatu permasalahan; contoh soal memberi contoh kepada pembaca cara mengatasi suatu permasalahan; soal latihan dan tugas untuk melatih pembaca mengatasi permasalahan.

Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul

Setelah mempelajari materi dalam modul ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi besaran-besaran yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menentukan beberapa besaran pokok dan turunannya
3. Menentukan satuan-satuan untuk setiap besaran
4. Menunjukkan satuan yang tidak baku
5. Menunjukkan satuan baku yang biasa digunakan secara internasional
6. Membedakan satuan baku dan satuan tidak baku
7. Menggunakan satuan tidak baku yang biasa digunakan di lingkungan sekitar
8. Menggunakan satuan internasional yang tepat dalam melakukan pengukuran.
9. Mengkonversi satuan panjang, berat/massa, dan beberapa besaran lainnya secara sederhana.
10. Menggunakan berbagai alat ukur secara benar dan aman.

UNIT 1

ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN PENGUKURAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan cara berpikir untuk memahami gejala alam melalui penelitian/penyelidikan. IPA meliputi sikap ilmiah, proses ilmiah, produk IPA dan aplikasi IPA. Sikap ilmiah antara lain meliputi rasa ingin tahu tentang objek gejala alam yang perlu dipecahkan melalui proses ilmiah, yaitu penelitian/penyelidikan. Hasil penelitian/penyelidikan akan menghasilkan produk IPA. Produk IPA ini baru memiliki nilai manfaat jika bisa diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan manusia untuk hidup lebih baik.

Oleh karena itu perlu dicermati bahwa kegiatan penelitian/penyelidikan sangat diperlukan untuk menghasilkan produk IPA yang bermanfaat bagi manusia. Dalam kegiatan penelitian/penyelidikan, salah satu bagian terpenting adalah melakukan pengamatan terhadap objek sehingga bisa menghasilkan data yang seakurat mungkin seperti kenyataannya. Hal ini membutuhkan pengukuran yang cermat dan teliti, serta cukup detil untuk menggambarkan keadaan yang sebenarnya tentang objek yang teramati. Oleh karena itu tidak akan ada produk IPA yang baik dan bermanfaat bagi manusia, tanpa melibatkan pengukuran.

Dalam melakukan pengukuran selalu melibatkan dua hal berikut ini yaitu: besaran dan satuan. Apa yang dimaksud besaran dan satuan? Sebelum membahas lebih lanjut dua hal tersebut, mari kita lakukan kegiatan berikut.

PENUGASAN 1

1. Mengukur Panjang

a. Tujuan:

Mampu mengukur panjang suatu benda dengan menggunakan mistar.

b. Alat/bahan:

Mistar/penggaris, benda-benda di sekitar (buku, pensil, dan lainnya)

c. Langkah-langkah Kegiatan:

- 1) Ukurlah Panjang buku dan pensil (dan benda lainnya) dengan menggunakan mistar!
- 2) Tuliskan hasil pengukuran Anda ke dalam tabel berikut!

No	Benda yang Diukur	Nilai
1	Pensil	
2	Buku	
3		
4		
5		
6		
7		
8		

2. Mengukur Volume

a. Tujuan:

Mampu mengukur volume suatu benda dengan menggunakan alat ukur yang tersedia.

b. Alat/bahan:

Bejana volume (biasa digunakan untuk mengukur bahan untuk memasak), gelas, cangkir, zat cair (air, sirup, minyak goreng, dan lainnya)

c. Langkah-langkah Kegiatan:

- 1) Isi sampai penuh beberapa jenis gelas dengan air, kemudian ukur air tersebut dengan menggunakan gelas ukur (biasa digunakan untuk mengukur volume bahan untuk memasak)!
- 2) (Jika tidak ada gelas ukur, pengukuran bisa dilakukan dengan menggunakan gelas/ botol yang lebih kecil (sloki) untuk mengukur gelas yang lebih besar).
- 3) Tuliskan hasil pengukuranmu ke dalam tabel berikut!

No	Benda yang Diukur	Nilai
1	Gelas	
2	Cangkir	
3	Sloki (gelas kecil)	

Saat mengukur panjang pensil dan buku, kita akan memperoleh nilai hasil pengukuran. Misalnya panjang buku tersebut 25 cm dan pensil 15 cm. Maka cm (centimeter) yang berfungsi sebagai pembanding benda yang diukur, disebut satuan. Sementara panjang benda (buku dan pensil) merupakan sesuatu yang dibandingkan, disebut besaran.

Hal yang sama terjadi pada saat mengukur volume untuk isi gelas, cangkir, dan sloki. Misalnya volume gelas yang terukur pada gelas ukur senilai 100 cc (centimeter cubic), maka satuan

yang digunakan adalah cc, sementara besaran yang digunakan adalah volume. Jika pada saat pengukuran tidak menggunakan gelas ukur akibat ketidaksediaan alat, dan digunakan gelas yang lebih kecil, seperti cangkir atau sloki, maka satuan yang digunakan adalah cangkir atau sloki. Misalnya volume pada gelas besar tersebut senilai 2 cangkir atau 12 sloki (1 cangkir $\approx$ 6 sloki).

Berdasarkan hasil kegiatan tersebut diatas, dapat disimpulkan bahwa besaran (seperti panjang dan volume) dan satuan (seperti centimeter, centimeter cubic) merupakan komponen yang tak dapat dipisahkan dengan pengukuran. Setiap kita melakukan pengukuran, kedua komponen tersebut harus ada.

Keterangan:

Beberapa besaran mempunyai satuan yang jelas (seperti besaran panjang satuannya cm, besaran volume satuannya cc, dan lainnya), namun yang lain satuannya tidak disebutkan secara jelas (misalnya indeks bias dan koefisien gesekan). Misalnya indeks bias kaca adalah 1,3 (dibelakang nilai atau angka tidak menjelaskan suatu kondisi). Walaupun begitu besaran indeks bias tetap dianggap mempunyai satuan yang tak perlu dituliskan secara nyata, karena nilai atau angka sudah dianggap sebagai satuan.

- **Besaran** adalah sesuatu yang dapat diukur dengan cara dibandingkan, memiliki satuan dan dinyatakan dengan angka-angka (atau nilai).
- **Satuan** adalah pembanding di dalam mengukur suatu besaran.
- **Mengukur** adalah membandingkan besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditetapkan sebagai satuan.

LATIHAN 1

Dari pengertian besaran, dan satuan yang telah dibahas sebelumnya, mana yang termasuk besaran, dan satuan, dari contoh di bawah ini?

1. Panjang buku 29 cm
2. Panjang pencil 21 centimeter
3. Volume gelas 350 cc
4. Volume cangkir 150 cm 3
5. Volume sloki 25 centimeter cubic

Kegiatan pengukuran menggunakan beberapa besaran yang masing-masing memiliki satuan tertentu. Beberapa satuan terdiri dari satuan baku dan satuan tak baku. Satuan baku merupakan satuan yang sudah diakui secara umum, karena menggunakan acuan yang diakui dan baku secara internasional. Misalnya 1 meter setara dengan panjang gelombang cahaya kuning setelah bergetar dengan jumlah tertentu, tidak akan berubah dimanapun berada.

Sementara itu ada juga disebut sebagai satuan tak baku yang hanya diakui dalam lingkungan daerah lokal bahkan bisa individual sifatnya, misalnya satuan jengkal, hasta, dan lainnya yang berasal dari Indonesia. Seperti kita ketahui ukuran 1 jengkal, dan 1 hasta tidak sama untuk setiap individu. Dari luar negeri terdapat juga satuan tak baku yang sudah dibakukan berdasarkan nilai tertentu, misalnya satuan kaki (feet), jempol (inch), dan lengan (yard) yang masih digunakan di beberapa negara Eropa. Satuan-satuan ini kadang-kadang masih digunakan dalam secara terbatas dan kondisi tertentu.



1 Jengkal	= 25 cm
1 Hasta	= 50 cm
1 Depa	= 250 cm
1 Kaki (feet)	= 30,48 cm
1 Jempol (inch)	= 2,54 cm
1 Lengan (yard)	= 91,44 cm

Selain contoh-contoh satuan tak baku yang tertulis di atas, masih banyak lagi contoh satuan tak baku yang lain. Hal ini karena hampir di setiap daerah mempunyai satuan tertentu yang berbeda dengan daerah lainnya. Misalnya ukuran air minum digambarkan dengan gelas atau cangkir, misalnya segelas air atau secangkir teh. Sementara kita ketahui ukuran gelas dan cangkir tidak sama untuk setiap gelas atau cangkir pada berbagai daerah.

Begitu juga saat kita membutuhkan krupuk untuk pelengkap makan siang kita, sering mendengar bahwa banyaknya krupuk diwakili dengan satuan kaleng, misalnya sekaleng krupuk.

Beberapa makanan/minuman kadang-kadang menggunakan satuan botol atau piring, misalnya sebotol kecap, atau saus, dan sepiring nasi. Dapatkah Anda menyebutkan beberapa contoh lainnya?

Ukuran-ukuran tak baku ini dapat dikonversikan menjadi ukuran baku dengan menggunakan aturan kriteria tertentu. Misalnya 1 jempol atau 1 inci setara dengan 2,54 cm, 1 kaki = 30,48 cm, dan contoh lainnya. Dapatkah Anda memberikan contoh lainnya yang merupakan satuan tak baku yang telah dibakukan?

