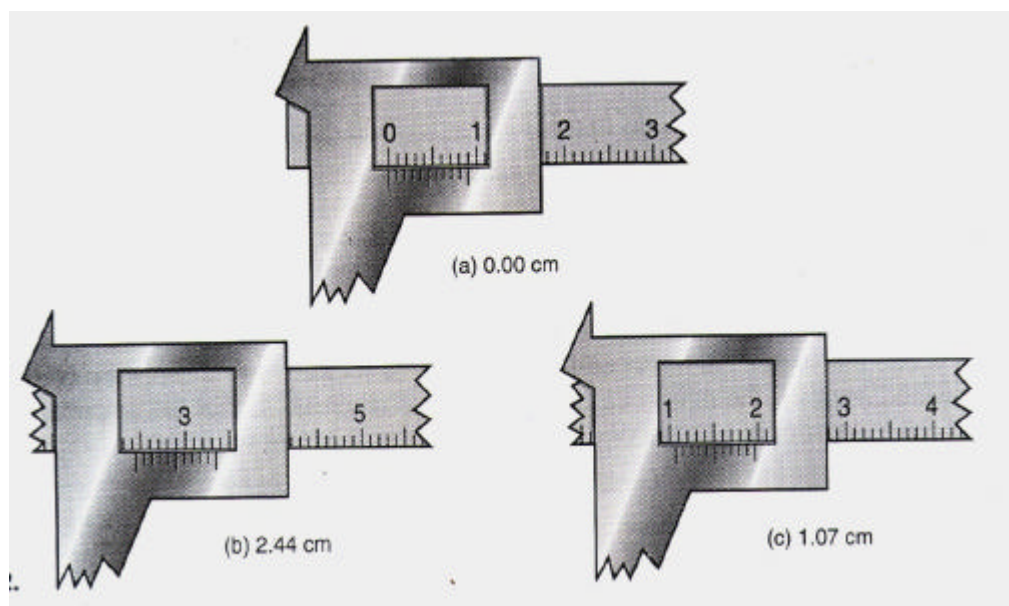


Kode FIS.01

Sistem Satuan dan Pengukuran



**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

Kode FIS.01

Penyusun
Drs. Wasis, MSi.
Dra. Retno Hasanah, Msi.

Editor:
Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.
Drs. Munasir, M.Si.

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun bahan ajar modul manual untuk SMK Bidang Adaptif, yakni mata-pelajaran Fisika, Kimia dan Matematika. Modul yang disusun ini menggunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan kompetensi, sebagai konsekuensi logis dari Kurikulum SMK Edisi 2004 yang menggunakan pendekatan kompetensi (*CBT: Competency Based Training*).

Sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2004 adalah modul, baik modul manual maupun interaktif dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi pada dunia kerja dan industri. Dengan modul ini, diharapkan digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta diklat untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja dan industri.

Modul ini disusun melalui beberapa tahapan proses, yakni mulai dari penyiapan materi modul, penyusunan naskah secara tertulis, kemudian disetting dengan bantuan alat-alat komputer, serta divalidasi dan diujicobakan empirik secara terbatas. Validasi dilakukan dengan teknik telaah ahli (*expert-judgment*), sementara ujicoba empirik dilakukan pada beberapa peserta diklat SMK. Harapannya, modul yang telah disusun ini merupakan bahan dan sumber belajar yang berbobot untuk membekali peserta diklat kompetensi kerja yang diharapkan. Namun demikian, karena dinamika perubahan sains dan teknologi di industri begitu cepat terjadi, maka modul ini masih akan selalu dimintakan masukan untuk bahan perbaikan atau direvisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

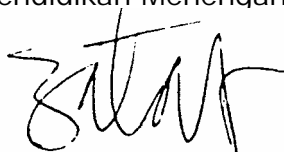
Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak

berlebihan bilamana disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama tim penyusun modul (penulis, editor, tenaga komputerisasi modul, tenaga ahli desain grafis) atas dedikasi, pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menyelesaikan penyusunan modul ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas modul. Diharapkan para pemakai berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan IPTEK pada dunia usaha dan industri dan potensi SMK dan dukungan dunia usaha industri dalam rangka membekali kompetensi yang terstandar pada peserta diklat.

Demikian, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta diklat SMK Bidang Adaptif untuk mata-pelajaran Matematika, Fisika, Kimia, atau praktisi yang sedang mengembangkan modul pembelajaran untuk SMK.

Jakarta, Desember 2004
a.n. Direktur Jenderal Pendidikan
Dasar dan Menengah
Direktur Pendidikan Menengah Kejuruan,



Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto, M.Sc.
NIP 130 675 814

Daftar Isi

✍	Halaman Sampul	i
✍	Halaman Francis	ii
✍	Kata Pengantar	iii
✍	Daftar Isi	v
✍	Peta Kedudukan Modul	vii
✍	Daftar Judul Modul	viii
✍	Glosary	ix

I. PENDAHULUAN

A.	Deskripsi	1
B.	Prasarat	1
C.	Petunjuk Penggunaan Modul	1
D.	Tujuan Akhir	2
E.	Kompetensi	3
F.	Cek Kemampuan	4

II. PEMBELAJARAN

A.	Rencana Belajar Siswa	5
----	-----------------------------	---

B. Kegiatan Belajar

1.	<i>Kegiatan Belajar 1</i>	6
a.	Tujuan Kegiatan Pembelajaran	6
b.	Uraian Materi	6
c.	Rangkuman	14
d.	Tugas	15
e.	Tes Formatif	15
f.	Kunci Jawaban	16
g.	Lembar Kerja	17
2.	<i>Kegiatan Belajar 2</i>	19
a.	Tujuan Kegiatan Pembelajaran	19
b.	Uraian Materi	19
c.	Rangkuman	30
d.	Tes Formatif	31
e.	Kunci Jawaban	32
f.	Lembar Kerja	34

III. EVALUASI

A. Tes Tertulis	45
B. Tes Praktik	46

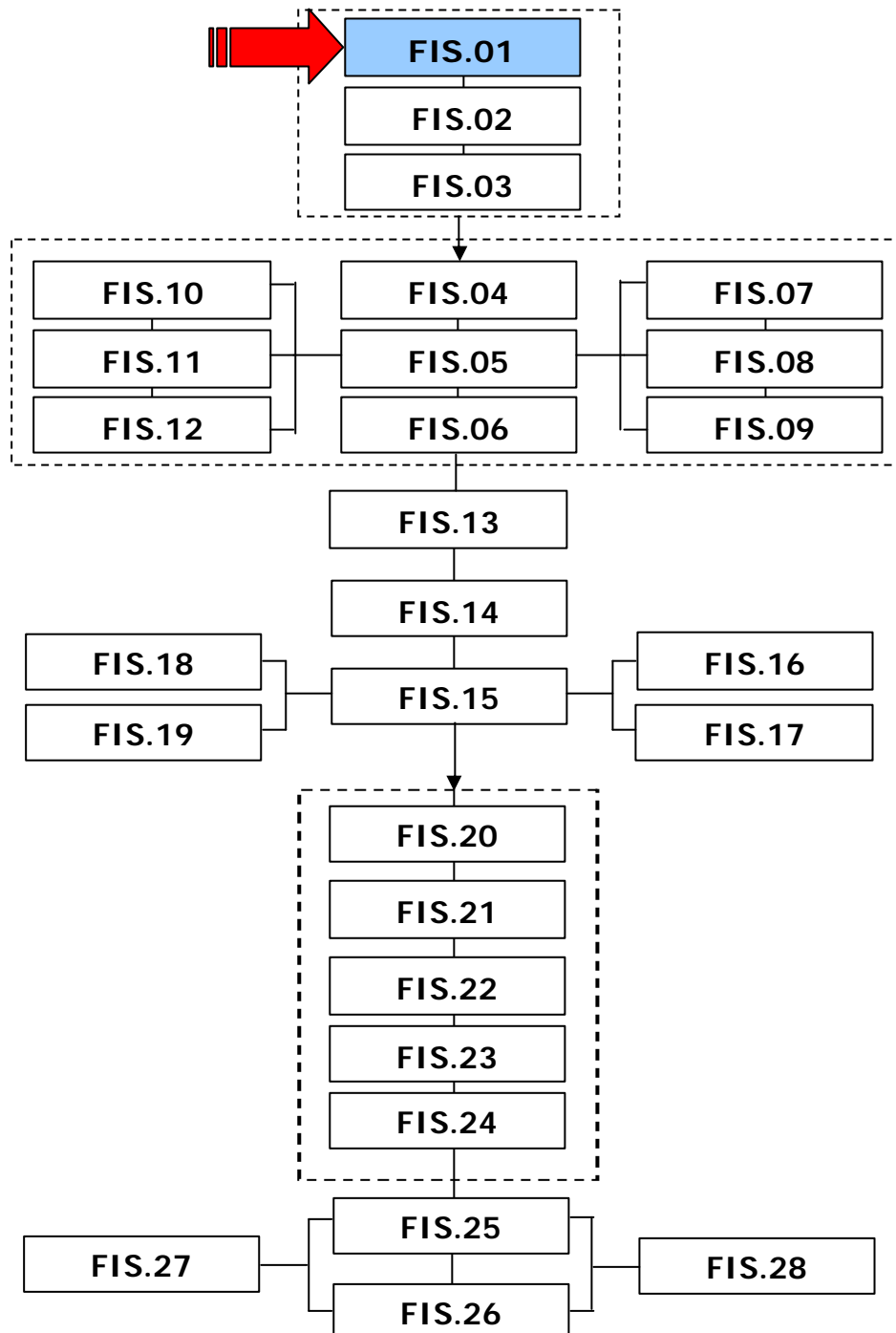
KUNCI JAWABAN

A. Tes Tertulis	47
B. Lembar Penilaian Tes Praktik	49

IV. PENUTUP	51
-------------------	----

DAFTAR PUSTAKA	52
----------------------	----

Peta Kedudukan Modul



DAFTAR JUDUL MODUL

No.	Kode Modul	Judul Modul
1	FIS.01	Sistem Satuan dan Pengukuran
2	FIS.02	Pembacaan Masalah Mekanik
3	FIS.03	Pembacaan Besaran Listrik
4	FIS.04	Pengukuran Gaya dan Tekanan
5	FIS.05	Gerak Lurus
6	FIS.06	Gerak Melingkar
7	FIS.07	Hukum Newton
8	FIS.08	Momentum dan Tumbukan
9	FIS.09	Usaha, Energi, dan Daya
10	FIS.10	Energi Kinetik dan Energi Potensial
11	FIS.11	Sifat Mekanik Zat
12	FIS.12	Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar
13	FIS.13	Fluida Statis
14	FIS.14	Fluida Dinamis
15	FIS.15	Getaran dan Gelombang
16	FIS.16	Suhu dan Kalor
17	FIS.17	Termodinamika
18	FIS.18	Lensa dan Cermin
19	FIS.19	Optik dan Aplikasinya
20	FIS.20	Listrik Statis
21	FIS.21	Listrik Dinamis
22	FIS.22	Arus Bolak-Balik
23	FIS.23	Transformator
24	FIS.24	Kemagnetan dan Induksi Elektromagnetik
25	FIS.25	Semikonduktor
26	FIS.26	Piranti semikonduktor (Dioda dan Transistor)
27	FIS.27	Radioaktif dan Sinar Katoda
28	FIS.28	Pengertian dan Cara Kerja Bahan

