

MODUL 1

Pengukuran

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



Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2021

MODUL 1



Pengukuran

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



Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2021

Hak Cipta © 2017 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Dilindungi Undang-Undang

Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog dalam Terbitan (KDT)

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Paket B Tingkatan III
Modul Tema 1 : Pengukuran

- **Penulis:** Drs. Dwi Sudarmanto; M. Heru Iman Wibowo, S.Si
- Diterbitkan oleh: Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan,
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat,
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018

iv+ 40 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

ISBN 978-623-7450-22-1

Edisi Revisi Tahun 2021

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar serta didesain sesuai kurikulum 2013. Selain itu 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 di mana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang disajikan. 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 Jenderal 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
Petunjuk Penggunaan Modul dan Kriteria Ketuntasan Pembelajaran ..	1
Tujuan Pembelajaran Modul	2
Pengantar Modul.....	3
UNIT 1 ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN PENGUKURAN	4
Uraian Materi	4
Penugasan Unit 1	6
UNIT 2 BESARAN DAN SATUAN DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI⁷	
Uraian Materi	7
A. Pengertian Satuan Baku dan Satuan Tak Baku	7
B. Alat Ukur	10
C. Konversi Satuan	17
D. Langkah-langkah Konversi Satuan	19
E. Konversi Bilangan	22
F. Mengukur Luas	24
G. Mengukur Volume	25
Penugasan Unit 2	25
Rangkuman	27
Soal Latihan	28
Kunci Jawaban dan Pembahasan	30
Penilaian	35
Kriteria Pindah Modul	38
Daftar Istilah	39
Daftar Pustaka	39
Profil Penulis	40



PENGUKURAN



Petunjuk Penggunaan Modul dan Kriteria Ketuntasan Pembelajaran

Modul ini berjudul “Pengukuran”. Sebelum mempelajari modul ini, peserta didik perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Belajar dengan modul ini, keberhasilannya tergantung dari ketekunan peserta didik dalam memahami langkah-langkah belajarnya.
2. Belajar dengan modul ini dapat dilakukan secara mandiri atau kelompok.
3. Perhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini:
 - a. Usahakan peserta didik memiliki modul sebagai bahan utama dalam memahami materi
 - b. Baca dan pahami benar-benar tujuan yang terdapat dalam modul ini.
 - c. Bacalah dengan cermat sampai bagian pengantar hingga peserta didik memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa dan bagaimana mempelajari modul ini.
 - d. Bila peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari modul ini, diskusikan dengan teman atau tanyakan pada tutor saat tatap muka.
 - e. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber-sumber lain yang relevan.
 - f. Mantapkan pemahaman peserta didik dengan mengerjakan tugas yang ada dalam modul ini dan perhatikan rubrik penilaiannya.
 - g. Jangan lewatkan untuk menjawab soal-soal latihan didalam modul ini.
 - h. Periksa hasil latihan peserta didik dengan mencocokkan pada kunci jawaban yang tersedia. Dan bila ada jawaban yang belum benar, pelajari lagi materi yang bersangkutan.
 - i. Bila dalam tes akhir modul peserta didik dapat mencapai nilai 70, maka peserta didik dapat melanjutkan untuk mempelajari modul berikutnya.

Modul ini merupakan salah satu sumber belajar, sehingga sangat disarankan untuk membaca referensi lain yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Referensi-referensi bacaan yang

terkait materi pembelajaran beberapa dicantumkan pada modul ini, yang dapat dicari di perpustakaan atau website. Hal ini dimaksudkan untuk memperluas wacana pengetahuan peserta didik. Modul ini dirancang atas 2 (dua) unit yang hendaknya dipelajari mulai dari unit pertama hingga terakhir secara berurutan. Setiap unit memuat uraian materi dan penugasan, yang dapat melatih peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah. Selain itu, di dalam modul ini juga memuat penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul secara bertahap.



Tujuan Pembelajaran 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.



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 se-

benarnya 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: sofobadi.com

UNIT 1

ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN PENGUKURAN



URAIAN MATERI

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.

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. 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.

Dalam melakukan pengukuran selalu melibatkan dua hal berikut ini yaitu: besaran dan satuan. Apa yang dimaksud besaran dan satuan?

- Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dengan cara di bandingkan, 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.

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 di bandingkan, di sebut 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 hcangkir atau sloki. Misalnya volume pada gelas besar tersebut senilai 2 cangkir atau 12 sloki (1 cangkir \approx 6 sloki).

Berdasarkan contoh 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.

Catatan Penting:

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.