A. Pengertian Satuan Baku dan Satuan Tak Baku

a. Satuan Baku

Pada pembahasan sebelumnya Anda telah mengenal besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok maupun besaran turunan dapat diukur dengan menggunakan satuan baku maupun satuan tak baku. Satuan baku telah diakui secara internasional, karena hasil pengukurannya selalu tetap biarpun diukur oleh siapapun dan dimanapun berada.

Contoh satuan baku adalah: meter, kilogram, detik, liter, sentimeter, meter persegi, meter kubik, dan lainnya.

b. Satuan Tak Baku

Satuan tak baku, disebut demikian karena hasil pengukurannya bisa berbeda-beda bergantung pada kondisi. Misalnya satuan jengkal yang menggunakan jari tangan manusia, mempunyai kelemahan karena ukuran tangan manusia tidak selalu sama. Begitu juga saat menggunakan satuan gayung, cangkir dan lainnya.

Contoh satuan tak baku : depa, gayung, cangkir, sloki, kaleng, dan lainnya. Dapatkah Anda menyebutkan satuan tak baku lainnya?

Contoh Soal 1:

Setelah diukur dengan satuan jempol, panjang buku tersebut $11\frac{1}{2}$ jempol (inci). Berapa kira-kira nilai tersebut dalam Satuan Internasional?

Jawab:

Diketahui 1 jempol = 2,5 cm = 0,025 m, => maka $11\frac{1}{2} \times 0,025 \text{ m} = 0,2875 \text{ m}$

PENUGASAN 2

- Ambil beberapa benda di sekitar yang biasa digunakan sebagai acuan dalam mengukur dengan menggunakan satuan tak baku, seperti botol, cangkir, atau gelas. Lihatlah spesifikasi pada wadah tersebut untuk menentukan volume atau isi (biasanya tercantum pada kemasan). Kemudian ubahlah kapasitas volume yang tercantum pada kemasan ke dalam satuan internasional (m^3).
- Cara lain untuk mengetahui volume pada wadah tersebut adalah dengan menggunakan gelas ukur. Berapa volume air yang ada pada cangkir atau gelas jika menggunakan gelas ukur?

Keterangan: Keselamatan kerja dalam pengukuran

Pada saat menggunakan alat ukur perlu memperhatikan prosedur atau aturan yang sudah ditentukan, karena beberapa alat ukur bisa melukai seseorang atau merusak alat ukur itu sendiri jika digunakan tidak semestinya. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan alat ukur ialah:

1. **Perhatikan skala maksimum alat ukur.** Beberapa alat ukur bisa rusak jika digunakan melebihi skala maksimum, contoh berbagai alat ukur listrik, timbangan, dan lainnya.
2. **Perhatikan kondisi atau persyaratan penggunaan alat ukur tersebut.** Misalnya timbangan memerlukan tempat yang datar agar pengukuran bisa dilakukan secara benar.
3. **Perlakukan alat ukur dengan lembut,** karena beberapa benturan akan menyebabkan terjadinya penyimpangan saat pengukuran.

Keterangan :

Alat ukur seperti timbangan harus ditaruh di tempat yang kokoh dan datar. Timbangan juga mempunyai standar berat maksimum yang diperbolehkan untuk digunakan, misalnya timbangan yang terdapat di dapur mempunyai berat maksimum 500 g. Jadi sebaiknya jangan menimbang beban yang lebih berat dari 500 g karena akan merusak pegas yang terdapat pada alat timbangan tersebut. Pegas tersebut akan kehilangan elastisitasnya hingga akan terjadi penyimpangan pada saat pengukuran, sehingga alat ukur tersebut tidak tepat lagi dalam mengukur.

PENUGASAN 3

1. Jika Anda ingin mengetahui volume suatu wadah, maka tuangkan air ke dalam wadah tersebut, seperti baskom atau panci hingga penuh. Kemudian ukur volume air dalam baskom atau panci tersebut dengan menggunakan gelas ukur (bisa juga menggunakan botol bekas kemasan air minum. Pada botol kemasan itu sudah tercantum volume isi botol, misalnya 240 cc, 350 ml, 600 ml dan lainnya). Berapa volume wadah di sekitarmu?
2. Gunakan timbangan untuk mengukur berat air dan gelas ukur untuk mengukur volume air! Adakah hubungan antara berat dengan volume?

LATIHAN 2

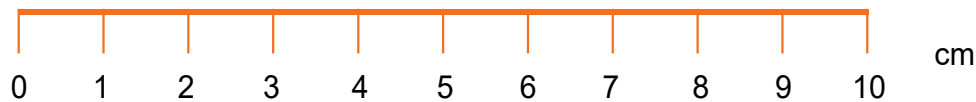
1. Apa yang dimaksud dengan besaran? Dan apa hubungannya dengan satuan?
2. Sebutkan beberapa contoh besaran pokok!
3. Sebutkan beberapa contoh besaran turunan!
4. Hasil pengukuran terhadap volume air pada suatu wadah, misalnya gelas. Dengan menggunakan gelas ukur menunjukkan nilai 350 ml. Ubahlah satuannya menjadi satuan SI!
5. Setiap hari, Bagus pergi ke sekolah di daerah pinggiran kota yang berjarak 16 km dari rumah dengan membawa tas berisi buku pelajaran seberat 25 ons. Tas tersebut bisa memuat barang hingga 15 liter. Ubahlah atau konversikan semua satuan tersebut ke SI!

UNIT 2

BESARAN DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Perhatikan di sekitar kita! Apa yang hendak kita lakukan jika kita hendak mengukur panjang, massa* (yang dimaksud adalah 'berat' dalam istilah sehari-hari*), atau waktu? Barangkali kita sudah mengenal beberapa alat ukur yang ada di sekitar, seperti mistar (pengukur panjang), timbangan (pengukur massa), jam/ arloji/ stopwatch (pengukur waktu), thermometer (pengukur suhu), dan lain sebagainya.

Amati bahwa setiap alat pengukuran tersebut ternyata mempunyai skala yang digambarkan sebagai susunan garis-garis yang teratur. Selanjutnya amati skala pada masing-masing alat ukur tersebut.



Perhatikan gambar di atas. Tampak mistar dengan satuan cm tertulis. Skala pada alat ukur mistar tersebut adalah 1 cm ditunjukkan pada garis-garis dengan bilangan berurutan 0, 1, 2, 3, 4, 5, dan seterusnya. Perhatikan bahwa jarak pada 0 ke 1 adalah 1 cm, begitu juga jarak dari 1 ke 2, 2 ke 3, 3 ke 4, 4 ke 5, dan seterusnya.... adalah 1 cm. Maka dikatakan skala alat ukur tersebut adalah 1 cm.

PENUGASAN 1

- Tentukan skala pada alat ukur yang biasa kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti meteran atau mistar, timbangan atau neraca, jam/arloji dan lainnya.
- Ubahlah satuan alat ukur yang biasa kita gunakan tersebut ke satuan sistem internasional (SI).

Untuk mengubah satuan pengukuran ke satuan internasional, pertama-tama kita perlu mengetahui beberapa satuan internasional, yaitu:

1. Besaran Pokok

Besaran panjang	: Satuannya meter (disingkat m)
Besaran waktu	: Satuannya detik (disingkat det atau 's' singkatan dari second dalam bahasa Inggris)
Besaran massa	: Satuannya kilogram (disingkat kg sama dengan satuan berat dalam kehidupan sehari-hari)
Besaran suhu	: Satuannya celcius (disingkat °C)

2. Besaran Turunan

Besaran luas	: Satuannya meter persegi (disingkat m ²)
Besaran volum	: Satuannya meter kubik (disingkat m ³)
Besaran kecepatan	: Satuannya meter per detik (ditulis m/det)
Massa jenis atau berat jenis	: Satuannya kilogram per meter kubik (ditulis kg/m ³)

Besaran pokok ada tujuh, antara lain :

1. Panjang,
2. Massa,
3. Waktu,
4. Suhu,
5. Kuat arus,
6. Intensitas cahaya, dan
7. Jumlah zat.

Pada pembahasan saat ini hanya dibahas tiga besaran pokok yang paling berpengaruh dan berperan dalam pengukuran sehari-hari, yaitu:

1. Besaran panjang, juga meliputi lebar, tebal, tinggi, jarak, jari-jari, diameter, keliling.
2. Besaran massa, atau biasa dikenal sebagai 'berat' dalam konteks kehidupan sehari-hari
3. Besaran waktu

Besaran pokok yang lainnya akan dibahas pada saat yang bersesuaian dengan pokok bahasan, misalnya mengenai besaran kuat arus listrik akan dibahas pada pokok bahasan mengenai listrik.

Selain besaran pokok terdapat besaran turunan. Besaran turunan merupakan hasil kombinasi dari beberapa besaran pokok, misalnya luas, volume, dan kecepatan.

Contoh :

1. Luas merupakan hasil kombinasi dari dua besaran panjang, yaitu panjang dan lebar.

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &(\text{satuannya } m \times m = m^2)\end{aligned}$$

2. Volume merupakan hasil kombinasi dari tiga besaran panjang, yaitu panjang, lebar, dan tinggi.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \text{ (untuk balok)} \\ &(\text{satuannya } m \times m \times m = m^3)\end{aligned}$$

3. Kecepatan merupakan kombinasi dari besaran panjang dan besaran waktu.

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan} &= \text{jarak/waktu} \\ &(\text{satuannya } m/s)\end{aligned}$$

Keterangan:

‘Massa’ dan ‘berat’ merupakan istilah yang sama dalam kehidupan sehari-hari, namun dibedakan dalam konteks fisika. Massa suatu benda selalu tetap dimanapun berada, sementara berat benda dipengaruhi oleh gravitasi. Oleh karena itu benda bermassa 1 kg, beratnya di bumi 1 kg. Namun di bulan yang pengaruh gravitasinya sangat rendah, berat benda itu hanya sekitar 0,17 kg, tapi massanya dianggap tetap 1kg.