Glossary

Istilah	Keterangan
Akurasi	Berkaitan dengan ketepatan, hasil pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya.
Angka penting	Angka-angka hasil pengukuran yang terdiri dari angka pasti dan angka taksiran.
Besaran	Sesuatu yang memiliki kuantitas/nilai dan satuan.
Besaran pokok	Besaran yang satuannya didefinisikan sendiri melalui konferensi internasional
Besaran turunan	Besaran-besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok.
Dimensi	Salah satu bentuk deskripsi suatu besaran.
Jangka sorong	Alat ukur panjang dengan nonius geser, umumnya memiliki ketelitian hingga 0,1 mm atau 0,05 mm.
Kilogram (kg)	Satuan SI untuk massa.
Massa benda	Jumlah materi yang terkandung dalam suatu benda.
Meter (m)	Satuan SI untuk panjang.
Mikrometer sekrup	Alat ukur panjang dengan nonius putar, umumnya memiliki ketelitian hingga 0,01 mm.
Neraca lengan	Alat ukur massa.
Neraca pegas	Alat ukur gaya, termasuk gaya berat.
Newton (N)	Satuan SI untuk gaya.
Nonius	Skala tambahan yang membagi skala utama menjadi nilai/kuantitas lebih kecil.
Panjang	Jarak antara dua titik.
Paralaks	Kesalahan yang terjadi karena pemilihan posisi atau sudut pandang yang tidak tegak lurus.
Pengukuran	Kegiatan membandingkan suatu besaran dengan besaran lain sejenis yang digunakan sebagai satuan.
Presisi	Berkaitan dengan ketelitian, pengukuran yang mengandung ketidak pastian kecil.
Sekon	Satuan SI untuk waktu.
Skala terkecil	Skala pada alat ukur yang nilainya paling kecil, dibatasi oleh dua garis skala yang paling dekat.
SI	Sistem Internasional, sistem satuan yang berbasis sistem metrik.
Stopwatch	Alat pengukur waktu.
Termometer	Alat pengukur temperatur.
Waktu	Selang antara dua kejadian atau peristiwa.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini akan diuraikan tentang pengukuran suatu besaran beserta satuannya. Terlebih dahulu akan diuraikan tentang pengertian pengukuran, pengertian besaran, jenis-jenis besaran, dan satuan yang sesuai., serta diuraikan juga tentang dimensi suatu besaran.

Hal lain yang juga sangat penting diperhatikan ketika kita melakukan pengukuran adalah cara menuliskan atau melaporkan hasilnya. Karena berbagai keterbatasan, hasil pengukuran tidak mungkin dicapai *secara mutlak*. Tidak semua angka-angka hasil pengukuran merupakan angka pasti, ada sebagian merupakan angka taksiran. Bagaimana menuliskan hasil pengukuran yang benar dan mengoperasikannya ketika hasil pengukuran satu besaran terkait dengan besaran lain, akan kita diskusikan juga dalam modul ini.

B. Prasyarat

Agar dapat mempelajari modul ini dengan baik, Anda harus dituntut sudah tuntas melakukan operasi aljabar matematik, meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian dengan menggunakan bilangan bulat, pecahan bentuk desimal, dan bilangan baku.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti karena dalam skema modul akan nampak kedudukan dan keterkaitan modul yang sedang Anda pelajari ini di antara modul-modul yang lain.

2. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan pekerjaan dengan benar untuk mempermudah dalam memahami suatu proses pekerjaan, sehingga diperoleh hasil yang maksimal.
3. Pahami setiap materi teori dasar yang akan menunjang penguasaan suatu pekerjaan dengan membacanya secara teliti.
4. Apabila terdapat evaluasi, kerjakan evaluasi tersebut sebagai sarana latihan dan refleksi kemampuan yang Anda capai.
5. Jawablah tes formatif dengan jawaban yang singkat tetapi jelas, dan kerjakan tes tersebut sesuai kemampuan Anda setelah mempelajari modul ini.
6. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan jika perlu konsultasikan hasilnya pada guru atau instruktur.
7. Catatlah kesulitan yang anda temui dalam mempelajari modul ini untuk ditanyakan kepada guru atau instruktur pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lain yang berkaitan dengan materi modul ini, agar anda memperoleh pengetahuan tambahan.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan anda mampu:

1. Membandingkan besaran pokok dan turunan, beserta satuannya.
2. Menemukan dan melakukan analisis dimensi besaran.
3. Melakukan pengukuran beberapa besaran fisis dengan benar dan menuliskan satuannya.
4. Melaporkan hasil pengukuran dengan memperhatikan aturan penulisan dan pengoperasian angka penting.

E. Kompetensi

Kompetensi : SISTEM SATUAN DAN PENGUKURAN
 Program Keahlian : Program Adaptif
 Mata Diklat-Kode : FISIKA-FIS.01
 Durasi Pembelajaran : 10 jam @ 45 menit

Sub Kompetensi	Kriteria Kinerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
Besaran Pokok dan Turunan	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Besaran-besaran pokok dan turunan teridentifikasi berdasarkan sistem satuan internasional (SI). ✍ Mengidentifikasi dimensi. 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Besaran pokok dan turunan ✍ Dimensi ✍ Pengukuran ✍ Angka penting ✍ Digunakan untuk mendukung materi: Desain grafis, Setting, Foto reproduksi, Pembuatan pelat, Cetak tinggi, Ofset, Sablon, dan Lipat dan penjilidan. 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Teliti ✍ Cermat ✍ Jujur ✍ Bertanggung jawab 	Pemahaman: <ul style="list-style-type: none"> ✍ Besaran pokok dan turunan ✍ Dimensi ✍ Konversi antar besaran yang sejenis 	Latihan mengkonversi besaran yang sejenis
Pengukuran	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Menggunakan macam-macam alat ukur sesuai dengan fungsinya ✍ Langkah-langkah pengukuran dan pembacaan pada alat ukur. 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Besaran pokok dan turunan ✍ Dimensi ✍ Pengukuran ✍ Angka penting ✍ Digunakan untuk mendukung materi: Desain grafis, Setting, Foto reproduksi, Pembuatan pelat, Cetak tinggi, Ofset, Sablon, dan Lipat dan penjilidan. 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Teliti ✍ Cermat ✍ Jujur ✍ Bertanggung jawab 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Jenis-jenis alat ukur dan penggunaannya ✍ Teknik membaca skala alat ukur 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Mengukur panjang, massa, waktu, dan temperatur dengan menggunakan alat ukur ✍ Mengukur ketebalan kertas, berat, volume.

F. Cek Kemampuan

Kerjakanlah soal-soal berikut ini, jika anda dapat mengerjakan sebagian atau semua soal berikut ini, maka anda dapat meminta langsung kepada instruktur atau guru untuk mengerjakan soal-soal evaluasi untuk materi yang telah anda kuasai pada BAB III.

1. Apakah yang dimaksud dengan besaran, besaran pokok, dan besaran turunan? Berilah masing-masing tiga contoh besaran pokok dan turunan yang Anda temukan dalam kehidupan sehari-hari, beserta satuannya!
2. Apakah yang dimaksud dengan dimensi? Jelaskan bahwa analisis dimensi sangat bermanfaat dalam menguji kaitan berbagai besaran!
3. Apakah yang dimaksud dengan kegiatan pengukuran? Mengapa penggunaan satuan baku dalam suatu pengukuran adalah hal yang sangat penting? Berikan ilustrasi contoh untuk memperjelas jawaban Anda!
4. Apakah yang dimaksud dengan angka penting? Sebutkan kriteria sehingga suatu angka tergolong sebagai angka penting! Mengapa angka penting perlu diperhatikan dalam pelaporan hasil pengukuran?

BAB II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Diklat

Kompetensi : Sistem satuan
Sub Kompetensi : 1. Besaran pokok dan turunan
2. Pengukuran

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda tangan Guru

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan kegiatan pembelajaran

Setelah melakukan kegiatan belajar 1, diharapkan anda dapat:

- ✍ Menjelaskan pengertian besaran, besaran pokok, dan besaran turunan.
- ✍ Mengidentifikasi contoh-contoh besaran pokok dan turunan dalam kehidupan sehari-hari.
- ✍ Mengidentifikasi satuan si berbagai besaran pokok dan turunan.
- ✍ Mengkonversi berbagai satuan besaran pokok dan turunan.
- ✍ Menemukan dan menganalisis dimensi berbagai besaran pokok dan turunan.

b. Uraian Materi

a) Besaran dan Satuan

Hasil pengukuran selalu mengandung dua hal, yakni: *kuantitas atau nilai* dan *satuan*. Sesuatu yang memiliki kuantitas dan satuan tersebut dinamakan *besaran*. Berbagai besaran yang kuantitasnya dapat diukur, baik secara langsung maupun tak langsung, disebut besaran fisis, misalnya panjang dan waktu. Tetapi banyak juga besaran-besaran yang dikategorikan non-fisis, karena kuantitasnya belum dapat diukur, misalnya cinta, bau, dan rasa. Diskusikan dengan teman-temanmu, mungkinkah suatu besaran non-fisis suatu saat akan menjadi besaran fisis? Berilah penjelasan!

Dahulu orang sering menggunakan anggota tubuh sebagai satuan pengukuran, misalnya *jari*, *hasta*, *kaki*, *jengkal*, dan *depa*. Namun satuan-satuan tersebut menyulitkan dalam komunikasi, karena nilainya berbeda-beda untuk setiap orang. Satuan semacam ini disebut satuan tak baku. Untuk kebutuhan komunikasi, apalagi

untuk kepentingan ilmiah, pengukuran harus menggunakan satuan baku, yaitu satuan pengukuran yang nilainya tetap dan disepakati secara internasional, misalnya meter, liter, dan kilogram.

1) Sistem Satuan

Dalam kehidupan sehari-hari mungkin Anda menemui satuan-satuan berikut: membeli air dalam *galon*, minyak dalam *liter*, dan diameter pipa dalam *inchi*. Satuan-satuan di atas merupakan beberapa contoh satuan dalam sistem Inggris (British). Selain satuan-satuan di atas masih ada beberapa satuan lagi dalam sistem Inggris, antara lain *ons*, *feet*, *yard*, *slug*, dan *pound*.

Setelah abad ke-17, sekelompok ilmuwan menggunakan sistem ukuran yang mula-mula dikenal dengan nama sistem Metrik. Pada tahun 1960, sistem Metrik dipergunakan dan diresmikan sebagai Sistem Internasional (SI). Penamaan ini berasal dari bahasa Perancis *Le Systeme Internationale d'Unites*.

Sistem Metrik diusulkan menjadi SI, karena satuan-satuan dalam sistem ini dihubungkan dengan bilangan pokok 10 sehingga lebih memudahkan penggunaannya. Tabel-1, di bawah ini menunjukkan awalan-awalan dalam sistem Metrik yang dipergunakan untuk menyatakan nilai-nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari satuan dasar.

Tabel-1
Awalan-awalan dalam sistem metrik yang digunakan dalam SI

Faktor	Awalan	Simbol	Faktor	Awalan	Simbol
10^{18}	eksa	E	10^{-1}	desi	d
10^{15}	peta	P	10^{-2}	centi	c
10^{12}	tera	T	10^{-3}	mili	m
10^9	giga	G	10^{-6}	mikro	?
10^6	mega	M	10^{-9}	nano	n
10^3	kilo	k	10^{-12}	piko	p
10^2	hekto	h	10^{-15}	femto	f
10^1	deka	da	10^{-18}	atto	a

2) Besaran Pokok dan Besaran Turunan

Besaran fisis dibedakan menjadi dua, yakni *besaran pokok* dan *besaran turunan*. Besaran pokok adalah besaran yang satuannya didefinisikan sendiri berdasarkan hasil konferensi internasional mengenai berat dan ukuran. Berdasar Konferensi Umum mengenai Berat dan Ukuran ke-14 tahun 1971, besaran pokok ada tujuh, yaitu panjang, massa, waktu, kuat arus listrik, temperatur, jumlah zat, dan intensitas cahaya.