PENUGASAN UNIT 1

Mengukur Panjang dan Volume

a. Tujuan:

Peserta didik diharapkan mampu:

- Mengukur panjang suatu benda dengan menggunakan penggaris
- Mengukur volume suatu benda dengan menggunakan alat ukur yang tersedia.

b. Media:

- Penggaris, benda-benda di sekitar (buku, pensil, dan lainnya)
- Bejana volume (bejana yang memiliki skala untuk mengukur), gelas, cangkir, zat cair (air, sirup, minyak goreng, dan lainnya)

c. Langkah Penugasan:

Mengukur Panjang

- Ukurlah Panjang buku dan pensil (dan benda lainnya) dengan menggunakan penggaris!

No	Benda yang Diukur	Nilai
1	Pensil	
2	Buku	

- Tuliskan hasil pengukuran Anda kedalam tabel berikut!

Mengukur Volume

- Isi sampai penuh beberapa jenis gelas dengan air, kemudian ukur air tersebut dengan menggunakan bejana volume!
- Tuliskan hasil pengukuranmu ke dalam tabel berikut!

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

UNIT 2

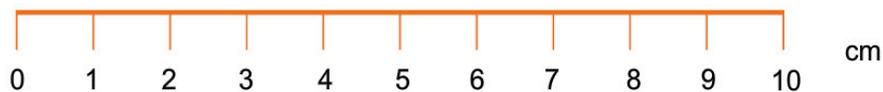
BESARAN DAN SATUAN DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI



URAIAN MATERI

Perhatikan di sekitar kita! Apa yang hendak kita lakukan jika kita hendak mengukur panjang, massa* (yang di maksud adalah 'berat' dalam istilah sehari-hari*), atau waktu? Barang kali 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.



A. Pengertian Satuan Baku dan Satuan Tak Baku

a. Satuan Baku/Satuan Internasional

Satuan baku telah diakui secara internasional, karena hasil pengukurannya selalu tetap biarpun diukur oleh siapapun dan dimanapun berada.

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

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 $11\frac{1}{2} \times 0,025 \text{ m} = 0,2875 \text{ m}$

- (a) 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).
- (b) Tentukan skala pada alat ukur yang biasa kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti meteran atau penggaris, timbangan atau neraca, jam/arloji dan lainnya.

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)

Besaran pokok ada tujuh, antara lain :

- a. Panjang,
- b. Massa,
- c. Waktu,
- d. Suhu,
- e. Kuat arus,
- f. Intensitas cahaya, dan
- g. Jumlah zat.

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

- a. Besaran panjang, juga meliputi lebar, tebal, tinggi, jarak, jari-jari, diameter, keliling.
- b. Besaran massa, atau biasa dikenal sebagai 'berat' dalam konteks kehidupan sehari-hari
- c. 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.

2. Besaran Turunan

Besaran luas : Satuannya meter persegi (disingkat m²)

Besaran volume : Satuannya meter kubik (disingkat m³)

Besaran kecepatan : Satuannya meter per detik (ditulis m/det)

Massa jenis atau berat jenis : Satuannya kilogram per meter kubik (ditulis kg/m³)

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

Contoh :

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

$$\text{Luas} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$(\text{satuannya } m \times m = m^2)$$

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

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \text{ (untuk balok)}$$

$$(\text{satuannya } m \times m \times m = m^3)$$

- c. Kecepatan merupakan kombinasi dari besaran panjang dan besaran waktu.

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}}$$

(satunya m/s)

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



B. Alat Ukur

Beberapa persyaratan yang harus dimiliki sebuah alat ukur, yaitu:

- Konsisten (tidak berubah dan selalu tetap) terhadap pengaruh lingkungan, seperti suhu, kelembaban, tekanan dan lainnya.
- Universal atau dapat diterima dan digunakan di berbagai daerah.
- 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.



Gambar 3. Meter standar

sumber: www.sciencemylife.com

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.

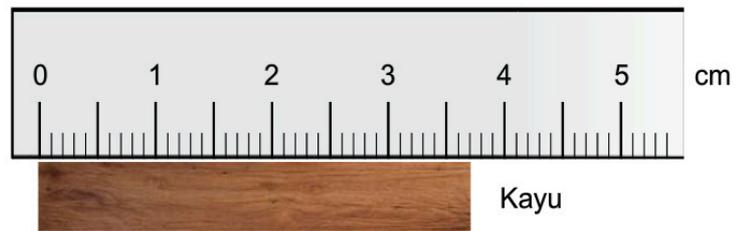
Kelihatannya acuan meter standar di atas masih sulit digunakan karena gas krypton-86 tidak mudah diperoleh. Saat ini satu meter standar diperbaharui lagi, yaitu berdasarkan jarak yang ditempuh cahaya dalam ruang hampa selama seper 299 794 458 detik.

Alat Ukur Panjang ada tiga macam, yaitu :

a. Penggaris

Penggaris yang biasa kita gunakan adalah penggaris yang panjangnya antara 20 cm hingga 30 cm.