Contoh:

Suatu alat ukur timbangan dengan penunjuk satuan skala seperti berikut



Berapa satuan skala pada alat ukur tersebut?

Jawab:

Untuk setiap skala 100 terdapat 2 garis penunjuk. Artinya untuk setiap satu skala:

$$\frac{100}{2} = 50 \text{ dengan satuan g (g = gram)}$$

jadi satuan skala alat ukur tersebut adalah 50 gram

LATIHAN 3

1. Sebutkan beberapa alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang!
2. Sebutkan beberapa alat ukur yang digunakan untuk mengukur berat!
3. Sebutkan beberapa alat ukur yang digunakan untuk mengukur waktu?
4. Sebutkan beberapa besaran pokok yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari!
5. Sebutkan beberapa besaran turunan yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari!

A. Alat Ukur

Beberapa persyaratan yang harus dimiliki sebuah alat ukur, yaitu:

- a. Konsisten (tidak berubah dan selalu tetap) terhadap pengaruh lingkungan, seperti suhu, kelembaban, tekanan dan lainnya.
- b. Universal atau dapat diterima dan digunakan di berbagai daerah.
- c. Mudah dibuat dari bahan yang ada di lingkungan sekitar.

Beberapa alat ukur yang digunakan sebagai satuan standar antara lain :

1. Alat Ukur Besaran Panjang

Acuan atau standar yang digunakan sebagai satuan besaran panjang adalah meter. Satu meter standar internasional setara dengan seper 10 juta jarak dari kutub hingga garis khatulistiwa. Meter standar disimpan di Sevres, dekat Paris, terbuat dari bahan campuran platina yang tidak mudah terpengaruh oleh kondisi lingkungan, seperti suhu yang bisa menyebabkan memuai, kelembaban yang menyebabkan berkarat, dan pengaruh lainnya.

Mengikuti perkembangan zaman, meter standar diperbaharui berdasarkan sesuatu yang tidak akan berubah dalam berbagai kondisi, yaitu gelombang elektromagnet dimana 1 meter standar setara dengan panjang gelombang cahaya jingga yang dipancarkan oleh atom krypton-86 dalam ruang hampa.

Kelihatannya acuan meter standar di atas masih sulit digunakan karena gas krypton-86 tidak mudah diperoleh. Saat ini satu meter standar diperbaharui lagi, yaitu berdasarkan jarak yang ditempuh cahaya dalam ruang hampa selama $299\,794\,458$ detik.



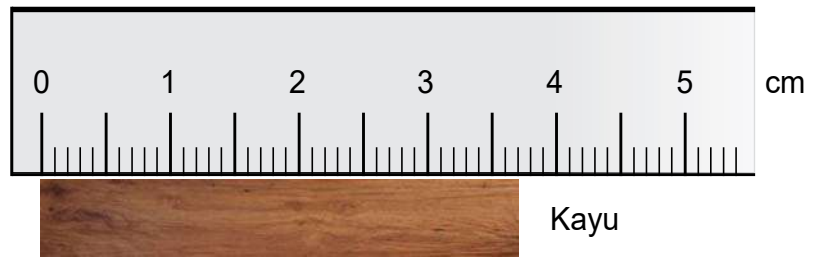
Gambar 3. Meter standar

Alat Ukur Panjang ada tiga macam, yaitu :

a. Mistar

Mistar yang biasa kita gunakan adalah mistar yang panjangnya antara 20 cm hingga 30 cm.

Mistar ini biasanya menggunakan dua skala yaitu : cm dan mm. Skala terkecil atau ketelitian mistar adalah 1 mm.



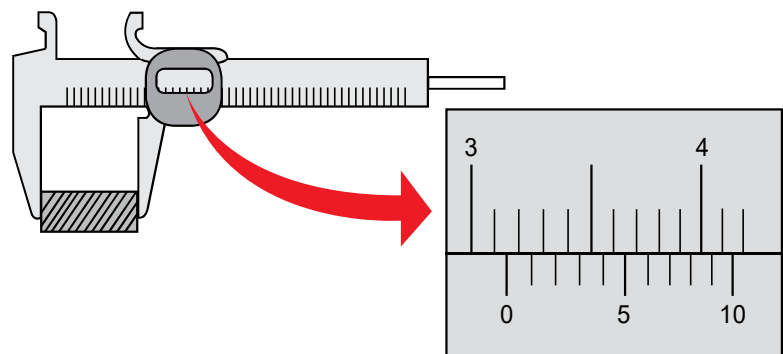
Gambar 4. Mistar (Panjang kayu di atas = 3,7 cm)

Angka-angka yang tertera pada mistar menunjukkan skala satuan centimeter menurut jarak yang bersesuaian. Diantara setiap angka-angka tersebut terdapat 10 garis pendek-pendek menunjukkan skala satuan milimeter. Skala satuan terkecil ini yang menunjukkan ketelitian suatu alat ukur. Dalam hal ini, mistar tersebut memiliki ketelitian 1 mm.

b. Jangka Sorong

Jangka sorong memiliki ketelitian melebihi mistar, yaitu sebesar 0,1 mm. Beberapa bahkan memiliki ketelitian hingga 0,05 mm.

Jangka sorong memiliki dua skala, yaitu skala utama dan skala nonius atau vernier. Skala utama bersifat tetap atau tidak bergerak, sementara skala nonius berada pada posisi digeserkan atau disorong.



Gambar 5. Jangka sorong (pada gambar menunjukkan nilai 3,19cm)

Skala nonius mempunyai panjang 0,9 cm = 9 mm, atau setiap garis skala bernilai 9 mm : 10 = 0,9 mm (ketelitian 0,1 mm).

Cara Penggunaan Jangka Sorong:

- Pengukuran terhadap suatu benda dilakukan dengan menggeser-geser rahang hingga posisi kedua rahang berhimpit dengan benda yang akan diukur (hati-hati agar tidak menekan terlalu keras pada kedua rahang jangka sorong tersebut, karena bisa merusak ujung rahang dan data hasil pengukuran akan menyimpang),
- Kemudian mengamati letak angka nol dari skala nonius, di garis yang berhimpit dengan

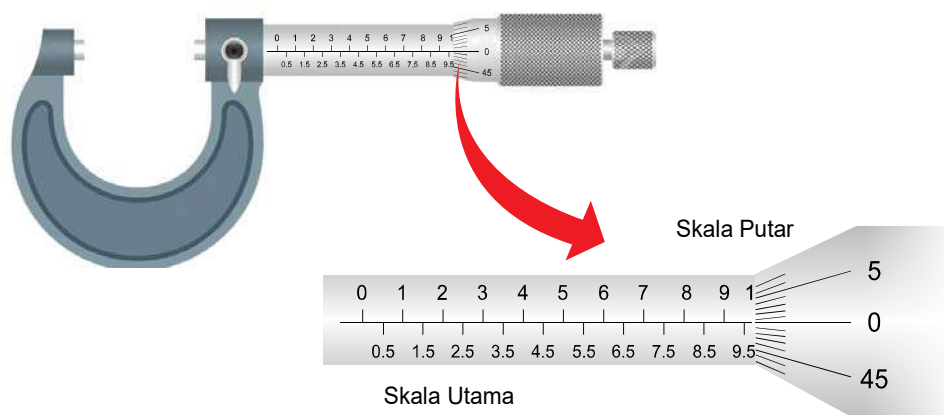
salah satu garis pada skala utama satuan mm. Pada garis yang kurang lebih berimpit tersebut menunjukkan nilai hingga satuan terkecil 1 mm. Misalnya nilai 0 pada skala nonius berimpit paling dekat dengan garis pada skala utama bernilai 1,2 cm = 12 mm.

- Pada skala nonius bisa ditentukan hingga ketelitian 0,1 mm dengan menentukan garis pada skala nonius yang berimpitan dengan garis pada skala utama. Misalnya garis pada skala nonius yang berimpit dengan skala utama bernilai 0,6 maka nilai terkecil hasil pengukuran 0,6 mm.
- Nilai total hasil pengukuran adalah $12 \text{ mm} + 0,6 \text{ mm} = 12,6 \text{ mm}$.

c. Mikrometer Sekrup

Mikrometer sekrup merupakan alat ukur besaran panjang yang paling teliti dibandingkan alat ukur yang telah dibahas sebelumnya. Ketelitiannya mencapai 0,01 mm. Biasanya digunakan mengukur ketebalan suatu benda yang sangat tipis atau kecil.

Seperti juga jangka sorong, mikrometer sekrup terdiri dari bagian yang tetap berfungsi sebagai skala utama dalam satuan 0,5 mm untuk setiap celah garis, dan bagian yang bisa digeserkan berupa selubung luar yang diputar seperti sekrup.