Tabel-2 di bawah ini menunjukkan tujuh besaran pokok beserta satuan dasarnya dalam SI.

Tabel-2
Besaran pokok beserta satuan-satuan dasar SI

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

Sedangkan besaran-besaran lain yang diturunkan dari besaran pokok, misalnya: volume, massa jenis, kecepatan, gaya, usaha dan masih banyak lagi disebut besaran turunan.

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

1. Panjang

Panjang menyatakan jarak antara dua titik, misalnya *panjang mistar* adalah jarak antara suatu titik di salah satu ujung mistar dengan titik di ujung mistar yang lain. Panjang menggunakan satuan dasar SI meter (m). Satu meter standar (baku) sama dengan 1.650.763,73 kali panjang gelombang dalam vakum dari radiasi yang bersesuaian dengan

transisi atom krypton-86 (Kr^{86}) di antara tingkat $2p_{10}$ dan $5d_5$. Untuk keperluan sehari-hari, telah dibuat alat-alat pengukur panjang, seperti terlihat pada gambar-1.



Gambar-1: Mistar dan jangka sorong, sebagai alat pengukur besaran panjang

Selain meter, panjang juga dapat dinyatakan dalam satuan-satuan yang lebih besar atau lebih kecil dari meter dengan cara menambahkan awalan-awalan seperti tercantum dalam Tabel-1. Berdasar tabel tersebut

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

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

dan sebaliknya, diperoleh:

$$1 \text{ m} = 1/1.000 \text{ km} = 0,001 \text{ km}$$

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1.000 \text{ mm}$$

Dalam sistem Inggris, panjang sering dinyatakan dalam inchi, feet, atau yard. Konversi satuan-satuan tersebut dengan satuan SI sebagai berikut:

$$1 \text{ meter} = 3,281 \text{ feet} = 39,3 \text{ inchi}$$

$$1 \text{ inchi} = 2,54 \text{ cm.}$$

Pemilihan satuan pengukuran seharusnya sesuai dengan ukuran benda yang diukur. Benda kecil dinyatakan dengan ukuran kecil, benda yang lebih besar juga harus dinyatakan dalam ukuran yang lebih besar, sehingga tidak menyulitkan dalam komunikasi. Misalnya: tebal kertas umumnya dinyatakan dalam milimeter, lebar buku dinyatakan dalam sentimeter, dan jarak antar kota dinyatakan dalam kilometer. Tentu akan merepotkan bila tebal kertas dinyatakan dalam kilometer atau jarak antar kota dinyatakan dalam milimeter.

2. Massa

Setiap benda tersusun dari materi. Jumlah materi yang terkandung dalam masing-masing benda disebut *massa* benda.

Dalam SI, massa menggunakan satuan dasar **kilogram** (kg). Satu kilogram standar sama dengan massa sebuah silinder yang terbuat dari campuran platinum-iridium yang disimpan di Sevres, Paris, Perancis.

Dalam kehidupan sehari-hari, massa sering dirancukan dengan berat, tetapi kedua besaran tersebut berbeda. Massa tidak dipengaruhi gravitasi, sedangkan berat dipengaruhi oleh gravitasi. Seorang astronot ketika berada di bulan beratnya berkurang, karena gravitasi bulan lebih kecil dibanding gravitasi bumi, tetapi massanya tetap sama dengan di bumi.

Bila satuan SI untuk massa adalah kilogram (kg), satuan SI untuk berat adalah newton (N). Massa diukur dengan neraca lengan, berat diukur dengan neraca pegas, sebagaimana terlihat pada gambar-2. Neraca lengan dan neraca pegas termasuk jenis neraca mekanik. Sekarang, sudah banyak digunakan jenis neraca lain yang lebih teliti, yaitu neraca elektronik.



Gambar-2 : a. neraca lengan b. neraca pegas

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

$$1 \text{ ton} = 10 \text{ kw} = 1.000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g} = 10 \text{ ons}$$

3. Waktu

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

Satuan dasar SI untuk waktu adalah **sekon** (s). Satu sekon standar bersesuaian dengan 9.192.631.770 kali periode radiasi yang dihasilkan oleh transisi di antara tingkat hiperhalus atom Cesium-133 (Cs^{133}). Berdasar jam atom ini, dalam selang 300 tahun hasil pengukuran waktu tidak akan bergeser lebih dari satu sekon.

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

$$1 \text{ hari} = 24 \text{ jam}$$

$$1 \text{ jam} = 60 \text{ menit}$$

$$1 \text{ menit} = 60 \text{ sekon.}$$

Sedangkan, untuk kejadian-kejadian yang cepat sekali bisa digunakan satuan milisekon (ms) dan mikrosekond (μ s). Untuk keperluan sehari-hari, telah dibuat alat-alat pengukur waktu, misalnya stopwatch dan jam tangan seperti terlihat pada gambar-3.



Gambar-3 :
Stopwatch dan jam tangan, sebagai alat pengukur waktu

4. Volume

Volume menyatakan besarnya ruangan yang terisi oleh materi. Benda dengan volume lebih besar, dapat menampung materi lebih banyak dibanding benda lain yang volumenya lebih kecil.

Volume merupakan besaran turunan, yang disusun oleh besaran pokok *panjang*. Volume benda padat yang bentuknya teratur, misalnya balok, dapat ditentukan dengan mengukur terlebih dulu panjang, lebar dan tingginya kemudian mengalikannya. Bila Anda mengukur panjang, lebar dan tinggi balok menggunakan satuan sentimeter (cm), maka volume balok yang Anda peroleh dalam satuan sentimeter kubik (cm^3). Sedangkan bila panjang, lebar dan tinggi diukur dalam satuan meter, maka volume yang kamu peroleh bersatuan meter kubik (m^3).

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

volume zat cair tersebut. Volume zat cair biasanya dinyatakan dalam satuan liter (l) atau mililiter (ml).

Analisis dimensi suatu besaran

Dimensi merupakan salah satu bentuk deskripsi suatu besaran, misalnya: panjang memiliki dimensi [L], massa [M], dan waktu [T]. Dimensi suatu besaran fisis yang lain dapat dinyatakan sebagai kombinasi dari besaran-besaran dasar panjang, massa, dan waktu. Contoh: volume, memiliki dimensi $[L^3]$, karena volume = panjang x lebar x tinggi = $[L] \times [L] \times [L] = [L^3]$.

Analisis terhadap dimensi dapat digunakan untuk menguji kebenaran suatu persamaan yang menunjukkan hubungan berbagai besaran fisis. Misalnya, manakah hubungan yang benar:

$$x = at \quad \text{ataukah} \quad x = at^2 ?$$

dengan x menyatakan jarak, a besarnya percepatan, dan t waktu. Diketahui jarak merupakan besaran panjang memiliki dimensi [L]. Percepatan akan Anda pelajari dalam modul Fis-09 memiliki dimensi $[L]/[T^2]$, sedangkan dimensi waktu adalah [T], sehingga:

$$x = at$$

$$L \quad \frac{L}{T^2} \times T = L/T$$

ternyata x memiliki dimensi [L], dan at memiliki dimensi $[L]/[T]$, berarti secara dimensional persamaan $x = at$ *tidak benar!*

Sedangkan

$$x = at^2$$

$$L \quad \frac{L}{T^2} \times T^2 = L$$

ternyata x dan at memiliki dimensi sama, yaitu $[L]/[T]$, berarti secara dimensional persamaan $x = at^2$ adalah *benar!*

Pada modul Fis-09, anda juga akan menemukan bahwa kaitan antara x , a , dan t yang benar adalah $x = \frac{1}{2}at^2$, tetapi $\frac{1}{2}$ merupakan bilangan konstan, bukan besaran fisis, maka tidak memiliki dimensi. Sehingga kehadiran suatu bilangan tetap atau konstanta tidak mempengaruhi dimensi suatu besaran.

Hal menarik yang dapat disimpulkan dari analisis dimensi ini adalah besaran fisis apapun bila memiliki dimensi sama berarti mendeskripsikan kuantitas fisis yang sama. Demikian pula sebaliknya, besaran-besaran berbeda tetapi mendeskripsikan kuantitas fisis yang sama, harus memiliki dimensi sama. Contohnya, Anda telah mengenal energi potensial, energi kinetik, dan energi mekanik. Karena ketiganya mendeskripsikan kuantitas fisis yang sama, yaitu energi, maka dimensi ketiga jenis energi tersebut juga sama, yaitu $[M][L^2]/[T^2]$ atau $[M][L^2][T^{-2}]$. (Buktikan!).

c. Rangkuman

- ✍ Sesuatu yang memiliki kuantitas dan satuan dinamakan besaran.
- ✍ Besaran pokok adalah besaran yang satuannya didefinisikan sendiri berdasarkan hasil konferensi internasional mengenai berat dan ukuran.
- ✍ Besaran pokok ada tujuh, yaitu panjang, massa, waktu, kuat arus listrik, temperatur, jumlah zat, dan intensitas cahaya.
- ✍ Besaran turunan adalah besaran-besaran yang diturunkan dari besaran pokok, misalnya volume, massa jenis, kecepatan, dan energi.
- ✍ Satuan SI untuk besaran-besaran pokok ditunjukkan tabel di bawah.

Besaran Pokok	Satuan dasar SI
Panjang	meter
Massa	kilogram
Waktu	sekon
Kuat arus listrik	ampere
Temperatur	kelvin
Jumlah zat	mol
Intensitas cahaya	candela

Satuan SI untuk besaran-besaran turunan, diturunkan dari besaran pokok.

✍ Dimensi merupakan salah satu bentuk deskripsi suatu besaran, misalnya: panjang memiliki dimensi [L], massa [M], dan waktu [T].

Dimensi suatu besaran fisis yang lain dapat dinyatakan sebagai kombinasi dari besaran-besaran dasar panjang, massa, dan waktu.

d. Tugas

1. Massa jenis merupakan massa per satuan volume. Temukan satuan dan dimensi massa jenis! Bila massa jenis kaca adalah 2,5 gram/cc, nyatakan massa jenis kaca tersebut dalam kg/m^3 .
2. Bila gerak suatu benda dinyatakan dengan persamaan:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

dengan x menyatakan jarak yang ditempuh, x_0 jarak atau posisi awal, v_0 besarnya kecepatan awal, a besarnya percepatan, dan t waktu. Ujilah secara dimensional, apakah persamaan gerak di atas benar?

e. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian besaran, besaran pokok, dan besaran turunan!
2. Identifikasi masing-masing 3 contoh besaran pokok dan turunan yang Anda temukan dalam kehidupan sehari-hari!
3. Temukan satuan SI dari besaran-besaran di bawah ini:
 - a. massa
 - b. massa jenis
 - c. percepatan.