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



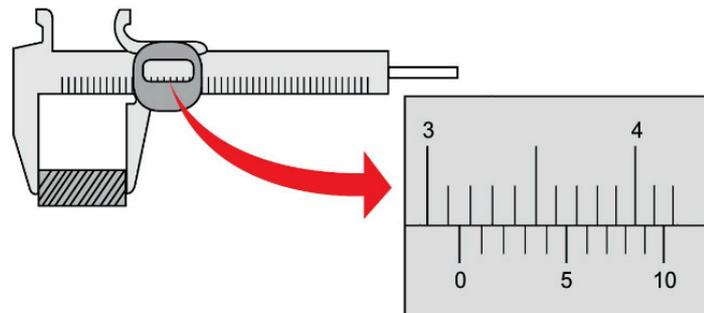
Gambar 4. Penggaris (Panjang kayu di atas = 3,7 cm)

Angka-angka yang tertera pada penggaris 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, penggaris 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 $9 \text{ mm} : 10 = 0,9 \text{ mm}$ (ketelitian 0,1 mm).

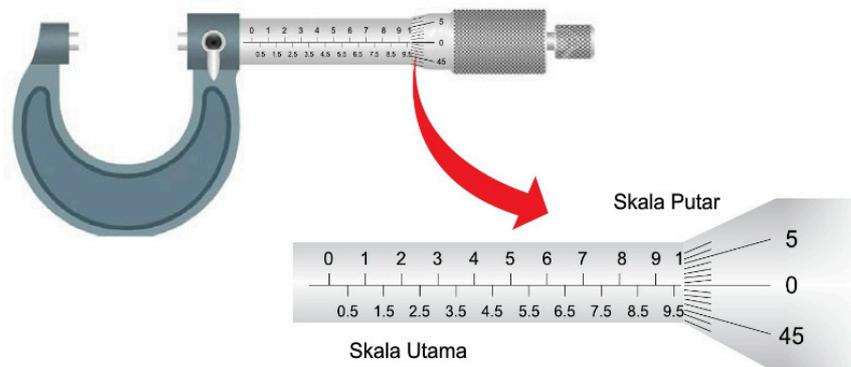
Cara Penggunaan Jangka Sorong:

- 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 berhimpit tersebut menunjukkan nilai hingga satuan terkecil 1 mm. Misalnya nilai 0 pada skala nonius berhimpit 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 berhimpitan dengan garis pada skala utama. Misalnya garis pada skala nonius yang berhimpit 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 berhimpit 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 berhimpit 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 lengan. Cara menggunakan neraca ini dengan cara menggeser-geserkan beban pada tiga lengan neraca hingga diperoleh suatu kesetimbangan.



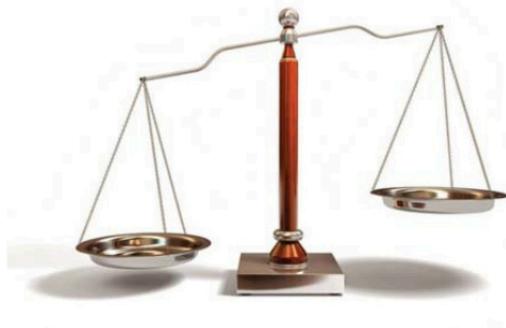
t i g a



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

sumber: tokopedia.com/www.instrumenblogspot.com/www.fisikazone.com

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 suatu waktu yang telah ditentukan. Jam/arloji ini dua, yaitu yang menggunakan jarum penunjuk, dan menggunakan sistem digital.



sumber: www.amazon.com

pada
terbagi

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.

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



sumber: Mailsports.co.uk

Gambar 13.
Stopwatch digital

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, batere 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 Puspiptek Gedung 420, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia.



C. Konversi Satuan

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.

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.

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 cm = 1 x 10 mm = 10 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 m = 1 x 100 cm = 100 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 km = 1 x 1.000 m = 1.000 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 mm = 1 cm : 10 = 0,1 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 cm = 1 m : 100 = 0,01 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 g = 1 kg : 1.000 = 0,001 kg**



D. Langkah-langkah Konversi Satuan

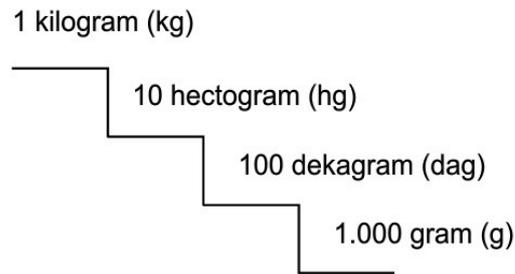
Konversi satuan merupakan pengubahan bentuk/jenis satuan yang satu ke satuan yang lain dalam besaran yang sama. Konversi satuan bertujuan agar:

- 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.