Gambar 6. Mikrometer sekrup (pada gambar menunjukkan nilai 10,00 mm)

Cara Penggunaan Mikrometer Sekrup:

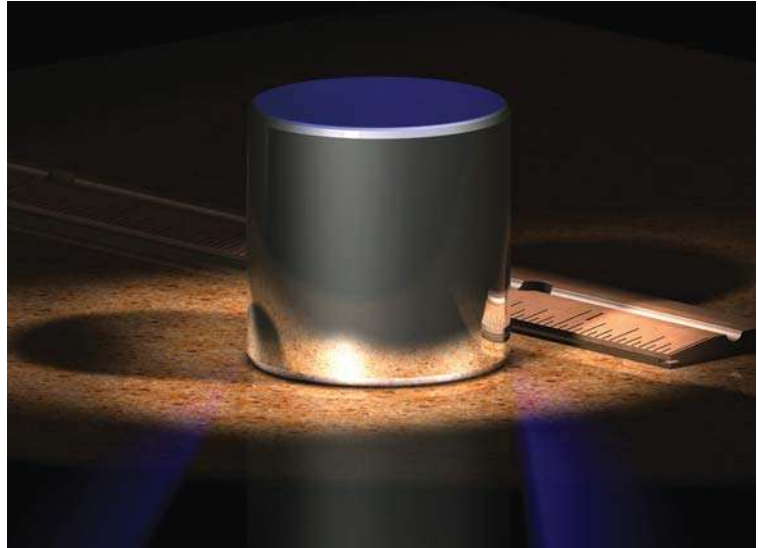
- Pengukuran dilakukan dengan cara menggeserkan bagian yang bisa digeserkan dengan cara memutarkannya seperti sekrup hingga ujung rahang menyentuh dan berhimpit dengan benda yang akan diukur. Ujung rahang agar jangan ditekan terlalu keras karena akan merusak ketepatan pengukuran.
- Kemudian mengamati posisi ujung selubung yang berimpit dengan skala utama hingga kita memperoleh nilai mencapai ketelitian 0,5 mm. Misalnya posisi ujung selubung menunjukkan angka sekitar 3,5 mm.
- Selanjutnya mengamati skala satuan yang terdapat pada selubung. Skala satuan tersebut melingkari selubung terdiri dari 50 bagian (atau garis) dimana setiap garis

menunjukkan ketelitian pengukuran hingga 0,01 mm. Misalnya garis pada skala selubung yang berimpit pada garis melintang pada skala utama menunjukkan nilai 32, maka dinyatakan sebagai 0,32 mm.

- Nilai total hasil pengukuran adalah $3,5 \text{ mm} + 0,32 \text{ mm} = 3,82 \text{ mm}$.

2. Alat Ukur Massa

Satuan standar internasional untuk massa adalah kilogram. Kilogram yang digunakan sebagai standar internasional adalah suatu silinder yang dibuat dari campuran platina dan disebut kilogram standar. Silinder ini disimpan di Sevres, dekat Paris. Semua alat ukur massa (atau istilahnya 'berat' dalam konteks kehidupan sehari-hari), seperti timbangan, neraca, dan lainnya, dibuat dengan mengacu pada kilogram standar tersebut.



Sumber: www.en.wikipedia.org

Gambar 7. Kilogram standar

Beberapa satuan massa dan konversi terhadap satuan internasional (kg):

1 ton = 1 000 kg

1 kwintal = 100 kg

1 ons = 0,1 kg *)

Keterangan:

*) 1 ons = 0,1 kg = 100 g hanya berlaku di Indonesia.

Di luar negeri 1 ons (ounce/oz) = 28,35 g.

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran massa antara lain :

a. Timbangan

Alat ukur massa ini biasanya terdapat di dapur sebagai bagian dari alat rumah tangga atau sebagai timbangan badan. Timbangan ini biasanya digunakan dalam membuat masakan atau kue berdasarkan resep tertentu, atau sebagai alat untuk menimbang badan dalam skala ukuran yang lebih besar. Biasanya menggunakan pegas atau per agar timbangan dapat berfungsi.

b. Neraca

Neraca biasanya menggunakan prinsip kesetimbangan antara sisi yang satu sebagai beban dan sisi yang lain sebagai pengukur beban. Sering dijumpai di pasar atau toko-toko yang biasa menjual barang secara kiloan (menjual barang berdasarkan massa benda tersebut). Benda atau beban yang akan diukur diletakkan di salah satu sisi timbangan, sedangkan pada sisi lainnya diletakkan anak timbangan sebagai pengukur, sehingga antara sisi yang satu dengan sisi yang lain terjadi keseimbangan.

Neraca yang lain, seperti neraca dua lengan, mampu mengukur massa secara lebih teliti, misalnya mengukur massa emas, perak dan lainnya dalam satuan gram. Biasanya neraca ini digunakan dalam jual beli barang berharga seperti emas dan perak.

Di dalam laboratorium, tersedia juga neraca dengan ketelitian mencapai 1 gram, biasanya disebut sebagai neraca O'hause, biasa juga disebut sebagai neraca tiga lengan. Cara menggunakan neraca ini dengan cara menggeser-geserkan beban pada tiga lengan neraca hingga diperoleh suatu kesetimbangan.



sumber: www.bacajuga.com

Gambar 8. Beberapa jenis timbangan dan neraca

Pada masa kini sudah terdapat timbangan dengan menggunakan prinsip kerja elektronika, biasa disebut sebagai timbangan elektronik. Timbangan jenis ini biasanya terdapat di pasar modern, seperti supermarket atau supermal. Kita tinggal menaruh benda yang akan diukur massanya di atas bidang beban pada alat elektronik tersebut. Selanjutnya pada tampilan akan muncul angka yang menunjukkan massa (atau istilahnya 'berat' dalam konteks sehari-hari) benda tersebut.



Gambar 9. Neraca dua lengan



Gambar 10. Neraca O'Hauss



Gambar 11. Timbangan digital elektronik

3. Alat Ukur Waktu

Standar satuan internasional waktu adalah sekon atau detik. Satu detik pada awalnya disamakan dengan seper 86400 selang waktu yang diperlukan oleh matahari dalam melakukan gerak semu mengelilingi bumi selama 1 hari. Namun diketahui kemudian bahwa 1 hari matahari mengelilingi bumi tidak tepat 24 jam atau 86 400 detik. Oleh karena itu standar 1 detik diubah menjadi setara dengan atom cesium 133 untuk melakukan getaran sebanyak 9.192.631.770 kali.

Ukuran Waktu :

- 1 jam = 60 menit
- 1 menit = 60 detik
- 1 jam = 3.600 detik
- 1 hari = 24 jam
- 1 hari = 1.440 menit
- 1 hari = 86.400 detik

Alat ukur waktu antara lain :

a. Arloji atau jam

Arloji atau jam tangan merupakan alat ukur waktu yang sering dipasang di tangan. Bisa juga dipasang di dinding sebagai jam dinding, atau dipasang di atas meja/bufet sebagai jam meja atau jam weker.

Jam weker bisa memberikan tanda berupa alarm pada suatu waktu yang telah ditentukan. Jam/arloji ini terbagi dua, yaitu yang menggunakan jarum penunjuk, dan ada yang menggunakan sistem digital.



Gambar 12. Arloji yang menggunakan jarum penunjuk dan digital

b. Stopwatch

Alat ukur waktu yang digunakan untuk ketelitian yang lebih tinggi disebut stopwatch. Biasanya alat ini digunakan untuk olahraga yang membutuhkan kecepatan setinggi mungkin dimana membutuhkan waktu yang sesingkat mungkin dengan ketelitian yang tinggi, seperti lari dan berenang.



sumber: Mailsports.co.uk

Gambar 13.
Stopwatch digital

Ketelitian stopwatch dengan jarum penunjuk bisa mencapai 0,1 detik. Sekarang ini sudah ada stopwatch sistem digital yang bisa mencapai ketelitian 0,01 detik.

Keterangan Mengenai Kalibrasi:

Beberapa alat ukur seperti timbangan/neraca yang berfungsi mengukur massa (berat dalam konteks sehari-hari), ternyata tidak selalu konsisten dan bisa berubah nilai hasil pengukurannya setelah jangka waktu tertentu. Ini mengakibatkan hasil pengukuran menjadi tidak benar dan menyimpang dari yang seharusnya. Penyimpangan nilai bisa terjadi karena adanya karat atau korosi pada alat timbangan, baterai yang sudah lemah pada arloji yang kita gunakan, atau tumbukan/benturan pada alat ukur tersebut.

Untuk mengatasi penyimpangan ini, perlu dilakukan kalibrasi ulang terhadap alat ukur tersebut. Kalibrasi merupakan suatu kegiatan yang diperlukan agar alat ukur tersebut sesuai dengan standar acuan nasional maupun internasional yang telah ditentukan.

Di Indonesia ada Lembaga yang khusus menangani masalah kalibrasi, yaitu Lembaga Metrologi Nasional yang terdapat di Pusat Penelitian Kalibrasi Instrumen dan Metrologi LIPI (Puslit KIM LIPI) di Kompleks Puspipstek Gedung 420, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia.

B. Satuan Internasional

Satuan Internasional merupakan satuan-satuan yang secara resmi digunakan secara universal di seluruh dunia. Satuan Internasional antara lain:

- Kilogram (ditulis kg) untuk besaran massa.
- Meter (ditulis m) untuk besaran panjang.
- Detik atau sekon (ditulis det atau s) untuk besaran waktu.

Sebelum menggunakan satuan sistem internasional, perlu mengubah satuan yang belum sesuai dengan SI (sistem internasional) menjadi satuan sistem internasional terlebih dahulu. Untuk itu perlu mengetahui tangga konversi satuan pengukuran berikut.