4. Lengkapilah tabel konversi berbagai satuan di bawah ini:
- | | | | |
|----|-------------------------|---|---------------|
| a. | 1,5 km | = | m |
| b. | 1 liter | = | cc |
| c. | 2.000 kg/m ³ | = | gram/cc |
| d. | 20 inchi | = | cm |
| e. | 36 km/jam | = | m/s |
5. Temukan dimensi kecepatan dan percepatan! Berdasar dimensi yang telah Anda temukan, analisislah apakah kecepatan dan percepatan mendeskripsikan hal yang sama?

f. Kunci Jawaban

1.
 - i). Besaran adalah sesuatu yang memiliki kuantitas dan satuan.
 - ii). Besaran pokok adalah besaran yang satuannya didefinisikan sendiri berdasarkan hasil konferensi internasional.
 - iii). Besaran turunan adalah besaran-besaran yang diturunkan dari besaran pokok.
2. Jawaban beragam, misalnya:
 - i). Tiga contoh besaran pokok: panjang, massa, dan waktu.
 - ii). Tiga contoh besaran turunan: kecepatan, percepatan, energi.
3.
 - i). Satuan SI massa adalah kilogram (kg)
 - ii). Satuan SI massa jenis adalah kg/m³.
 - iii). Satuan SI percepatan adalah m/s².
4. Lengkapilah tabel konversi berbagai satuan di bawah ini:

a.	1,5 km	=	1.500 m
b.	1 liter	=	1.000 cc
c.	2.000 kg/m ³	=	2 gram/cc
d.	20 inchi	=	50,8 cm
e.	36 km/jam	=	10 m/s

5. Dimensi kecepatan: $[L]/[T]$ atau $[L][T^{-1}]$, sedangkan dimensi percepatan adalah $[L]/[T^2]$ atau $[L][T^{-2}]$. Ternyata dimensi kecepatan dan percepatan berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan dan percepatan tidak mendeskripsikan hal yang sama, percepatan merupakan perubahan kecepatan persatuan waktu.

g. Lembar Kerja

1. Alat

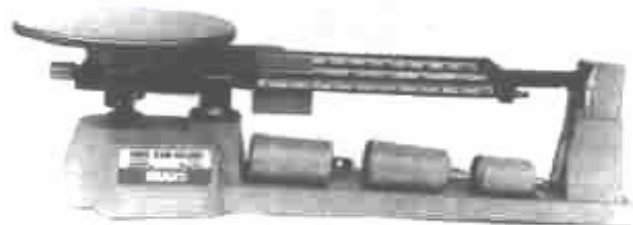
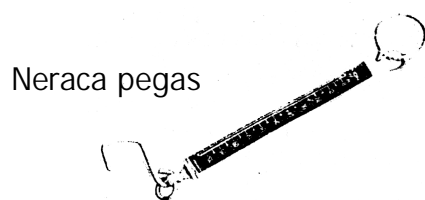
- ✍ Neraca timbang
- ✍ Massa timbang
- ✍ Neraca pegas
- ✍ Neraca lengan (neraca Ohaus)

2. Bahan

- ✍ Balok kayu dengan berbagai ukuran (jangan terlalu besar)
- ✍ Batu kerikil / potongan logam
- ✍ Malam

3. Keselamatan kerja

- ✍ Hati-hati bekerja dengan berbagai alat ukur!
- ✍ Perhatikan peringatan keselamatan kerja pada tiap-tiap pengukuran di bawah ini!



Neraca Timbang

4. Langkah kerja

Mengukur Massa benda

a. Menggunakan Neraca Timbang

1. Ambil benda-benda yang akan diukur massanya.
2. Timbang benda-benda tersebut dengan menggunakan neraca timbang
3. Lakukan penimbangan untuk masing-masing benda tiga kali .

Massa benda 1 = gr = kg

Massa benda 2 = gr = kg

Massa benda 3 = gr = kg

b. Menggunakan Neraca Pegas

1. Ambil benda-benda yang akan diukur massanya.
2. Timbang benda-benda tersebut dengan menggunakan neraca pegas
3. Lakukan penimbangan untuk masing-masing benda tiga kali .

Massa benda 1 = gr = kg

Massa benda 2 = gr = kg

Massa benda 3 = gr = kg

c. Menggunakan Neraca Lengan

1. Ambil benda-benda yang akan diukur massanya.
2. Timbang benda-benda tersebut dengan menggunakan neraca lengan
3. Lakukan penimbangan untuk masing-masing benda tiga kali .

Massa benda 1 = gr = kg

Massa benda 2 = gr = kg

Massa benda 3 = gr = kg

2. Kegiatan Belajar 2

a. Tujuan kegiatan pembelajaran

Setelah melakukan kegiatan belajar 2, diharapkan Anda dapat:

- ✍ Menjelaskan pengertian pengukuran.
- ✍ Mengidentifikasi sumber-sumber kesalahan pengukuran.
- ✍ Menuliskan hasil pengukuran dengan benar.
- ✍ Menjelaskan hasil pengukuran berdasarkan angka penting;
- ✍ Mengoperasikan angka penting.
- ✍ Melakukan pengukuran panjang, massa, waktu, temperatur, ketebalan kertas, berat, dan volume dengan menggunakan alat ukur yang sesuai.

b. Uraian Materi

a) Pengukuran

Pengukuran merupakan kegiatan sederhana, tetapi sangat penting dalam kehidupan kita. Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran dengan besaran lain sejenis yang dipergunakan sebagai satuannya. Misalnya, Anda mengukur panjang buku dengan mistar, artinya Anda membandingkan panjang buku tersebut dengan satuan-satuan panjang yang ada di mistar, yaitu milimeter atau centimeter, sehingga diperoleh hasil pengukuran, panjang buku adalah 210 mm atau 21 cm.

Fisika merupakan ilmu yang memahami segala sesuatu tentang gejala alam melalui pengamatan atau observasi dan memperoleh kebenarannya secara empiris melalui panca indera. Karena itu, pengukuran merupakan bagian yang sangat penting dalam proses membangun konsep-konsep fisika.

Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan pengukuran, *pertama* masalah ketelitian (presisi) dan *kedua* masalah ketepatan (akurasi). Presisi menyatakan derajat kepastian hasil suatu pengukuran, sedangkan

akurasi menunjukkan seberapa tepat hasil pengukuran mendekati nilai yang sebenarnya.

Presisi bergantung pada alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran. Umumnya, semakin kecil pembagian skala suatu alat semakin presisi hasil pengukuran alat tersebut. Mistar umumnya memiliki skala terkecil 1 mm, sedangkan jangka sorong mencapai 0,1 mm atau 0,05 mm, maka pengukuran menggunakan jangka sorong akan memberikan hasil yang lebih presisi dibandingkan menggunakan mistar.

Meskipun memungkinkan untuk mengupayakan kepresisian pengukuran dengan memilih alat ukur tertentu, tetapi tidak mungkin menghasilkan pengukuran yang tepat (akurasi) secara mutlak. Keakurasian pengukuran harus dicek dengan cara membandingkan terhadap nilai standar yang ditetapkan. Keakurasian alat ukur juga harus dicek secara periodik dengan metode *the two-point calibration*. Pertama, apakah alat ukur sudah menunjuk nol sebelum digunakan? Kedua, apakah alat ukur memberikan pembacaan ukuran yang benar ketika digunakan untuk mengukur sesuatu yang standar?

1. Sumber-sumber ketidakpastian dalam pengukuran

Ada tiga sumber utama yang menimbulkan ketidakpastian pengukuran, yaitu:

a. Ketidakpastian Sistematis

Ketidakpastian sistematis bersumber dari alat ukur yang digunakan atau kondisi yang menyertai saat pengukuran. Bila sumber ketidakpastian adalah alat ukur, maka setiap alat ukur tersebut digunakan akan memproduksi ketidakpastian yang sama.

Yang termasuk ketidakpastian sistematis antara lain:

☞ Ketidakpastian Alat

Ketidakpastian ini muncul akibat kalibrasi skala penunjukkan angka pada alat tidak tepat, sehingga pembacaan skala menjadi tidak sesuai dengan yang sebenarnya. Misalnya, kuat arus listrik yang melewati suatu beban sebenarnya 1,0 A, tetapi bila diukur menggunakan suatu

Ampermeter tertentu selalu terbaca 1,2 A. Untuk mengatasi ketidakpastian alat, harus dilakukan kalibrasi setiap alat tersebut dipergunakan.

☞ *Kesalahan Nol*

Ketidaktepatan penunjukkan alat pada skala nol juga melahirkan ketidakpastian sistematis. Hal ini sering terjadi, tetapi juga sering terabaikan. Pada sebagian besar alat umumnya sudah dilengkapi dengan skrup pengatur/pengenol. Bila sudah diatur maksimal tetap tidak tepat pada skala nol, maka untuk mengatasinya harus diperhitungkan selisih kesalahan tersebut setiap kali melakukan pembacaan skala.

☞ *Waktu Respon Yang Tidak Tepat*

Ketidaktepatan pengukuran ini muncul akibat dari waktu pengukuran (pengambilan data) tidak bersamaan dengan saat munculnya data yang seharusnya diukur, sehingga data yang diperoleh bukan data yang sebenarnya. Misalnya, kita ingin mengukur periode getar suatu beban yang digantungkan pada pegas dengan menggunakan stopwatch. Selang waktu yang kita ukur sering tidak tepat karena terlalu cepat atau terlambat menekan tombol stopwatch saat kejadian berlangsung.

☞ *Kondisi Yang Tidak Sesuai*

Ketidaktepatan pengukuran ini muncul karena kondisi alat ukur dipengaruhi oleh kejadian yang hendak diukur. Misal, mengukur nilai transistor saat dilakukan penyolderan, atau mengukur panjang sesuatu pada suhu tinggi menggunakan mistar logam. Hasil yang diperoleh tentu bukan nilai yang sebenarnya karena panas mempengaruhi sesuatu yang diukur maupun alat pengukurnya.

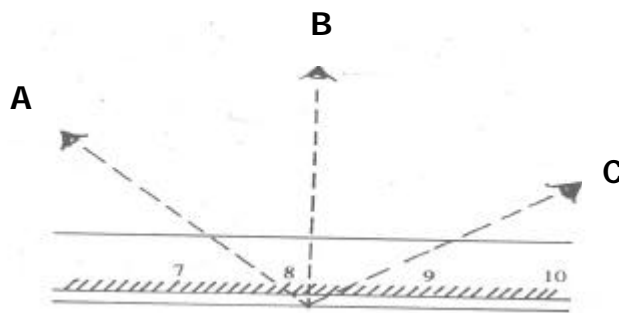
b. *Ketidakpastian Random*

Ketidakpastian random umumnya bersumber dari gejala yang tidak mungkin dikendalikan secara pasti atau tidak dapat diatasi secara tuntas. Gejala tersebut umumnya merupakan perubahan yang sangat cepat dan acak hingga pengaturan atau pengontrolannya di luar kemampuan kita. Misalnya:

- ✎ *Fluktuasi pada besaran listrik.* Tegangan listrik selalu mengalami fluktuasi (perubahan terus menerus secara cepat dan acak). Akibatnya kalau kita ukur, nilainya juga berfluktuasi. Demikian pula saat kita mengukur kuat arus listrik,
- ✎ *Getaran landasan.* Alat yang sangat peka (misalnya seismograf) akan melahirkan ketidakpastian karena gangguan getaran landasannya,
- ✎ *Radiasi latar belakang.* Radiasi kosmos dari angkasa dapat mempengaruhi hasil pengukuran dan pencacah, sehingga melahirkan ketidakpastian random.
- ✎ *Gerak acak molekul udara.* Molekul udara selalu bergerak secara acak (gerak Brown), sehingga berpeluang mengganggu alat ukur yang halus, misalnya mikro-galvanometer dan melahirkan ketidakpastian pengukuran.

c. *Ketidakpastian Pengamatan*

Ketidakpastian pengamatan merupakan ketidakpastian pengukuran yang bersumber dari kekurangterampilan manusia saat melakukan kegiatan pengukuran. Misalnya: metode pembacaan skala tidak tegak lurus (paralaks), salah dalam membaca skala, dan pengaturan atau pengesetan alat ukur yang kurang tepat.



Posisi A dan C menimbulkan kesalahan paralaks. Posisi B yang benar.

Seiring kemajuan teknologi, alat ukur dirancang semakin canggih dan kompleks, sehingga banyak hal yang harus diatur sebelum alat tersebut digunakan. Bila yang mengoperasikan tidak terampil, semakin banyak yang harus diatur semakin besar kemungkinan untuk melakukan kesalahan sehingga memproduksi ketidakpastian yang besar pula.