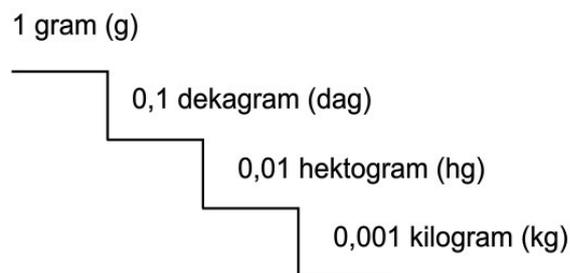
Berikut ini beberapa tangga konversi dari satuan massa, panjang, luas, dan volume:

1. Massa



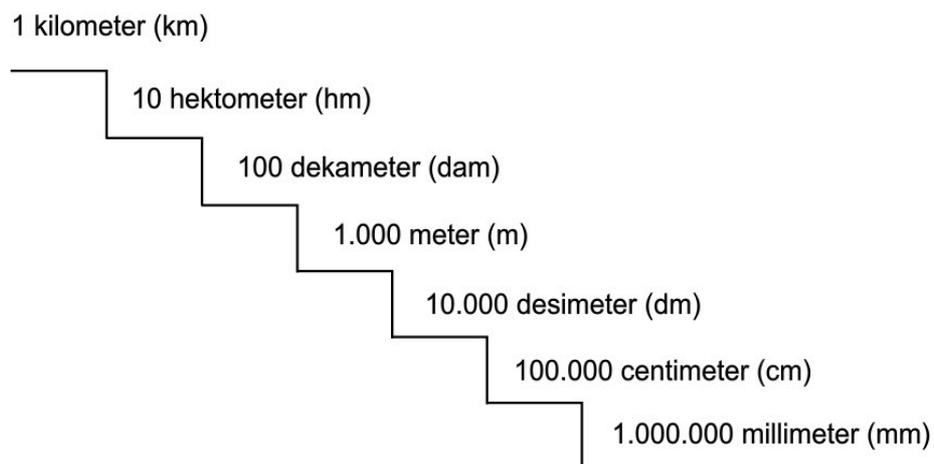
$$1 \text{ kg} = 10 \text{ hg} = 100 \text{ dag} = 1.000 \text{ g}$$

Jika dibalik susunannya menjadi:



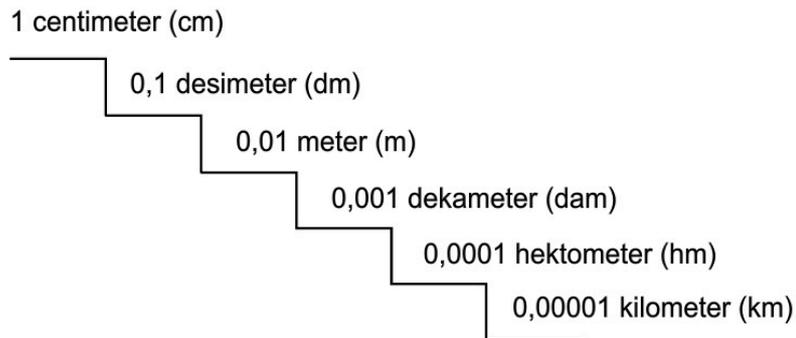
$$1 \text{ g} = 0,1 \text{ dag} = 0,01 \text{ hg} = 0,001 \text{ kg}$$

2. Panjang



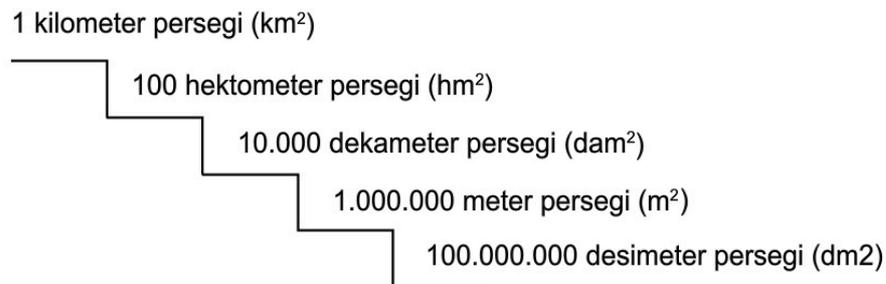
$$1 \text{ km} = 10 \text{ hm} = 100 \text{ dam} = 1.000 \text{ m} = 10.000 \text{ dm} = 100.000 \text{ cm} = 1.000.000 \text{ mm}$$

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



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

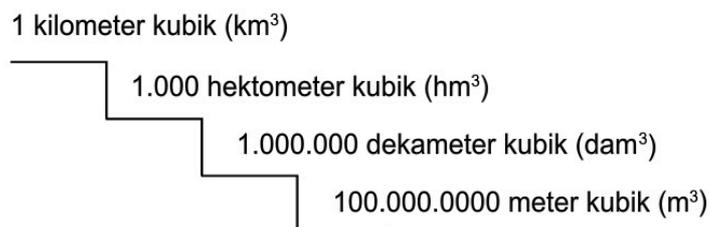
Keterangan:

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

$$1 \text{ liter (ditulis L)} = 1 \text{ dm}^3$$

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

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



E. Konversi Bilangan

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:

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

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:

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

c. Konversi Bilangan Berbagai

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 :

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

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

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

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



F. 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 $p = 50 \text{ cm}$, dan lebarnya $l = 20 \text{ cm}$, 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 $d = 20 \text{ cm}$ atau jari-jari $r = d/2 = 20/2 = 10 \text{ cm}$, maka luas bidang lingkaran tersebut

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

G. 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.

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:

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



Gambar 14. Gelas ukur

sumber: www.alatlaboratorium.wordpress.com

- 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.

PENUGASAN UNIT 2

Mengukur Suhu Tubuh**a. Tujuan:**

Peserta didik diharapkan mampu memahami cara menghitung suhu tubuh sesuai Satuan Internasional (SI).

b. Media:

- Buku referensi
- Referensi media internet (google, dan sejenisnya)
- Alat tulis dan buku tulis
- Termometer suhu tubuh

c. Langkah Penugasan:

1. Bentuk kelompok minimal 2 peserta didik
2. Ukur suhu tubuh salah satu dari anda
3. Catat suhu tubuhnya dalam buku tulis
4. Lakukan perhitungan suhu tubuh kedalam satuan Kelvin
5. Kumpulkan hasilkan kepada tutor anda

RANGKUMAN

- Pengukuran adalah membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang dipakai sebagai satuan.
- Besaran adalah segala sesuatu yang dapat diukur dengan angka, contohnya panjang, waktu, massa dan lain-lain. Sedangkan Satuan adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyatakan hasil pengukuran. Tinggi badan A misalnya 155 cm, jadi tinggi merupakan besaran dan cm merupakan satuan.
- Besaran dibagi menjadi dua yakni Besaran Pokok dan Besaran Turunan. Besaran pokok adalah besaran yang satuannya sudah ditetapkan terlebih dahulu atau tidak diturunkan dari besaran yang lain. Contoh besaran seperti panjang, massa, waktu, suhu, kuat arus dan intensitas cahaya, dan jumlah zat. Sedangkan satuannya adalah meter, kilogram, second, kelvin, ampere, kandela, dan mol.
- besaran turunan adalah besaran yang diturunkan dari besaran-besaran pokok. Besaran turunan seperti luas, kecepatan, percepatan, gaya, tekanan dan usaha. Satuan luas m^2 atau meter persegi, satuan kecepatan m/s , percepatan m/s^2 , dan lain-lain.
- Jenis-jenis alat ukur dan kegunaannya :
 - Mikrometer Sekrup, gunanya untuk mengukur ketebalan sebuah benda ataupun diameter sesuatu.
 - Penggaris atau Mistar, digunakan untuk mengukur suatu benda
 - Jangka Sorong, digunakan untuk menghitung panjang, ketebalan dan diameter sebuah benda.
 - Voltmeter digunakan untuk mengukur tegangan listrik.
 - Amperemeter, digunakan untuk mengukur kuatnya arus listrik
 - Ohmmeter digunakan untuk mencari nilai konduktivitas sebuah benda
 - Thermometer digunakan untuk mengetahui mengukur suhu
 - Barometer, digunakan untuk menghitung tekanan udara
 - Stopwatch, digunakan untuk mengukur waktu
 - Hygrometer digunakan untuk mengukur kelembaban ruang tertutup
 - Densitometer, alat yang digunakan untuk mengukur kerapatan pada zat cair.
 - Timbangan, untuk menghitung berat suatu benda, dan masih banyak lagi lainnya.

SOAL LATIHAN

A Soal Pilihan Ganda

Pilihlah Salah satu jawaban yang paling benar!

1. Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai...
 - A. besaran pokok
 - B. besaran turunan
 - C. satuan
 - D. besaran skala
2. Panjang papan tulis 2 meter. Satuan besaran yang digunakan pada pernyataan tersebut adalah...
 - A. papan tulis
 - B. meter
 - C. 2 meter
 - D. panjang
3. Massa sebuah sepeda motor adalah 100 kg. Maka massa tersebut menunjukkan ...
 - A. nilai
 - B. satuan
 - C. besaran
 - D. pengukuran
4. Kelompok besaran turunan di bawah ini yang diturunkan dari besaran panjang adalah...
 - A. luas dan volume
 - B. volume dan percepatan
 - C. kecepatan dan percepatan
 - D. luas dan kecepatan
5. Definisi dari Massa adalah.....
 - A. memiliki nilai sama dengan berat
 - B. mendekati massa 1 liter air murni pada suhu 40°C
 - C. besarnya gaya tarik bumi (gravitasi) terhadap suatu benda
 - D. kuantitas yang terkandung pada suatu benda
6. Konversi 2,5 m adalah
 - A. 250 mm
 - B. 2500 cm
 - C. 25 dm
 - D. 0,25 hm
7. Suhu suatu benda adalah 100°C, setara dengan....
 - A. 453°F
 - B. 373°F
 - C. 273°F
 - D. 300°F
8. Sebuah balok memiliki panjang 20 cm, lebar 5 cm dan tinggi 1 cm. Volume balok tersebut adalah....
 - A. 100 cm³
 - B. 10 cm³
 - C. 0,1 cm³
 - D. 0,01 cm³