Konversi satuan terbagi dua, yaitu konversi berdasarkan tingkatan atau tangga, dan konversi secara paralel.

- **Konversi tangga** merupakan konversi dengan satuan yang sejenis, tapi berbeda dalam skala ukuran. Misalnya $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$, menggunakan satuan yang sejenis yaitu gram, namun berbeda dalam skala, karena yang satu menggunakan skala kilogram, sementara yang lain menggunakan skala gram.
- **Konversi paralel** merupakan pengubahan satuan antara satuan yang tidak sejenis. Misalnya $1 \text{ inci} = 2,54 \text{ cm}$, menggunakan satuan yang tidak sejenis, yaitu satuan inci yang biasa digunakan di Inggris dan Amerika, dan satuan cm merupakan satuan yang biasa digunakan secara universal di berbagai daerah.

Apabila ingin mengubah suatu satuan ke dalam satuan lain secara bertingkat (konversi tangga), maka kalikan 10 dan kelipatannya (atau sebaliknya, bagikan 10 dan kelipatannya untuk arah yang berlawanan) setiap melalui satu tangga.

Konversi Satuan-satuan dalam SI melalui Tangga konversi :

1. Konversi bilangan dari skala yang lebih besar ke skala yang lebih kecil

- a. Setiap turun satu langkah, maka bilangan tersebut harus dikalikan 10.

Contoh:

Satuan centimeter (cm) hendak diubah dengan diturunkan satu tingkat menjadi milimeter (mm), maka harus melalui 1 tangga konversi, sehingga harus dikalikan 10.

→ **Jadi $1 \text{ cm} = 1 \times 10 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$**

- b. Setiap turun dua langkah, maka bilangan tersebut harus dikalikan 100

Contoh:

Satuan meter (m) hendak diubah dengan diturunkan dua tingkat menjadi centimeter (cm), maka harus melalui dua tangga konversi, sehingga harus dikalikan 100.

→ **Jadi $1 \text{ m} = 1 \times 100 \text{ cm} = 100 \text{ cm}$**

- c. Setiap turun tiga langkah, maka bilangan tersebut harus dikalikan 1.000.

Contoh:

Satuan kilometer (km) hendak diubah dengan diturunkan tiga tingkat menjadi meter (m), maka harus melalui tiga tangga konversi, sehingga harus dikalikan 1.000.

→ **Jadi $1 \text{ km} = 1 \times 1.000 \text{ m} = 1.000 \text{ m}$**

2. Konversi bilangan dari skala yang lebih kecil ke skala yang lebih besar

- a. Setiap turun satu tangga, maka bilangan tersebut harus dibagi 10

Contoh:

Satuan milimeter (mm) hendak diubah dengan diturunkan satu tingkat menjadi centimeter (cm), maka harus melalui satu tangga konversi, sehingga harus dibagi 10.

→ **Jadi $1 \text{ mm} = 1 \text{ cm} : 10 = 0,1 \text{ cm}$**

- b. Setiap turun dua tangga, maka bilangan tersebut harus dibagi 100

Contoh:

Satuan centimeter (cm) hendak diubah dengan diturunkan dua tingkat menjadi meter (m), maka harus melalui dua tangga konversi, sehingga harus dibagi 100.

→ **Jadi $1 \text{ cm} = 1 \text{ m} : 100 = 0,01 \text{ m}$**

- c. Setiap turun tiga tangga, maka bilangan tersebut harus dibagi 1.000

Contoh:

Satuan gram (g) hendak diubah dengan diturunkan tiga tingkat menjadi kilogram (kg), maka harus melalui tiga tangga konversi, sehingga harus dibagi 1.000.

→ **Jadi $1 \text{ g} = 1 \text{ kg} : 1.000 = 0,001 \text{ kg}$**

Satuan SI diperlukan karena pada zaman dulu, saat belum ada satuan yang baku secara internasional, terdapat begitu banyak satuan dari berbagai daerah, hingga sulit dilakukan pengukuran yang benar, karena setiap satuan harus dikonversikan ke satuan lainnya. Hingga pada sekitar tahun 1866 di Perancis diresmikan sistem satuan yang diharapkan bisa bersifat universal dan diterima secara internasional. Satuan tersebut disebut sistem internasional disingkat SI.

Besaran	Satuan	Lambang
Panjang	meter	m
Massa	kilogram	kg
Waktu	sekon	detik
Suhu	kelvin	K
Kuat Arus	ampere	A
Intensitas Cahaya	candela	Cd
Jumlah Zat	mol	mol

Tabel 1.1. Besaran Pokok dan Satuan dalam SI Beserta Lambang Satuannya

Apa saja keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan satuan SI tersebut? Berikut ini beberapa keuntungan tersebut.

- a. Mudah menggunakannya, karena tidak perlu melakukan konversi satuan lagi.

- b. Mudah memperoleh alat ukur di berbagai daerah, karena sudah diakui secara internasional.
- c. Satuan SI memiliki skala ukuran dari yang paling rendah hingga paling tinggi. Misalnya satuan panjang memiliki satuan SI, yaitu meter. Untuk skala ukuran tinggi, meter bisa dikonversikan menjadi dekameter, hektometer atau kilometer dengan mudah, yaitu dengan membagi 10 untuk setiap tingkat kenaikan tingkat. Begitu juga untuk skala ukuran rendah meter bisa dikonversikan menjadi desimeter, centimeter hingga milimeter dengan cara mengalikan 10 untuk setiap penurunan tingkat.

LATIHAN 4

1. Apa yang dimaksud dengan satuan Sistem Internasional?
2. Apa saja satuan Sistem Internasional untuk beberapa besaran pokok, seperti massa, panjang dan waktu?
3. Apa saja satuan Sistem Internasional untuk besaran turunan, seperti massa jenis, kecepatan, luas dan volume?
4. Berapa nilai satuan Sistem Internasional untuk benda yang diketahui bermassa 67 gram?
5. Berapa nilai satuan Sistem Internasional untuk waktu tempuh kendaraan bermotor dari kota Jakarta ke Bandung selama 3,5 jam?

C. Konversi Satuan

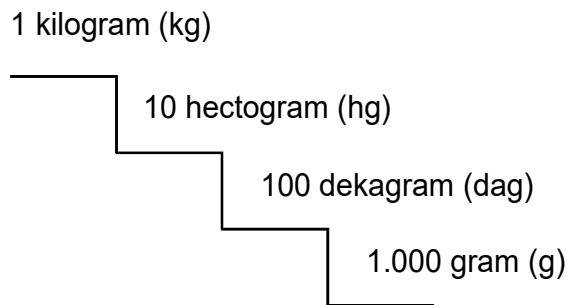
Konversi satuan merupakan pengubahan bentuk/jenis satuan yang satu ke satuan yang lain dalam besaran yang sama. Konversi satuan bertujuan agar:

- Standar pengukuran tetap terjaga hingga tidak terjadi penyimpangan.
- Mempermudah ukuran dari skala besar ke skala kecil, begitu juga sebaliknya.
- Standar pengukuran dapat bersifat universal untuk semua daerah di dunia.
- Mempermudah pengubahan dari satuan yang tidak sejenis, seperti satuan baku ke satuan yang tidak baku, dan sebaliknya.

Mengkonversi satuan artinya mengubah satuan yang satu ke satuan yang lain sesuai aturan baku yang ditentukan. Misalnya 1 km jika dikonversikan ke satuan meter menjadi 1.000 m, 1 kg = 1.000 g, 1 cm = 0,01 m, dan contoh lainnya. Konversi satuan bisa dilakukan antara satuan yang sejenis namun berbeda skala ukuran, seperti dari meter ke centimeter, tapi bisa juga dari satuan yang tidak sejenis, seperti dari meter ke inci.

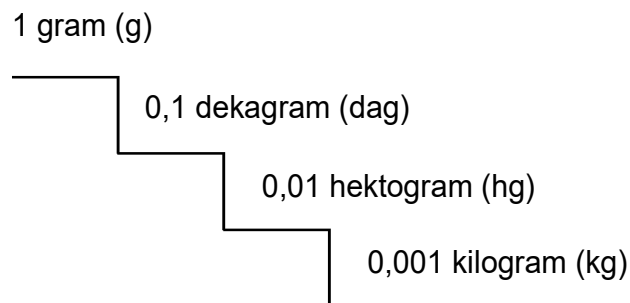
Berikut ini beberapa tangga konversi dari satuan massa, panjang, luas, dan volume:

1. Massa



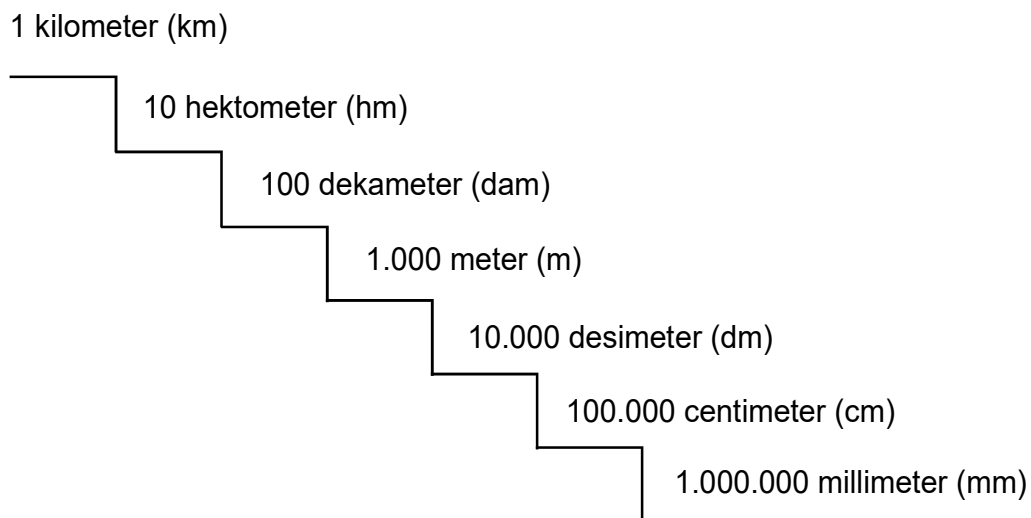
$$1 \text{ kg} = 10 \text{ hg} = 100 \text{ dag} = 1.000 \text{ g}$$