2. Melaporkan hasil pengukuran

Pengukuran tunggal dalam kegiatan eksperimen sebenarnya dihindari karena menimbulkan ketidakpastian yang sangat besar. Namun, ada alasan tertentu yang mengharuskan sehingga suatu pengukuran hanya dapat dilakukan sekali saja. Misalnya, mengukur selang waktu kelahiran bayi kembar, atau mengukur kecepatan mobil yang lewat.

Bagaimana menuliskan hasil pengukuran tunggal tersebut? Setiap alat memiliki skala terkecil yang memberikan kontribusi besar pada kepresisian pengukuran. Skala terkecil adalah nilai atau hitungan antara dua gores skala bertetangga. Skala terkecil pada mistar adalah 1 mm.

Umumnya, secara fisik mata manusia masih mampu membaca ukuran hingga skala terkecil tetapi mengalami kesulitan pada ukuran yang kurang dari skala terkecil. Pembacaan ukuran yang kurang dari skala terkecil merupakan *taksiran*, dan sangat berpeluang memunculkan ketidakpastian. Mengacu pada logika berfikir demikian, maka lahirlah pandangan bahwa penulisan hasil pengukuran hingga *setengah dari skala*

terkecil. Tetapi ada juga kelompok lain yang berpandangan bahwa membaca hingga skala terkecil pun sudah merupakan taksiran, karena itu penulisan hasil pengukuran paling teliti adalah *sama dengan skala terkecil*.

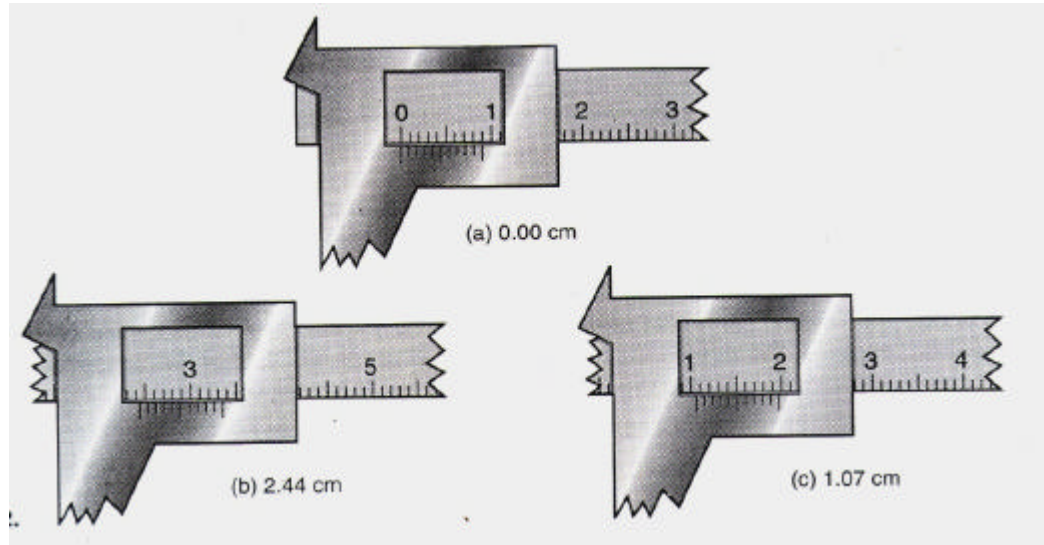
Berapa panjang logam yang terlihat pada gambar-4? Skala terkecil mistar pengukurnya adalah 0,1 cm. Menurut kelompok pertama, panjang logam dapat dituliskan 8,65 cm. Tetapi menurut kelompok kedua panjang logam hanya dapat ditulis 8,6 cm atau 8,7 cm.



Gambar-4 : Mengukur dengan mistar

Skala terkecil jangka sorong

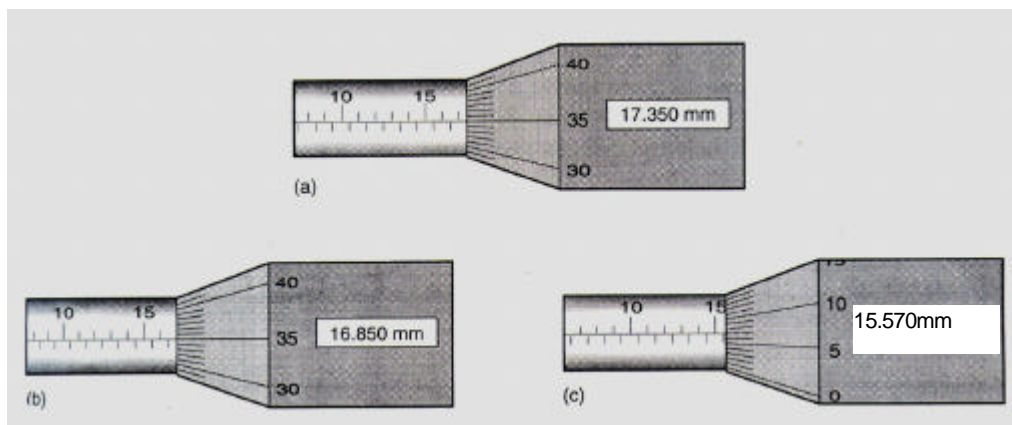
Skala terkecil jangka sorong bergantung pada pembagian skala nonius. Hal ini dapat dilihat pada rahang geser, perhatikan gambar-5 di bawah ini. **Perhatian:** sering dihafal/dianggap skala terkecil jangka sorong = 0,1 mm. Hal ini *tidak benar dan tidak bermanfaat*. Bila pada rahang geser terdapat 11 garis/strip, berarti setiap 1 mm skala utama dibagi menjadi 10 skala nonius. Berarti skala terkecil nonius = $1 \text{ mm} : 10 = 0,1 \text{ mm}$. Pada jangka sorong model demikian memang benar bahwa skala terkecilnya 0,1 mm. Tetapi di pasaran sudah banyak diproduksi jangka sorong dengan jumlah garis/strip pada rahang geser lebih banyak, misalnya dibuat 21 strip. Berarti 1 mm skala utama dibagi 20 skala nonius. Pada jangka sorong model demikian skala terkecilnya = $1 \text{ mm} : 20 = 0,05 \text{ mm}$.



Gambar-5 : Skala jangka sorong dengan skala nonius 0,1 mm.
Hasil pembacaan ditulis sampai sama dengan skala terkecil.

Skala terkecil mikrometer sekrup

Sebagaimana pada jangka sorong, skala terkecil mikrometer sekrup juga tidak bermanfaat untuk dihafalkan, karena bergantung pada pembagian skala utama oleh skala nonius pada rahang putarnya. Perhatikan gambar-6, rahang putar mikrometer sekrup membagi 1 mm skala utama menjadi 100 skala nonius (diperoleh dari 2 putaran x 50 skala nonius). Berarti skala terkecil mikrometer sekrup tersebut = $1 \text{ mm} : 100 = 0,01 \text{ mm}$.



Gambar-6 : Skala mikrometer skrup dengan skala nonius 0,01 mm.
Hasil pembacaan ditulis sampai dengan setengah skala terkecil.

Apakah angka penting itu?

Perhatikan kembali gambar-4? Panjang logam tersebut pasti melebihi 8,6 cm, dan jika skala tersebut kita perhatikan lebih cermat, ujung logam berada kira-kira di tengah-tengah skala 8,6 cm dan 8,7 cm. Kalau kita mengikuti aturan penulisan hasil pengukuran hingga setengah skala terkecil, panjang logam dapat dituliskan 8,65 cm.

Angka terakhir (angka 5) merupakan angka taksiran, karena terbacanya angka tersebut hanyalah dari hasil menaksir atau memperkirakan saja. Berarti hasil pengukuran 8,65 cm terdiri dari dua angka pasti, yaitu angka 8 dan 6, dan satu angka taksiran yaitu angka 5. Angka-angka hasil pengukuran yang terdiri dari angka pasti dan angka taksiran disebut *angka penting*. Bila logam di atas diukur dengan jangka sorong atau mikrometer skrup, jumlah angka penting yang diperoleh makin banyak atau makin sedikit? Mengapa?.

Seandainya tepi logam berada tepat pada garis 8,6 cm, hasil pengukuran harus ditulis 8,60 cm bukan 8,6 cm? Mengapa? Penulisan angka nol pada 8,60 cm menunjukkan bahwa hasil pengukurannya tidak kurang dan tidak lebih dari 8,6 cm dan angka 6 masih merupakan angka pasti. Bila hanya ditulis 8,6 cm, maka angka 6 merupakan angka taksiran. Karena memberikan informasi atau makna tertentu, maka angka nol pada 8,60 termasuk angka penting.

Penulisan angka nol pada angka penting, ternyata memberikan implikasi yang amat berharga. Untuk mengidentifikasi apakah suatu angka tertentu termasuk angka penting atau bukan, dapat diikuti beberapa kriteria di bawah ini:

- a. Semua angka bukan nol termasuk angka penting.
Contoh: 2,45 memiliki 3 angka penting.
- b. Semua angka nol yang tertulis setelah titik desimal termasuk angka penting.
Contoh: 2,50 memiliki 3 angka penting 16,00 memiliki 4 angka penting.

c. Angka nol yang tertulis di antara angka-angka penting (angka-angka bukan nol), juga termasuk angka penting.

Contoh: 207 memiliki 3 angka penting

10,50 memiliki 4 angka penting

d. Angka nol yang tertulis sebelum angka bukan nol dan hanya berfungsi sebagai penunjuk titik desimal, tidak termasuk angka penting.

Contoh: 0,5 memiliki 1 angka penting

0,0860 memiliki 3 angka penting

Hasil pengukuran 186.000 meter memiliki berapa angka penting? Sulit untuk menjawab pertanyaan ini. Angka 6 mungkin angka taksiran dan tiga angka nol di belakangnya menunjukkan titik desimal. Tetapi dapat pula semua angka tersebut merupakan hasil pengukuran. Ada dua cara untuk memecahkan kesulitan ini. *Pertama*: titik desimal diubah menjadi satuan, diperoleh 186 km (terdiri 3 angka penting) atau 186,000 km (terdiri 6 angka penting). *Kedua*: ditulis dalam bentuk notasi baku, yaitu $1,86 \times 10^5$ m (terdiri 3 angka penting) atau $1,86000 \times 10^5$ m (terdiri 6 angka penting).

Jumlah angka penting dalam penulisan hasil pengukuran dapat dijadikan indikator tingkat ketelitian pengukuran yang dilakukan. Semakin banyak angka penting yang dituliskan, berarti pengukuran yang dilakukan semakin teliti. Berikut beberapa contoh penulisan hasil pengukuran dengan memperhatikan angka penting:

a. Satu angka penting : 2; 0,1; 0,003; $0,01 \times 10^{-2}$

b. Dua angka penting : 1,6; 1,0; 0,010; $0,10 \times 10^2$

c. Tiga angka penting : 101; 1,25; 0,0623; $3,02 \times 10^4$

d. Empat angka penting : 1,000; 0,1020; $1,001 \times 10^8$

Perhitungan dengan Angka Penting

Setelah mencatat hasil pengukuran dengan tepat, diperoleh data-data kuantitatif yang mengandung sejumlah angka-angka penting. Sering kali,

angka-angka tersebut harus dijumlahkan, dikurangkan, dibagi, atau dikalikan. Ketika kita mengoperasikan angka-angka penting hasil pengukuran, jangan lupa hasil yang kita dapatkan melalui perhitungan tidak mungkin memiliki ketelitian melebihi ketelitian hasil pengukuran.

a. Penjumlahan dan Pengurangan

Bila angka-angka penting dijumlahkan atau dikurangkan, maka hasil penjumlahan atau pengurangan tersebut memiliki ketelitian sama dengan ketelitian angka-angka yang dijumlahkan atau dikurangkan, *yang paling tidak teliti*.