19. Di antara satuan-satuan di bawah ini yang merupakan satuan SI adalah

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| A. liter, are, kwintal | C. panjang, waktu, massa |
| B. luas, volum, kecepatan | D. kilogram, detik, meter |

20. an di bawah ini yang bukan merupakan satuan SI adalah

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| A. gayung, depa, kwintal | C. panjang, waktu, berat |
| B. luas, volume, kecepatan | D. kilogram, detik, meter |

B. Uraian

Jawablah dengan singkat dan jelas !

1. Jelaskan perbedaan antara besaran pokok dengan besaran turunan!
2. Apabila pada sistem kalender dalam setahun adalah 365 hari. Maka berapa konversi satuan sekon untuk nilai tersebut?
3. Suatu kendaraan bergerak dengan kelajuan 36 km/jam. Maka konversi dalam satuan m/s adalah senilai.....
4. Ketebalan sebuah koin diukur menggunakan mikrometer sekrup menunjukkan nilai 35,67 mm. Maka konversi nilai tersebut dalam satuan meter adalah.....
5. $77^{\circ}\text{F} = \dots^{\circ}\text{C} = \dots^{\circ}\text{R} = \dots^{\circ}\text{K}$



Kunci Jawaban dan Pembahasan

A. Pilihan Ganda

1. C
Satuan diperlukan untuk membandingkan nilai suatu besaran. Sehingga dapat diketahui kesetaraan satuan meskipun nilai yang dihasilkan berbeda-beda.
2. D
Pada kalimat "Panjang papan tulis 2 meter", yang menjadi Besaran adalah panjang, Nilainya adalah 2, dan meter adalah sebagai Satuan.
3. C
Pada kalimat: "Massa sebuah sepeda motor adalah 100 kg" tersebut yang menunjukkan besaran adalah Massa, yang menunjukkan Nilai adalah angka 100, dan yang menunjukkan Satuan adalah kilogram (kg).
4. A
Luas = panjang x lebar, yang merupakan besaran turunan dari besaran pokok Panjang.
Volume = panjang x lebar x tinggi, yang juga merupakan turunan dari besaran pokok Panjang.
5. D
Definisi massa adalah kuantitas (jumlah) yang terkandung oleh suatu benda. Sedangkan berat adalah besarnya gaya tarik gravitasi terhadap suatu benda.
6. C
 $2,5 \text{ m} = 2,5 : 100 = 0,025 \text{ hm}$
 $2,5 \text{ m} = 2,5 \times 10 = 25 \text{ dm}$
 $2,5 \text{ m} = 2,5 \times 100 = 250 \text{ cm}$
 $2,5 \text{ m} = 2,5 \times 1000 = 2500 \text{ mm}$
7. A
 100°C
 $= [(9/5) \times 100^\circ\text{C}] + 273^\circ$
 $= [180] + 273^\circ$
 $= 453^\circ\text{K}$
8. A
Volume balok
 $= p \times l \times t$
 $= 20\text{cm} \times 5\text{cm} \times 1\text{cm}$
 $= 100 \text{ cm}^3$

9. B

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

Misalkan derajat suhu adalah variabel a , maka:

$$(^{\circ}\text{F}-32)/^{\circ}\text{C} = 9/5$$

$$(a-32)/a = 9/5$$

Kemudian dikali silang, menjadi:

$$5a-160 = 9a$$

$$-160 = 9a - 5a$$

$$-160 = 4a$$

$$-160/4 = a$$

$$-40 = a$$

$$a = -40$$

Jadi termometer Fahrenheit dan Celcius menunjukkan skala yang sama pada angka -40°

10. A

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

Misalkan derajat suhu adalah variabel a , maka:

$$(^{\circ}\text{F}-32)/^{\circ}\text{R} = 9/4$$

$$(a-32)/a = 9/4$$

Kemudian dikali silang, menjadi:

$$4a-128 = 9a$$

$$-128 = 9a - 4a$$

$$-128 = 5a$$

$$-128/5 = a$$

$$-25,6 = a$$

$$a = -25,6$$

Jadi termometer Fahrenheit dan Reamur menunjukkan skala yang sama pada angka $-25,6^{\circ}$

11. A

Suhu merupakan ukuran derajat panas suatu benda. Suhu dinyatakan dalam 4 skala derajat, yaitu Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin. Satuan suhu (salah satu besaran pokok) dalam SI adalah derajat Kelvin ($^{\circ}\text{K}$).