Jika dibalik susunannya menjadi:



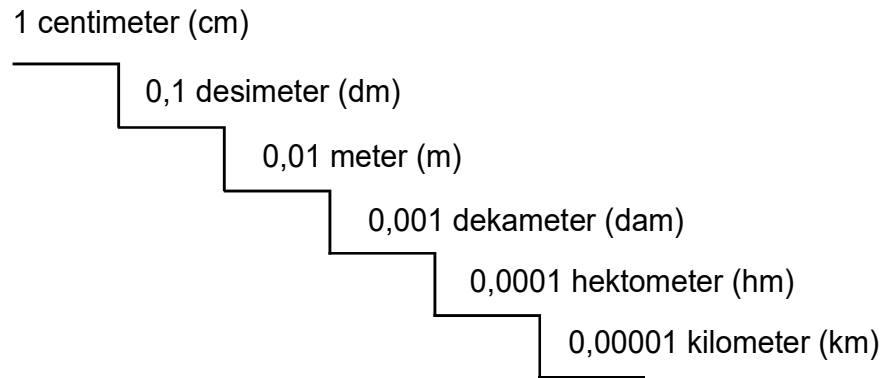
$$1 \text{ g} = 0,1 \text{ dag} = 0,01 \text{ hg} = 0,001 \text{ kg}$$

2. Panjang



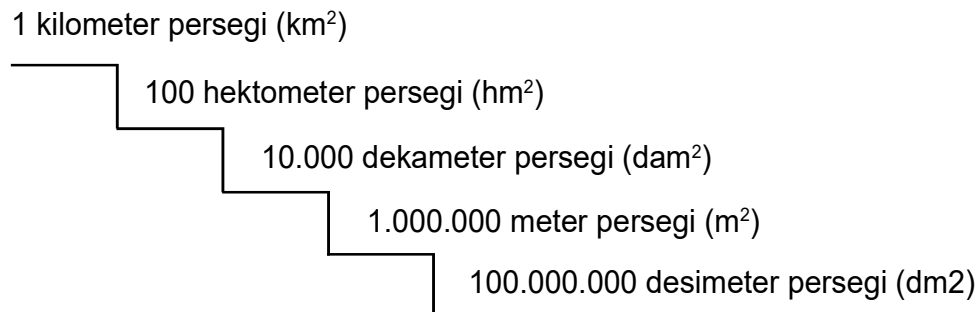
$$1 \text{ km} = 10 \text{ hm} = 100 \text{ dam} = 1.000 \text{ m} = 10.000 \text{ dm} = 100.000 \text{ cm} = 1.000.000 \text{ mm}$$

Jika dibalik susunannya menjadi:



$$1 \text{ cm} = 0,1 \text{ dm} = 0,01 \text{ m} = 0,001 \text{ dam} = 0,0001 \text{ hm} = 0,00001 \text{ km}$$

3. Luas



$$1 \text{ km}^2 = 100 \text{ hm}^2 = 10.000 \text{ dam}^2 = 1.000.000 \text{ m}^2 = 100.000.000 \text{ dm}^2$$

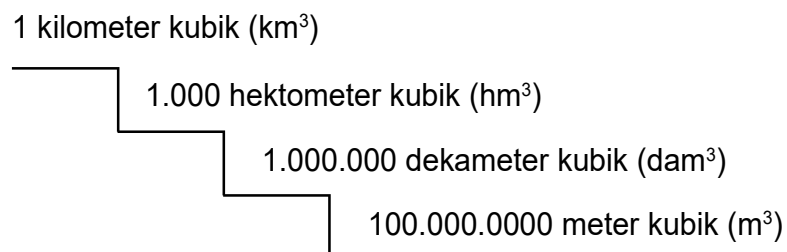
Keterangan:

Satuan meter persegi sering juga disebut sebagai satuan are sebagai berikut:

$$1 \text{ are} = 1 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ ha} = 1 \text{ hektar} = 1 \text{ hm}^2 = 10.000 \text{ are} = 10.000 \text{ m}^2$$

4. Volume



$$1 \text{ km}^3 = 1.000 \text{ hm}^3 = 1.000.000 \text{ dam}^3 = 1.000.000.000 \text{ m}^3$$

Beberapa satuan dari besaran volum yang lain, misalnya

1 liter (ditulis L) = 1 dm^3

1 cc (centimeter cubic) = $1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3 = 1 \text{ mL}$

Catatan: Perhatikan bahwa jika susunan tangga konversi dibalik, maka angka nol berpindah ke kiri

PENUGASAN 2

Sebagian dari tangga konversi satuan pengukuran di atas belum lengkap (setiap anak tangga secara lengkap terdiri dari satuan dari skala besar ke skala kecil, seperti berikut: kilo – hekto – deka – (satuan inti) – desi – centi – mili). Lengkapi tangga tersebut hingga semua satuan lengkap!

Contoh soal:

Diketahui bahwa tinggi badan seorang pemain basket 215 cm. Berapa tinggi badan pemain basket tersebut dalam satuan SI?

Jawab:

Satuan SI untuk panjang adalah meter (m)

Tinggi badan si pemain basket $215 \text{ cm} = 2,15 \text{ m}$.

LATIHAN 5

1. Nyatakan ke dalam SI (satuan internasional):

- | | |
|---------------|-------------------------|
| a. 300 cm | e. 90 cm^2 |
| b. 7.000 gram | f. 8.500 mm^2 |
| c. 12 hg | g. 1 km^3 |
| d. 6.000 mm | h. 25 dm^3 |

2. Isilah titik berikut ini!

- | | |
|---|--|
| a. $1 \text{ kg} = \dots\dots\dots\text{g}$ | e. $5 \text{ cc} = \dots\dots\dots\text{L}$ |
| b. $1 \text{ g} = \dots\dots\dots\text{kg}$ | f. $4 \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots\text{cc}$ |
| c. $3 \text{ ton} = \dots\dots\dots\text{kg}$ | g. $9 \text{ L} = \dots\dots\dots\text{cc}$ |
| d. $1 \text{ L} = \dots\dots\dots\text{mL}$ | |



D. Besaran Turunan

Besaran turunan merupakan besaran yang mengandung 2 atau lebih besaran pokok, misalnya besaran luas, volume, dan kecepatan. Pada satuan luas dan volum menggunakan bilangan berpangkat. Sementara pada besaran kecepatan menggunakan bilangan berbagi.

Konversi Bilangan Berpangkat

a. Satuan Luas

Luas Persegi Panjang, → dilakukan pengukuran terhadap panjang dan lebar terlebih dahulu, diikuti dengan penghitungan luas:

$$\begin{aligned}\text{Luas Persegi Panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= (p) \text{ m} \times (l) \text{ m} = (p \times l) \text{ m}^2\end{aligned}$$

Apabila satuan m^2 akan dikonversikan ke dalam satuan cm^2 , cara mengubahnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}1 \text{ m}^2 &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \\ &= 10.000 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Apabila satuan m^2 akan dikonversikan ke dalam dm^2 , cara mengubahnya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}1 \text{ m}^2 &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 10 \text{ dm} \times 10 \text{ dm} \\ &= 100 \text{ dm}^2\end{aligned}$$

Apabila satuan m^2 akan dikonversikan ke dalam satuan km^2 , cara mengubahnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}1 \text{ m}^2 &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,001 \text{ km} \times 0,001 \text{ km} \\ &= 0,000 \text{ 001 km}^2\end{aligned}$$

b. Satuan Volume

Volume balok, → dilakukan pengukuran terhadap panjang, lebar dan tinggi, diikuti dengan penghitungan volume:

$$\begin{aligned}\text{Volume balok} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= (p) \text{ m} \times (l) \text{ m} \times (t) \text{ m} = (p \times l \times t) \text{ m}^3\end{aligned}$$

Apabila satuan km^3 akan dikonversikan ke dalam satuan m^3 , cara mengubahnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}1 \text{ km}^3 &= 1 \text{ km} \times 1 \text{ km} \times 1 \text{ km} \\ &= 1.000 \text{ m} \times 1.000 \text{ m} \times 1.000 \text{ m} \\ &= 1.000.000.000 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Apabila satuan m^3 akan dikonversikan ke dalam satuan cm^3 , cara mengubahnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}1 \text{ m}^3 &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\&= 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \\&= 1.000.000 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Apabila satuan cm^3 akan dikonversikan ke dalam satuan m^3 , cara mengubahnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}1 \text{ cm}^3 &= 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \\&= 0,01 \text{ m} \times 0,01 \text{ m} \times 0,01 \text{ m} \\&= 0,000,001 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Konversi Bilangan Berbagi

c. Satuan Kecepatan

Besaran kecepatan (atau kelajuan) dapat diukur melalui pengukuran secara langsung, yaitu dengan menggunakan speedometer yang terpasang di bagian dashboard mobil/motor. Biasanya satuan kecepatan yang digunakan pada speedometer di negara kita adalah kilometer per jam (km/jam). Beberapa negara di Eropa dan Amerika satuannya mil/jam (1 mil = 1,609 km)