Contoh:

24,681	?	ketelitian hingga seperseribu
2,34	?	ketelitian hingga seperseratus
3,2	?	ketelitian hingga sepersepuluh
30,221	+	

Penulisan hasil yang benar adalah 30,2 ? ketelitian hingga sepersepuluh.

Bila jawaban ditulis 30,22 ? ketelitiannya hingga seperseratus. Hal ini menunjukkan hasil perhitungan lebih teliti dibanding hasil pengukuran, karena hasil pengukuran yang dijumlahkan ada yang ketelitiannya hanya sampai sepersepuluh, yaitu 3,2. *Apakah mungkin?* Apalagi bila hasil perhitungan ditulis 30,221, berarti ketelitian hasil perhitungan hingga seperseribu.

b. Perkalian dan Pembagian

Bila angka-angka penting dibagi atau dikalikan, maka jumlah angka penting pada hasil operasi pembagian atau perkalian tersebut paling banyak sama dengan jumlah angka penting terkecil dari bilangan-bilangan yang dioperasikan.

Contoh:

$$\begin{array}{ccc} 3,22 \text{ cm} \times 2,1 \text{ cm} = 6,762 \text{ cm}^2, & & \text{ditulis } 6,8 \text{ cm}^2 . \\ ? & ? & ? \\ 3 \text{ angka} & 2 \text{ angka} & 2 \text{ angka} \\ \text{penting} & \text{penting} & \text{penting} \end{array}$$

Aturan pembulatan angka-angka penting

Sebagaimana telah didiskusikan pada bagian sebelumnya, perhitungan yang melibatkan angka penting tidak dapat diperlakukan sama seperti operasi matematik biasa. Ada beberapa rambu yang harus diperhatikan, sehingga hasil perhitungannya tidak memiliki ketelitian melebihi ketelitian hasil pengukuran yang dioperasikan. Mengapa? *Karena hal yang demikian jelas tidak mungkin.*

Kita ambil kembali contoh penjumlahan dan perkalian sebelumnya;

$$24,681 + 2,343 + 3,21 = 30,234 \text{ ? ditulis } 30,23$$

$$3,22 \times 2,1 = 6,762 \text{ ? ditulis } 6,8$$

Mengapa pada hasil penjumlahan nilai 0,004 dihilangkan, sedangkan pada hasil perkalian nilai 0,062 dibulatkan menjadi 0,1? Untuk membulatkan angka-angka penting, ada beberapa aturan yang harus kita ikuti:

- a. angka kurang dari 5, dibulatkan ke bawah (ditiadakan)

Contoh: 12,74 dibulatkan menjadi 12,7

- b. angka lebih dari 5, dibulatkan ke atas

Contoh: 12,78 dibulatkan menjadi 12,8

- c. angka 5, dibulatkan ke atas bila angka sebelumnya ganjil dan ditiadakan bila angka sebelumnya genap.

Contoh: 12,75 dibulatkan menjadi 12,8

12,65 dibulatkan menjadi 12,6

d) Tugas

- ✍ Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran dengan besaran lain sejenis yang dipergunakan sebagai satuannya.
- ✍ Ada tiga sumber utama yang menimbulkan ketidakpastian pengukuran, yaitu:
 - ↳ *Ketidakpastian sistematis*, meliputi: ketidakpastian alat, kesalahan nol, waktu respon yang tidak tepat, dan kondisi yang tidak sesuai.
 - ↳ *Ketidakpastian random*, misalnya: fluktuasi pada besaran listrik, getaran landasan, radiasi latar belakang, dan gerak acak molekul udara.
 - ↳ *Ketidakpastian pengamatan*, misalnya: kesalahan paralaks, tidak cermat dalam membaca skala, dan pengaturan atau pengesetan alat ukur yang kurang tepat.
- ✍ Hasil pengukuran tunggal dapat dituliskan hingga satu skala terkecil atau setengah skala terkecil.
- ✍ Angka-angka hasil pengukuran yang terdiri dari angka pasti dan angka taksiran disebut *angka penting*.
- ✍ Kriteria untuk menentukan angka penting meliputi:
 - a. Semua angka bukan nol termasuk angka penting.
 - b. Semua angka nol yang tertulis setelah titik desimal termasuk angka penting.
 - c. Angka nol yang tertulis di antara angka-angka penting (angka-angka bukan nol), juga termasuk angka penting.
 - d. Angka nol yang tertulis sebelum angka bukan nol dan hanya berfungsi sebagai penunjuk titik desimal, tidak termasuk angka penting.
- ✍ Aturan penjumlahan dan pengurangan dengan angka penting
Bila angka-angka penting dijumlahkan atau dikurangkan, maka hasil penjumlahan atau pengurangan tersebut memiliki ketelitian sama dengan ketelitian angka-angka yang dijumlahkan atau dikurangkan *yang paling tidak teliti*.

✍ Aturan perkalian dan pembagian dengan angka penting

Bila angka-angka penting dibagi atau dikalikan, maka jumlah angka penting pada hasil operasi pembagian atau perkalian tersebut paling banyak sama dengan jumlah angka penting terkecil dari bilangan-bilangan yang dioperasikan.

✍ Aturan pembulatan angka-angka penting

- a. angka kurang dari 5, dibulatkan ke bawah (ditiadakan)
- b. angka lebih dari 5, dibulatkan ke atas
- c. angka 5, dibulatkan ke atas bila angka sebelumnya ganjil dan ditiadakan bila angka sebelumnya genap.

e. Tes Formatif

1. Apakah yang dimaksud dengan pengukuran? Mengapa pengukuran harus menggunakan satuan baku?
2. Sebutkan dan jelaskan tiga sumber ketidakpastian pengukuran!
3. Empat orang melakukan pengukuran panjang menggunakan mistar dengan skala terkecil 1 mm, hasilnya ditulis dalam tabel di bawah ini. Manakah di antara penulisan hasil di bawah ini yang tidak benar? Acuan manakah yang dipakai, setengah skala terkecil atau sama dengan skala terkecil? Berikan penjelasan!

Orang	Hasil Pengukuran
A	22,5 mm
B	22,8 mm
C	22,0 mm
D	22 mm

4. Seseorang mengukur panjang pensil menggunakan mistar yang banyak beredar di pasaran dengan skala terkecil 1 mm. Ternyata skala yang ditunjuk tepat pada angka 12. Bila menggunakan aturan setengah skala terkecil, maka panjang pensil tersebut seharusnya ditulis 12 cm; 12,0 cm; 12,00 cm atukah 12,05 cm? Berikan

penjelasan, tunjukkan pula manakah pada hasil tersebut yang menunjukkan angka pasti dan angka taksiran!

5. Seseorang melakukan pengukuran panjang, lebar, dan tinggi suatu balok menggunakan alat ukur yang berbeda-beda, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut: panjang 20,5 cm, lebar 5,1 cm, dan tinggi 2,00 cm. Tentukan volume balok tersebut!

f. Kunci Jawaban Tes Formatif

1. Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran dengan besaran lain sejenis yang dipergunakan sebagai satuan. Pengukuran harus menggunakan satuan baku, karena hasil pengukuran amat diperlukan untuk komunikasi, sehingga hasilnya akan mudah diakses dan diterima oleh orang lain.
2. Tiga sumber ketidakpastian dalam pengukuran, meliputi:
 - i. ketidakpastian sistematis, merupakan ketidakpastian yang bersumber dari alat, misalnya: kesalahan nol.
 - ii. ketidakpastian random, merupakan ketidakpastian yang bersumber dari lingkungan, misalnya: getaran landasan dan gerak acak molekul udara.
 - iii. ketidakpastian pengamatan, merupakan ketidakpastian yang bersumber dari pelaku (orang yang melakukan pengukuran), misalnya: kesalahan paralaks dan tidak cermat dalam membaca skala.
3. Empat orang melakukan pengukuran panjang menggunakan mistar dengan skala terkecil 1 mm, hasilnya ditulis dalam tabel di bawah ini. Komentar terhadap penulisan hasil tersebut:

Orang	Hasil Pengukuran	Status	Keterangan
A	22,5 mm	Benar	Acuan setengah skala terkecil, penunjukkan di antara dua garis skala terkecil
B	22,8 mm	Salah	Acuan setengah skala terkecil, tetapi taksiran 0,8 mm tidak dibenarkan.
C	22,0 mm	Benar	Acuan setengah skala terkecil, penunjukkan tepat pada garis skala terkecil
D	22 mm	Benar	Acuan sama dengan skala terkecil

4. Seseorang mengukur panjang pensil menggunakan mistar yang banyak beredar di pasaran dengan skala terkecil 1 mm. Ternyata skala yang ditunjuk tepat pada angka 12. Bila menggunakan aturan setengah skala terkecil, maka panjang pensil tersebut seharusnya ditulis 12,00 cm atau 120,0 mm. Angka 1, 2, dan 0 yang pertama merupakan angka pasti; sedangkan 0 yang terakhir merupakan angka taksiran, karena penunjukkan tepat pada garis skala terkecil. (**Tambahan:** seandainya penunjukkan di antara garis skala terkecil, hasilnya ditulis 12,05 cm atau 120,5 mm).

5. Seseorang melakukan pengukuran panjang, lebar, dan tinggi suatu balok menggunakan alat ukur yang berbeda-beda, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut: panjang 20,5 cm, lebar 5,1 cm, dan tinggi 2,00 cm.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume balok} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 10,5 \text{ cm} \times 5,1 \text{ cm} \times 1,00 \text{ cm} \\
 &= 53,55 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

↓ ditulis = **54 cm³**, mengandung 2 angka penting, karena jumlah angka penting pada hasil operasi perkalian *paling banyak sama dengan* jumlah angka penting terkecil dari bilangan-bilangan yang dioperasikan.

g. Lembar Kerja

1. Alat

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| ✍ Mistar 30 cm | Jangka sorong |
| ✍ Mikrometer skrup | Neraca lengan (neraca Ohaus) |
| ✍ Neraca pegas | Stopwatch manual |
| ✍ Termometer manual | |

2. Bahan

- ✍ Balok kayu, jangan terlalu besar
- ✍ Lembaran plat atau kertas dengan berbagai ketebalan
- ✍ Air panas dan dingin dalam wadah berbeda

3. Keselamatan kerja

- ✍ Hati-hati bekerja dengan berbagai alat ukur!
- ✍ Perhatikan peringatan keselamatan kerja pada tiap-tiap pengukuran di bawah ini!

4. Langkah kerja

A. Mengukur Volume Balok

a. menggunakan mistar

1. Ukur panjang, lebar, dan tinggi balok menggunakan mistar.

Perhatikan titik nol mistar harus tepat pada salah satu ujung balok. Pembacaan skala pada mistar harus tegak lurus pada skala yang ditunjuk, agar tidak terjadi kesalahan paralaks. Dengan menggunakan aturan setengah skala terkecil, catatlah hasilnya!

Panjang = cm

Lebar = cm

Tinggi = cm

2. Volume balok = panjang x lebar x tinggi.

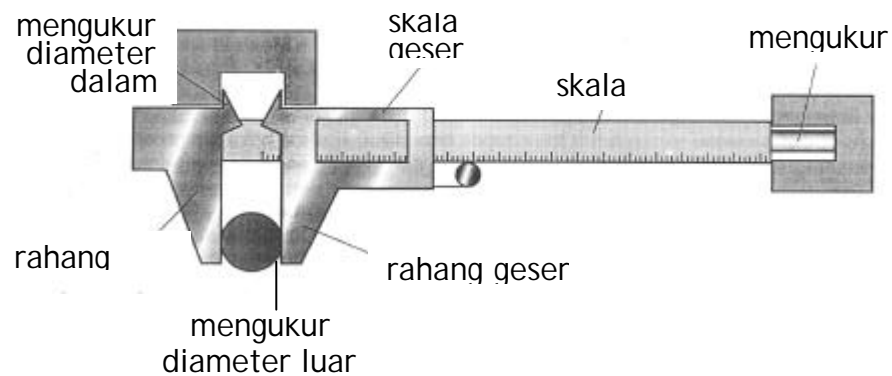
Berdasar hasil langkah 1, tentukan volume balok. Perhatikan aturan pengoperasian angka penting.