12. D

Raksa digunakan sebagai pengisi tabung termometer karena memiliki 5 keunggulan, yaitu: Tidak membasahi dinding tabung, Titik bekunya rendah, Titik didihnya tinggi, Cepat menerima dan melepas kalor, dan Memuai dengan teratur.

13. C

Satuan tidak baku adalah satuan yang jika digunakan oleh orang berbeda maka hasilnya juga akan berbeda. Karena penggunaan satuan tidak baku ini melibatkan organ tubuh manusia seperti jari tangan dan kaki. Sedangkan setiap orang ukurannya berbeda - beda.

14. D

Speedometer adalah alat untuk mengukur laju kendaraan yang sedang bergerak (melaju). Biasanya speedometer dilengkapi dengan satuan Km/jam dan RPM (Revolutions per Minutes), yang menyatakan jumlah putaran mesin setiap menit.

15. C

Jangka sorong merupakan alat ukur yang dapat digunakan untuk menentukan ketebalan benda - benda tipis, mengukur diameter dalam dan luar suatu benda, serta digunakan juga untuk mengukur kedalaman lubang tertentu pada suatu benda logam.

16. B. Meter dan detik (cukup jelas)

17. C. Massa, Panjang (cukup jelas)

18. B. Luas, volume (cukup jelas)

19. D. Kilogram, detik, meter (cukup jelas)

20. A. Gayung, depa, kwintal (cukup jelas)

B. Uraian

1. Besaran pokok adalah besaran yang sudah ditetapkan terlebih dahulu dan tidak dibentuk dari besaran turunan. Besaran turunan adalah besaran yang dibentuk dari penjabaran besaran - besaran pokok.

2. Konversi untuk nilai 365 hari ke sekon adalah:

Pertama, kita hitung dulu per hari berapa sekon.

1 hari = 86400 sekon

Maka, dalam 365 hari setara dengan:

= 365×86400

= 31.536.000 sekon

3. Diketahui:

$v = 36 \text{ km/jam}$

Ditanya: konversi dalam satuan m/s = ?

Jawab:

$v = (36 \times 1000) \text{ m} : (3600 \text{ s})$

$v = 36000 \text{ m} : 3600 \text{ s}$

$v = 10 \text{ m/s}$

Jadi laju kendaraan tersebut setara dengan 10 m/s.

4. Diketahui:

Ketebalan sebuah koin = 35,67 mm

Ditanya: Konversi dalam satuan meter =?

Jawab:

$35,67 \text{ mm} = 35,67 : 1000 \text{ mm} = 0,03567 = 0,036 \text{ meter}$ (angkadiambil 3 digit di belakang koma hasil dari pembulatan).

5. Konversi suhu dari 77°F kedalam skala C, R, dan K adalah sebagai berikut:

$$77^{\circ}\text{F} = \dots^{\circ}\text{C}$$

$$= (5/9) \times (77 - 32)$$

$$= (5/9) \times 45$$

$$= 25^{\circ}\text{C}$$

$$77^{\circ}\text{F} = \dots^{\circ}\text{R}$$

$$= (4/9) \times (77 - 32)$$

$$= (4/9) \times 45$$

$$= 20^{\circ}\text{R}$$

$$77^{\circ}\text{F} = \dots^{\circ}\text{K}$$

$$= [(5/9) \times (77 - 32)] + 273$$

$$= [5/9 \times 45] + 273$$

$$= 25 + 273$$

$$= 298^{\circ}\text{K}$$

Penilaian

A. Rubrik Penilaian

a. Penilaian Penugasan

1. Penugasan Unit 1

Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Skor Maksimal Per Soal
Mengukur Panjang		
1. Pensil		2
i. Jawaban benar 80-100% (sesuai)	2	
ii. Jawaban 60-79% (cukup sesuai)	1	
iii. Jawaban < 59% (kurang sesuai)	0,5	
2. Buku		2
iv. Jawaban benar 80-100% (sesuai)	2	
v. Jawaban 60-79% (cukup sesuai)	1	
vi. Jawaban < 59% (kurang sesuai)	0,5	
3. Gelas		2
vii. Jawaban benar 80-100% (sesuai)	2	
viii. Jawaban 60-79% (cukup sesuai)	1	
ix. Jawaban < 59% (kurangsesuai)	0,5	
4. Cangkir		2
x. Jawaban benar 80-100% (sesuai)	2	
xi. Jawaban 60-79% (cukup sesuai)	1	
xii. Jawaban < 59% (kurang sesuai)	0,5	
5. Sloki (gelas kecil)		2
xiii. Jawaban benar 80-100% (sesuai)	2	
xiv. Jawaban 60-79% (cukup sesuai)	1	
xv. Jawaban < 59% (kurang sesuai)	0,5	
Total Skor		10

$$\text{Nilai Penugasan Unit 1} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{10} \times 100$$