Pengukuran kecepatan (atau kelajuan) bisa dilakukan secara tidak langsung, yaitu dengan cara mengukur jarak tempuh (besaran panjang) dibagi waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut, misalnya jarak tempuh dalam satuan km dan waktu dalam satuan jam, maka :

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan} &= \text{jarak} : \text{waktu} \\&= (\text{s}) \text{ km} : (\text{t}) \text{ jam} = (\text{s/t}) \text{ km/jam}\end{aligned}$$

Apabila satuan km/jam hendak dikonversikan ke dalam satuan m/det (meter/ detik), maka cara mengubahnya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}1 \text{ km/jam} &= 1 \text{ km} : 1 \text{ jam} \\&= 1.000 \text{ m} : 3.600 \text{ det} \\&= 10/36 \text{ m/det} \\&= 0,278 \text{ m/det}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi } 1 \text{ m/det} &= 1 \text{ km/jam} : 0,278 \\&= 1 \text{ km/jam} : 10/36 \\&= 36/10 \text{ km/jam} \\&= 3,6 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

LATIHAN 6

1. Ubahlah ke dalam satuan m^2
 - a. 1 km^2
 - b. 1 hm^2
 - c. 1 dm^2
 - d. 10.000 mm^2
 - e. 1.000 are
 - f. 10 hektar
2. Nyatakan ke dalam satuan m^3
 - a. 70 km^3
 - b. 5 dm^3
 - c. 5 L
 - d. $1.000.000 \text{ cm}^3$
 - e. 10.000 mL
 - f. 15 cc
3.
 - a. $8 \text{ km}^2 = \dots\dots\dots \text{cm}^2$
 - b. $12 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{mm}^3$
 - c. $1 \text{ dam}^2 = \dots\dots\dots \text{m}^2$
 - d. $11 \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \text{L}$
 - e. $1 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{cc}$
 - f. $17 \text{ m}^2 = \dots\dots\dots \text{are}$
 - g. $75 \text{ cc} = \dots\dots\dots \text{mL}$
 - h. $25 \text{ km}^2 = \dots\dots\dots \text{hektar}$
 - i. $1 \text{ hm}^3 = \dots\dots\dots \text{m}^3$
 - j. $1.000 \text{ mm}^2 = \dots\dots\dots \text{are}$

E. Mengukur Luas

Untuk mengukur luas suatu bidang, pertama-tama kita perlu mengetahui bentuk bidang tersebut. Misalnya luas persegi panjang dapat diketahui dari sisi-sisinya (panjang x lebar), luas lingkaran dapat diketahui dari jari-jarinya ($\pi \times \text{kuadrat jari-jari}$). Berikut ini cara pengukuran luas beberapa bangun yang teratur bentuknya .

1. Mengukur luas persegi dan persegi panjang

Mengukur luas bentuk persegi dan persegi panjang tidak bisa dilakukan secara langsung, namun pertama-tama mengukur panjang dan lebar sisi-sisi persegi tersebut.

Contoh:

Suatu bentuk persegi panjang panjangnya $p = 50$ cm, dan lebarnya $l = 20$ cm, maka luas bidang persegi panjang tersebut

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= p \times l \\ &= 50 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \\ &= 1.000 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

2. Mengukur lingkaran

Mengetahui luas bentuk lingkaran bisa dilakukan jika jari-jari atau diameter lingkaran tersebut sudah diketahui melalui pengukuran.

Contoh:

Suatu bentuk lingkaran diukur diameternya $d = 20$ cm atau jari-jari $r = d/2 = 20/2 = 10$ cm, maka luas bidang lingkaran tersebut

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= \pi \times r \times r \\ &= 3,14 \times 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \\ &= 1.256 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

F. Mengukur Volume

Ada dua cara mengukur volume benda, yaitu :

1. Mengukur Langsung

a. Pengukuran volume zat cair

Pengukuran volume zat cair dapat dilakukan secara langsung, yaitu dengan memasukkan zat cair tersebut ke dalam gelas ukur (atau gelas pengukur volume yang biasa digunakan untuk menentukan jumlah bahan dalam memasak kue), kemudian baca skala pada gelas ukur tepat pada permukaan zat cair.

b. Pengukuran volume benda padat secara langsung berlaku pada benda-benda yang teratur bentuknya maupun yang tidak teratur, yaitu dengan menggunakan gelas ukur. Benda-benda yang teratur misalnya : benda berbentuk balok, kubus, silinder, bola, kerucut.

2. Mengukur Volume Benda Padat dengan Gelas ukur

Pengukuran volume benda-benda padat yang teratur maupun tidak teratur bentuknya

dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan gelas ukur. Berikut ini cara yang perlu dilakukan dalam melakukan pengukuran dengan menggunakan gelas ukur:

- a. Jika benda yang akan diukur berukuran kecil hingga bisa dimasukkan ke dalam gelas ukur, maka pengukuran bisa langsung dilakukan dengan mencelupkan benda tersebut ke dalam gelas ukur yang telah diisi air dalam jumlah atau volume tertentu, misalnya 100 mL.



Gambar 14. Gelas ukur

Selanjutnya catat perubahan volume yang terjadi pada skala ukuran, misalnya air naik hingga pada ukuran 120 mL.

Volume benda yang akan diukur di dalam gelas ukur bisa diketahui dengan menghitung selisih antara volume air V_1 sebelum dicelupkan benda, dan V_2 sesudah dicelupkan benda. Pada contoh ini volume benda diperoleh:

$$\begin{aligned}\text{Volume benda} &= V_2 - V_1 \\ &= 120 \text{ mL} - 100 \text{ mL} \\ &= 20 \text{ mL}\end{aligned}$$

- b. Jika benda yang hendak diukur berukuran besar hingga tidak bisa muat ke dalam gelas ukur, maka memerlukan suatu bejana yang lebih besar (atau gelas berpancur) untuk melakukan pengukuran. Selanjutnya masukkan benda padat yang hendak diukur ke dalam bejana yang terisi air penuh. Luapan air dari bejana tersebut ditampung di dalam bejana yang lebih besar. Selanjutnya air luapan di dalam bejana yang lebih besar dimasukkan ke dalam gelas ukur. Dengan mengamati permukaan air di dalam gelas ukur tersebut yang berimpit dengan skala ukur pada gelas ukur tersebut bisa terbaca volume benda tersebut.

Catatan:

Beberapa benda begitu ringan hingga saat dicelupkan di air tidak tenggelam tapi mengambang/mengapung. Hal ini menyebabkan tidak seluruh permukaan benda tertutup air hingga jumlah zat cair yang dipindahkan ke tempat lain juga berkurang. Untuk mengatasi hal ini benda yang mengapung tersebut perlu ditekan dengan menggunakan ujung jari atau lidi hingga seluruh permukaannya tertutup air. Lakukan secara hati-hati hingga ujung jari atau lidi tidak tercelup ke dalam air, karena bisa mempengaruhi jumlah zat cair yang dipindahkan.

LATIHAN 7

1. Hasil pengukuran dengan menggunakan gelas ukur terhadap suatu benda yang tak beraturan bentuknya, diperoleh hasil berdasarkan yang tampak pada garis skala ukuran pada gelas ukur tersebut senilai 70 mL. Jika tidak dicelupkan benda tersebut ke dalam gelas ukur, maka permukaan tampak pada garis ukuran senilai 35 mL. Berapa volume benda tak beraturan tersebut?
2. Ambil sebuah batu (batu kali atau jenis lainnya) dan ukur volumenya dengan menggunakan gelas ukur dan diperoleh bahwa zat cair yang berpindah sebanyak 45 mL. Selanjutnya seluruh permukaan batu tersebut dibungkus dengan plastik yang volumenya terukur 5 mL dan dicelupkan ke dalam gelas ukur. Hasil pengamatan terhadap jumlah zat cair yang dipindahkan diperoleh nilai 60 mL. Apa yang terjadi dengan volum batu yang terbungkus plastik tersebut? Mengapa volumenya seolah-olah bertambah?

2. Menghitung Hasil Pengukuran

Untuk mengukur volume benda padat yang berbentuk teratur, bisa dilakukan secara tidak langsung, yaitu dengan mengukur panjang, lebar, tinggi, dan/atau jari-jari (atau diameter), kemudian menghitung volumenya sebagai berikut:

a. Balok,

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

b. Kubus,

$$\text{Volume} = \text{sisi} \times \text{sisi} \times \text{sisi}$$

c. Silinder,

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Luas alas} \times \text{tinggi} \\ &= 3,14 \times \text{jari-jari}^2 \times \text{tinggi}\end{aligned}$$

d. Kerucut,

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Luas alas} \times \frac{1}{3} \text{ tinggi} \\ &= 3,14 \times \text{jari-jari}^2 \times \frac{1}{3} \text{ tinggi}\end{aligned}$$

e. Bola,

$$\text{Volume} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times \text{jari-jari}^3$$

PENUGASAN 3

(a) Ambil salah satu alat ukur di sekitar, seperti meteran atau timbangan. Kemudian konversikan menjadi satuan yang berbeda.