Volume balok =

b. menggunakan jangka sorong:

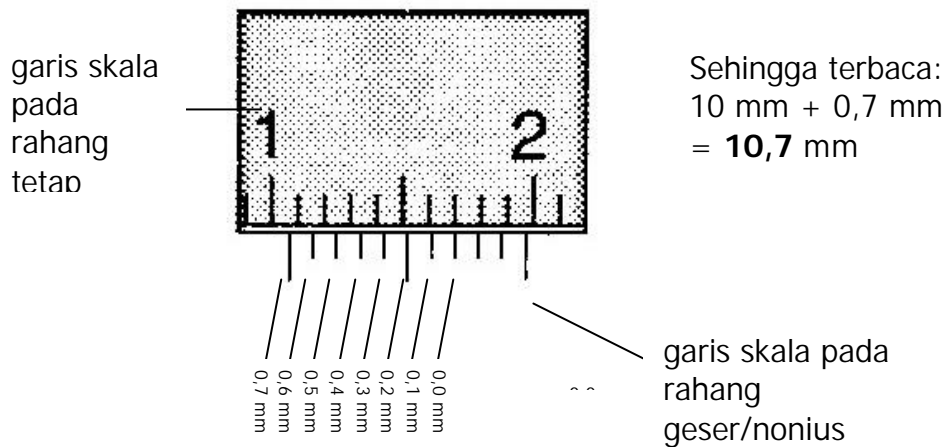
1. Ukur panjang, lebar, dan tinggi balok menggunakan jangka sorong.

✍ Sebelum melakukan pengukuran menggunakan jangka sorong, pahami dahulu bagian-bagian jangka sorong beserta fungsinya, dan yakinkan bahwa Anda dapat membaca skala yang ditunjukkan jangka sorong secara cermat dan benar.



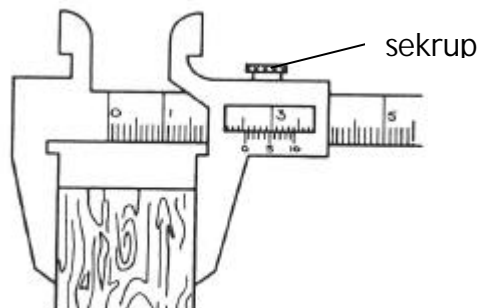
Gambar-7 : Bagian-bagian utama jangka sorong.

✍ Pembacaan skala pada nonius jangka sorong, seperti terlihat pada gambar-8 di bawah ini.



Gambar-8 : Pembacaan skala pada jangka sorong

- ✎ Untuk mengukur panjang sisi suatu balok menggunakan jangka sorong, ikutilah prosedur di bawah ini.
- 📦 Letakkan sisi balok di antara rahang tetap dan rahang geser, seperti gambar-9 di bawah ini.



Gambar-9 :
Mengukur sisi balok menggunakan jangka sorong

- 📦 Atur rahang geser hingga benda "tepat terjepit" oleh rahang tetap dan rahang geser, kemudian kuncilah rahang geser dengan cara memutar sekrup pengunci, seperti gambar-9.
- 📦 Bacalah skala yang ditunjukkan dengan cara: *pertama*, temukan garis skala pada nonius yang "tepat lurus" dengan garis skala pada rahang tetap. Garis tersebut menunjukkan 0,0 mm. *Berikutnya*, temukan jarak antara garis skala pada nonius dan rahang tetap seperti gambar-8 dan catatlah hasilnya.

📏 Lakukan prosedur di atas untuk mengukur panjang, lebar, dan tinggi balok.

Panjang = cm

Lebar = cm

Tinggi = cm

2. Volume balok = panjang x lebar x tinggi.

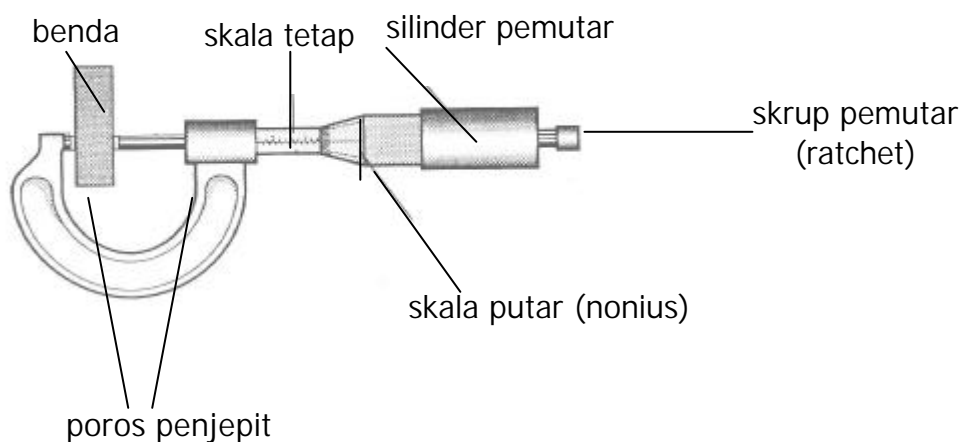
Berdasar hasil langkah 1, tentukan volume balok. *Perhatikan aturan pengoperasian angka penting.*

Volume balok =

Bandingkan pengukuran volume balok menggunakan mistar dan menggunakan jangka sorong, manakah yang lebih presisi (teliti)? Mengapa? Berikan penjelasan!

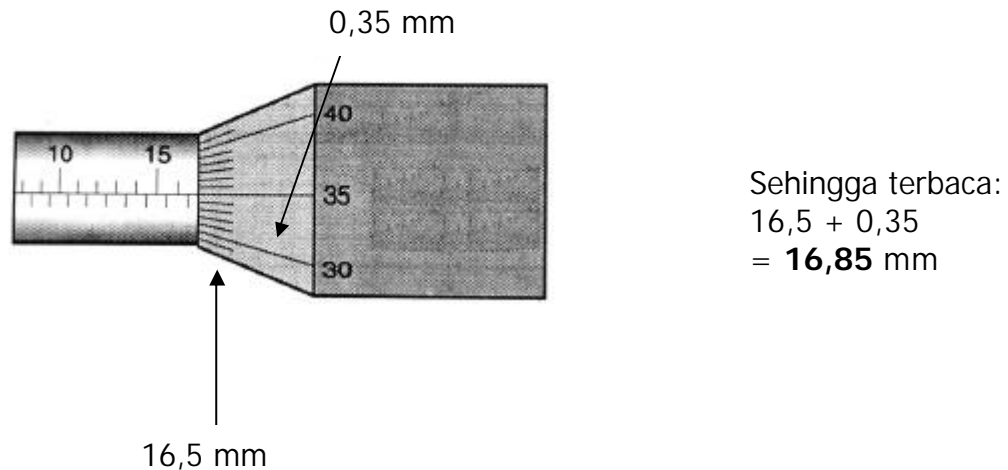
B. Mengukur ketebalan kertas/plat dengan mikrometer sekrup

✍ Sebelum melakukan pengukuran menggunakan mikrometer sekrup, pahami dahulu bagian-bagian mikrometer sekrup beserta fungsinya, dan yakinkan bahwa Anda dapat membaca skala yang ditunjukkan mikrometer sekrup secara cermat dan benar.



Gambar-10 : Mikrometer sekrup dan bagian-bagian utamanya.

- ✎ Pembacaan skala pada mikrometer skrup, seperti terlihat pada gambar-11 di bawah ini.



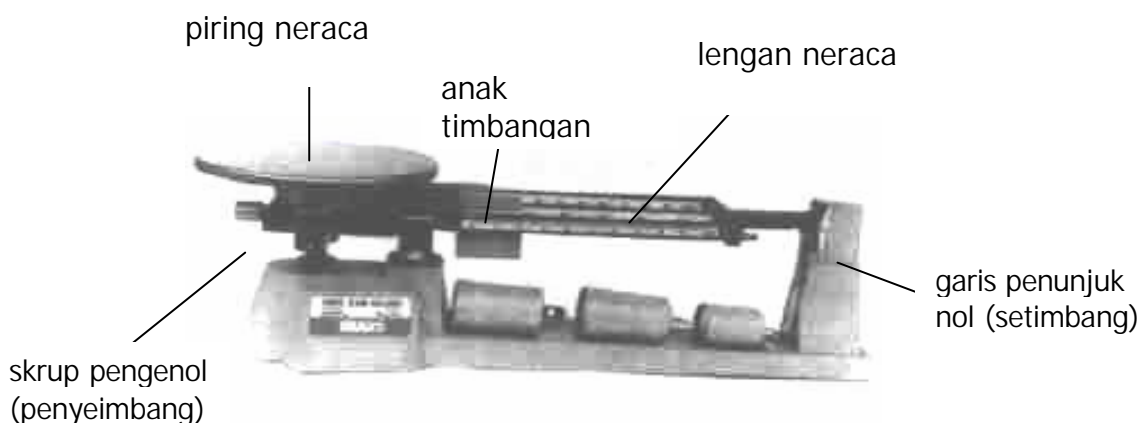
Gambar-11: Pembacaan skala pada mikrometer skrup.

- ✎ Untuk mengukur besaran panjang menggunakan mikrometer skrup, ikutilah prosedur di bawah ini.
- Letakkan benda di antara kedua poros penjepit, kemudian putarlah silinder pemutar perlahan-lahan hingga ujung kedua poros menyentuh permukaan benda, seperti terlihat pada gambar-10.
 - Setelah ujung kedua poros menyentuh permukaan benda, putarlah skrup pemutar (ratchet) secara perlahan-lahan hingga terdengar bunyi "klik". Bunyi itu menandakan bahwa kedua ujung poros telah menjepit benda secara akurat. *Perhatian:* jangan memaksa menggerakkan poros penjepit menggunakan silinder pemutar ketika ujung poros telah menjepit benda, hal ini dapat merusak sistem ulir di dalam mikrometer skrup.
 - Bacalah skala yang ditunjukkan oleh mikrometer skrup, seperti ditunjukkan pada gambar-11 dan catatlah hasilnya.

Tebal plat/kertas = mm

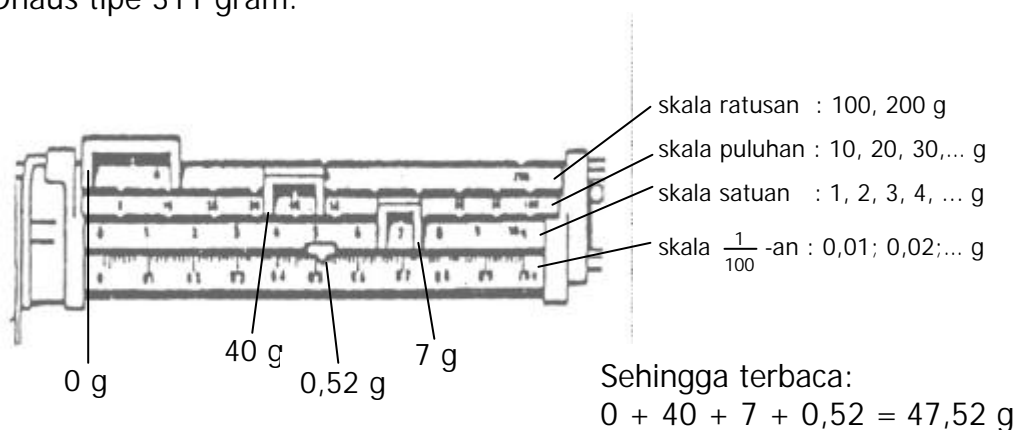
C. Mengukur massa benda menggunakan neraca lengan

- Sebelum melakukan pengukuran massa menggunakan neraca lengan, pahami dahulu bagian-bagian neraca lengan beserta fungsinya, dan yakinkan bahwa Anda dapat membaca skala yang ditunjukkan neraca lengan secara cermat dan benar.