2. Penugasan Unit 2

Kriteria Penilaian	Rincian Skor	Skor Maksimal Per Soal
• Peserta didik dapat melakukan pengukuran suhu dengan tepat dan menghitung suhu dengan benar kesatuan Kelvin.	10	10
• Peserta didik dapat melakukan pengukuran suhu dengan tepat, tetapi menghitung suhu tidak benar kesatuan Kelvin.	7	2
• Peserta didik tidak dapat melakukan pengukuran suhu dan menghitung suhu tidak benar kesatuan Kelvin.	3	
Total		10

$$\text{Nilai Penugasan Unit 2} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{10} \times 100$$

Nilai Akhir Penugasan

Nilai akhir penugasan dapat peserta didik peroleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{Penugasan Unit 1} + \text{Penugasan Unit 2}}{2}$$

b. Penilaian Latihan Soal

1. Pilihan Ganda

Setiap soal dengan jawaban yang benar mendapatkan skor 1. Total skor untuk 20 soal dengan jawaban benar adalah 20. Total skor yang diperoleh merupakan nilai untuk latihan soal pilihan ganda.

$$\text{Nilai Pilihan Ganda} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{20} \times 100$$

2. Uraian

Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Skor Maksimal Per Soal
1. Peserta didik dapat menjelaskan: - benar 80-100% - cukup tepat 50-79% - kurang tepat 0-49%	0,5 0,3 0,2	0,5
2. Peserta didik dapat menjelaskan: - benar 80-100% - cukup tepat 50-79% - kurang tepat 0-49%	0,5 0,3 0,2	0,5
3. Peserta didik dapat menjelaskan: - Menuliskan komponen angka yang diketahui - Menuliskan kecepatan yang akan dihitung - Menuliskan dengan benar penghitungan secara rinci dan akurat	1 1 3	3
4. Peserta didik dapat menjelaskan: - Menuliskan komponen angka yang diketahui - Menuliskan kecepatan yang akan dihitung - Menuliskan dengan benar penghitungan secara rinci dan akurat	1 1 3	3
3. Peserta didik dapat menjelaskan: - Menuliskan komponen angka yang diketahui - Menuliskan kecepatan yang akan dihitung - Menuliskan dengan benar penghitungan secara rinci dan akurat	1 1 3	3
Total Skor		10

$$\text{Nilai Uraian} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{10} \times 100$$

Nilai Akhir Latihan Soal:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Nilai Pilihan Ganda} + \text{Nilai Uraian}}{2}$$

c. Nilai Akhir Modul

Nilai akhir modul dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{Nilai Akhir Penugasan} + \text{Nilai Akhir Latihan Soal}}{2}$$

KRITERIA PINDAH MODUL

Peserta didik dapat dinyatakan lulus apabila nilai ujian akhir modul ini memperoleh minimal skor 70, dan berhak melanjutkan belajar ke modul selanjutnya. Apabila hasil ujian modul anda kurang dari 70, maka anda harus mengulang belajar modul ini dan mengikuti ujian modul kembali.

Berikut ini arti nilai tingkat penguasaan modul:

Interval Nilai	Angka
Baik Sekali	90-100
Baik	80-89
Cukup	70-79
Kurang	< 70



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 : M.Heru Iman Wibowo, S.Si
Alamat Kantor : Pusat Kurikulum dan Perbukuan
Jl. Gunung Sahari Raya (Eks. Kompleks Siliwangi)
Pasar Baru Jakarta Pusat 10002
Telp Kantor/HP : 0812 1980 8280
Alamat email : muhammadheruiman@gmail.com
Bidang Keahlian : Fisika SMP-SMA

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. Guru IPA di SMP Suruur Bandung
2. Guru IPA SD-SMP di Bimbingan Belajar Sony Sugema College Bandung
3. Guru Fisika di Bimbingan Belajar Bintang Pelajar Bogor
4. Guru Fisika Program Internasional di SMA Bosowa Bina Insani Bogor
5. Guru Fisika Program Internasional di MAN 4 Jakarta
6. Staf Bidang Kurikulum Pusat Kurikulum dan Perbukuan

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Sekolah Dasar Kartika Sari Jakarta Selatan (1989 – 1995)
2. SMPN 98 Jakarta Selatan (1995 – 1998)
3. SMA Suluh Jakarta Selatan (1998 – 2001)
4. S1 Fisika Universitas Pendidikan Indonesia Bandung (2001 – 2008)