Misalnya:

- 1) Suatu mistar panjangnya 30 cm. ubahlah menjadi satuan meter. Selanjutnya ubahlah menjadi satuan inci, jika dianggap 1 inci = 2,5 cm.
 - 2) Tentukan ukuran maksimum dari suatu timbangan di sekitar, kemudian konversikan ke dalam satuan internasional.
- (b) Konversikan satuan alat ukur di sekitar ke dalam satuan jengkal sesuai dengan ukuran jengkal pada tangan Anda. Berapa jengkal alat ukur meteran tersebut? Bandingkan dengan hasil yang diperoleh teman Anda! Adakah perbedaan antara hasil pengukuran Anda dengan teman Anda?

Contoh soal:

Sebutkan beberapa satuan pengukuran yang bukan satuan baku!

Jawab:

Jengkal, hasta, kaki, cangkir (contohnya secangkir the), gelas (segelas air), dan lainnya.

LATIHAN 8

1. Berapa Satuan Internasional untuk 1 inci jika diketahui 1 inci = 2,54 cm?
2. Berapa Satuan Internasional untuk 1 kaki jika diketahui 1 kaki = 30,48 cm?
3. Berapa Satuan Internasional untuk 1 mil jika diketahui 1 mil = 1,6 km?
4. Berapa Satuan Internasional untuk 1 galon jika diketahui 1 galon = 3,78 liter? (1 liter = 1 dm³)
5. Berapa Satuan Internasional untuk 1 yard jika diketahui 1 yard = 93 cm?

RANGKUMAN

1. Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dengan cara dibandingkan, memiliki satuan dan dinyatakan dengan angka-angka (atau nilai).
2. Satuan adalah pembanding di dalam mengukur suatu besaran.
3. Mengukur adalah membandingkan besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditetapkan sebagai satuan.

UJI KOMPETENSI

1. Apa yang dimaksud dengan besaran? Mengapa besaran pada umumnya harus mempunyai satuan?
2. Apa perbedaan antara satuan baku dengan tak baku?
3. Mengapa satuan baku diakui secara luas pada berbagai daerah?
4. Mengapa satuan tak baku tidak dapat digunakan di berbagai daerah?
5. Ubahlah ke dalam satuan SI:
a. 200 inci b. 850 ons c. 150 mL
6. Apa saja yang dimaksud besaran panjang? Sebutkan beberapa satuan panjang!
7. Apa saja yang dimaksud besaran massa? Sebutkan beberapa satuan massa!
8. Apa yang dimaksud satuan baku? Sebutkan beberapa contoh satuan baku!
9. Apa yang dimaksud satuan tak baku? Apa saja contoh satuan tak baku?
10. Dapatkah satuan tak baku ditetapkan menjadi satuan baku? Jelaskan jawaban Anda!
11. Berikut ini merupakan satuan baku, yaitu:
a. Depa dan jengkal b. Meter dan detik
c. Hasta dan jempol d. Gayung dan langkah
12. Pilihlah di antara besaran-besaran di bawah ini yang merupakan besaran pokok!
a. Jempol, jengkal b. Luas, volume
c. Massa, panjang d. Meter, gram
13. Pilihlah di antara besaran-besaran di bawah ini yang merupakan besaran turunan!
a. Jempol, jengkal b. Luas, volume c. Massa, panjang d. Meter, gram

14. Yang mana di antara satuan-satuan di bawah ini yang merupakan satuan SI?
- Liter, are, kwintal
 - Luas, volum, kecepatan
 - Panjang, waktu, massa
 - Kilogram, detik, meter
15. Yang mana di antara satuan-satuan di bawah ini yang bukan merupakan satuan SI?
- Gayung, depa, kwintal
 - Luas, volume, kecepatan
 - Panjang, waktu, berat
 - Kilogram, detik, meter
16. Hasil pengukuran terhadap luas sebidang tanah adalah 10 hektar. Jika menggunakan satuan internasional menjadi
- 10 m^2
 - 1.000 m^2
 - 100.000 m^2
 - $10.000.000 \text{ m}^2$
17. Berdasarkan spesifikasi pada botol minuman. suatu botol minuman berisi air minum sebanyak 330 mL. Dalam satuan SI menjadi
- 33 m^3
 - $3,3 \text{ m}^3$
 - $0,033 \text{ m}^3$
 - $0,00033 \text{ m}^3$
18. Suatu buku ditimbang beratnya 2,5 ons. Dengan menggunakan satuan internasional menjadi
- 0,25 kg
 - 2,5 kg
 - 1 kg
 - 2 kg
19. Panjang suatu mistar 12 inci, setara dengan kira-kira
- 0,3 m
 - 3 m
 - 30 m
 - 300 m
20. Diketahui sebidang tanah seluas 2 ha, akan digunakan sebagai lahan pertanian. Luas lahan tersebut setara dengan
- 2 m^2
 - 200 m^2
 - 20.000 m^2
 - $2.000.000 \text{ m}^2$

Kunci Jawaban

- (B) Meter dan detik
- (C) Massa, panjang
- (B) Luas, volume
- (D) Kilogram, detik, meter
- (A) Gayung, depa, kwintal

Soal lainnya, agar dikerjakan secara mandiri atau kerja kelompok

Penilaian

Penilaian pengetahuan dengan memberi skor pada setiap soal. Jawaban yang benar memperoleh skor 1, yang salah skor 0. Selanjutnya membagi jumlah skor dengan jumlah soal dikalikan 100%

$$\text{Nilai Skor} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah soal}} \times 100\%$$

KRITERIA PINDAH MODUL

Peserta didik dianggap lulus dari modul ini dan bisa pindah ke modul berikutnya adalah bila capaian kompetensi minimal 70%, dengan indikator nilai penguasaan dan menjawab soal minimal 70 untuk skala 100.



Daftar Istilah

Besaran – Merupakan suatu gejala alam yang mempunyai skala ukuran tertentu dan dapat dibandingkan dengan suatu satuan.

Satuan – Merupakan suatu standar ukuran dengan susunan angka-angka teratur yang dapat menggambarkan suatu besaran.

Besaran pokok – Merupakan besaran dasar dalam menggambarkan gejala alam yang dapat berdiri sendiri dan tidak bergantung pada besaran lain.

Besaran turunan – Merupakan besaran yang tersusun atau terbentuk dari beberapa besaran pokok sebagai pendukung



Daftar Pustaka

_____, Permendikbud No.23 Tahun 2016, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016.

_____, Permendikbud No.24 Tahun 2016, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016.

_____, Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid.1, Grolier, 2011

_____, Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid.2, Grolier, 2011

_____, Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid 3, Grolier, 2011

_____, Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid.4, Grolier, 2011

_____, Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid.5, Grolier, 2011

Bueche F.J., Fisika Edisi ke-7 Seri Buku Schaum, Erlangga, 1992.

Alonso M – Finn E., Dasar-Dasar Fisika Universitas: Mekanika dan Termodinamika jilid 1 Edisi ke-2, Erlangga, 1992.

<https://bukalapak.com/>

<https://tokopedia.com/>

<https://alatlaboratorium.wordpress.com/>

<https://instrumen.blogspot.com/>

<https://fisikazone.com/>

<https://bacajuga.com/>

<https://en.wikipedia.org/>

<https://lesprivatsurabaya.wordpress.com/> - 16 Maret 2015

<https://usaha321.net/> - 8 Juni 2016

<https://www.proprofs.com/>

<https://scienceismylife.wordpress.com/2012/10/21/Panjang/>

<https://rubrik.okezone.com/> - 22 Juli 2016

<https://wisatafisika.blogspot.com/>



Profil Penulis

Nama Lengkap : Ir. Muhamad Noval
Jabatan : Pamong Belajar Muda
Alamat Kantor : BP PAUD dan Dikmas Jawa Timur
Jl. Gebang Putih 10 Sukolilo, Surabaya
Telp/Fax : (031) 592 597 2 - 594 510 1
Alamat email : muhamadnoval0707@gmail.com
No HP : 0815 5320 7351/0852 0486 8148
Riwayat Pendidikan :
1991 Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
2017 Program Studi Pendidikan Agama Islam Pascasarjana Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Pengalaman Penelitian :

2007 Model Pendidikan Sadar Lingkungan Melalui Life Skills Biogas
2007 Kajian Kinerja PKBM di Jawa Timur
2008 Pendidikan Sadar Lingkungan Melalui Kecakapan Hidup Berbasis Biogas Sebagai Rintisan Pembentukan Kampung PNF
2009 Pengembangan Model Kursus Kewirausahaan dengan Pola Pembelajaran Integral yang Memberdayakan Potensi Lokal dan Berwawasan Lingkungan
2010 Model Pendampingan Institusional Penyelenggaraan Kursus Kewirausahaan dengan Memberdayakan Potensi Lokal dan Berwawasan Lingkungan
2011 Model Enam Fitur Inti untuk Pendidikan Kewirausahaan Masyarakat
2012 Model Rumah Usaha Serumpun
2013 Model Pendidikan Kewirausahaan Masyarakat Effectuation
2014 Ketokan Motivasi Kewirausahaan Sebagai Model Pendidikan Kewirausahaan Masyarakat Effectuation
2015 Model Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) dalam Peningkatan Kapasitas Kelembagaan PKBM
2016 Pengembangan Program Kemitraan Keluarga dengan Satuan PAUD Wilayah Pesisir Madura
2017 Model Pendidikan Kecakapan Wirausaha Pengolahan Hasil Laut di Kabupaten Probolinggo