Gambar-12 : Neraca lengan dan bagian-bagian utamanya.

- Pembacaan skala pada neraca lengan, seperti terlihat pada gambar-13 di bawah ini. Pada contoh ini menggunakan neraca 4 lengan Ohaus tipe 311 gram.



Gambar-13 : Pembacaan skala pada neraca 4 lengan, Ohaus 311 g.

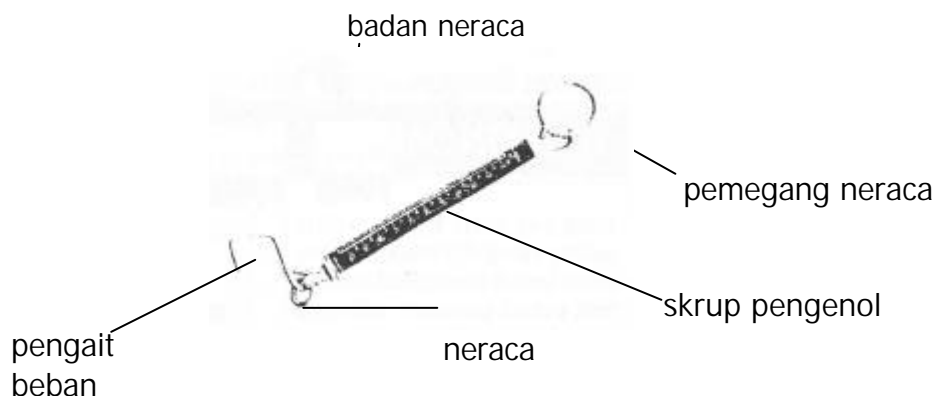
✍ Untuk mengukur massa benda menggunakan neraca lengan, ikutilah prosedur di bawah ini.

- a. Pastikan dahulu bahwa neraca dalam keadaan setimbang. Bila belum setimbang, buatlah setimbang dulu dengan cara memutar sekrup penyeimbang/pengenal.
- b. Letakkan benda di atas piring neraca. *Perhatian:* untuk benda cair atau benda yang bersifat korosif, sebelum diletakkan di atas piring neraca, masukkan terlebih dahulu ke dalam wadah tertentu.
- c. Geserlah anak timbangan, dimulai dari yang paling besar, berikutnya yang kecil-kecil, hingga neraca setimbang kembali.
- d. Bacalah skala yang ditunjukkan oleh neraca, seperti ditunjukkan pada gambar-13 dan catatlah hasilnya.

Massa benda = gram

D. Mengukur berat benda menggunakan neraca pegas

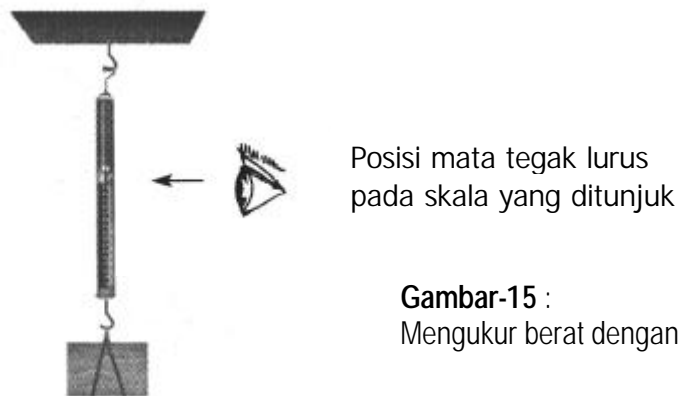
✍ Sebelum melakukan pengukuran berat menggunakan neraca pegas, pahami dahulu bagian-bagian neraca pegas beserta fungsinya, dan yakinkan bahwa Anda dapat membaca skala yang ditunjukkan neraca pegas secara cermat dan benar.



Gambar-14 : Neraca pegas dan bagian-bagian utamanya.

✍ Untuk mengukur berat benda menggunakan neraca pegas, ikutilah prosedur di bawah ini.

- 1) Pastikan dahulu bahwa penunjukkan nol pada neraca pegas sudah tepat. Bila belum, lakukan pengenalan dengan cara memutar sekrup pengenal menggunakan obeng.
- 2) Ikat atau gantungkan pemegang neraca pada penyangga yang mantap.
- 3) Gantungkan beban pada pengait beban.
- 4) Bacalah skala yang ditunjuk oleh neraca pegas dengan mata tegak lurus pada skala yang ditunjuk tersebut, sehingga tidak terjadi kesalahan paralaks, seperti terlihat pada gambar-15. Catatlah hasil pengukuran Anda hingga setengah skala terkecil.

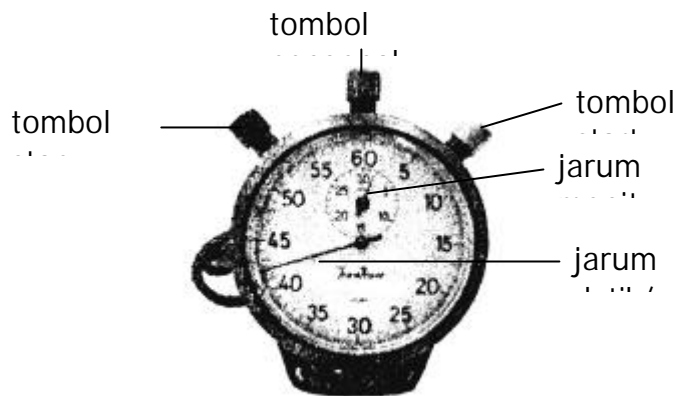


Gambar-15 :
Mengukur berat dengan neraca pegas.

Berat benda = newton

E. Mengukur waktu menggunakan stopwatch

✍ Sebelum melakukan pengukuran waktu menggunakan stopwatch, pahami dahulu bagian-bagian stopwatch beserta fungsinya, dan yakinkan bahwa Anda dapat membaca skala yang ditunjukkan stopwatch secara cermat dan benar.



Gambar-16 : Stopwatch dan bagian-bagian utamanya.

✍ Untuk mengukur waktu menggunakan stopwatch, ikutilah prosedur di bawah ini.

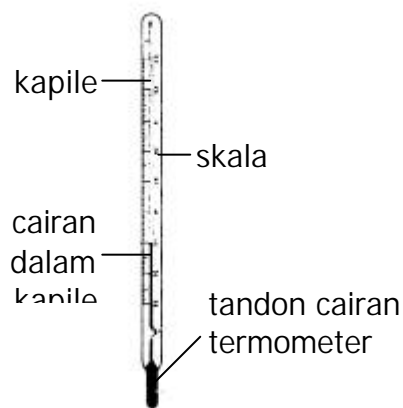
- a. Pastikan dahulu bahwa semua jarum stopwatch menunjuk pada angka nol. Bila belum, lakukan pegenolan dengan cara menekan tombol pegenol (biasanya berwarna hitam, tombol tengah).
- b. Ketika pengukuran dimulai, tekan tombol start (biasanya berwarna hijau, tombol kanan).
- c. Ketika pengukuran selesai, tekan tombol stop (biasanya berwarna merah, tombol kiri).
- d. Bacalah skala yang ditunjuk oleh stopwatch, mulailah dengan penunjukkan jarum menit kemudian jarum detik/sekon. Pembacaan dan penulisan jarum detik dapat dilakukan hingga setengah skala terkecil.
- e. Sekarang mintalah temanmu untuk membaca suatu paragraf tertentu, ukurlah berapa waktu yang dibutuhkan mengikuti prosedur di atas.

Waktu yang dibutuhkan = sekon

Perhatian: untuk stopwatch manual yang bekerjanya dengan sistem spiral, jangan menyimpan stopwatch tersebut dalam keadaan spiral tertekan (putaran masih ada), karena akan mempercepat terjadinya kerusakan. Biarkan jarum memutar terus hingga tenaga dalam spiral habis.

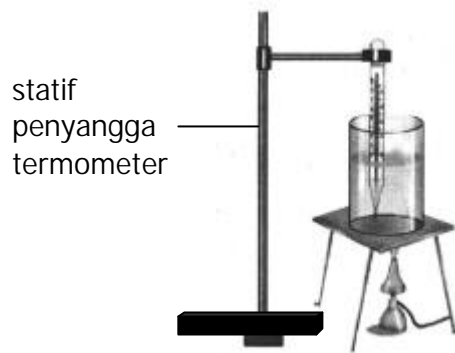
F. Mengukur temperatur menggunakan termometer

- ☞ Termometer merupakan alat ukur yang relatif lebih mudah penggunaannya dibanding jangka sorong, mikrometer skrup, neraca, dan stopwatch. Namun demikian Anda tetap harus paham bagian-bagiannya, hati-hati dalam bekerja, dan cermat dalam membaca skala.



Gambar-17 :
Termometer dan bagian-bagian utamanya.

- ☞ Untuk mengukur temperatur menggunakan termometer, ikutilah prosedur di bawah ini.
 - Pastikan dahulu bahwa termometer dalam keadaan baik, tandanya antara lain: cairan dalam kapiler termometer tidak putus-putus dan garis serta angka skala masih jelas terbaca.
 - Upayakan tandon cairan termometer hanya menyentuh sesuatu yang akan diukur temperaturnya. Dalam contoh ini, akan diukur temperatur air, maka tandon termometer tepat di dalam air, tidak boleh menyentuh bejana/wadah air. Posisi termometer seharusnya disangga secara benar dan mantap, misalnya menggunakan statif penyangga seperti gambar-18 di bawah ini.



Gambar-18

Pemasangan termometer yang benar untuk mengukur temperatur air.

- c. Bacalah skala yang ditunjuk oleh termometer secara tegak lurus untuk menghindari kesalahan paralaks. Pembacaan dan penulisan hasil pengukuran dapat dilakukan hingga setengah skala terkecil.

Perhatian: pembacaan skala hanya dibenarkan ketika cairan dalam kapiler sudah tidak berubah lagi.

Temperatur air = °C

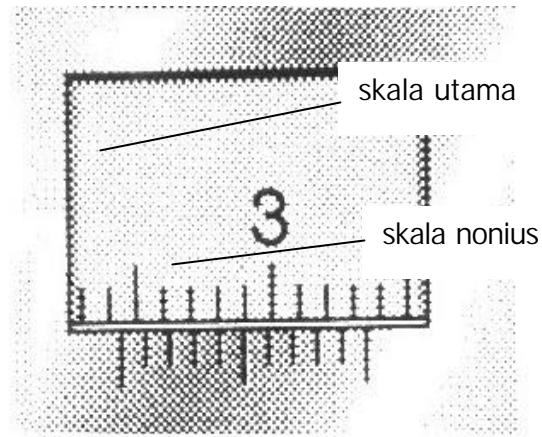
BAB III. EVALUASI

A. Tes Tulis

1. Lengkapilah tabel di bawah ini!

Nama besaran	Termasuk besaran		satuan SI	dimensi
	pokok	turunan		
Kecepatan				
Massa				
Massa jenis				
Energi				

2. Menggunakan modul Fis-07 temukan pengertian usaha dan energi (misalnya: energi potensial gravitasi), kemudian carilah dimensi kedua besaran tersebut. Selidikilah dengan cermat dimensi yang telah Anda temukan, apakah yang dapat Anda jelaskan?
3. Seseorang mengukur sisi-sisi kubus suatu benda menggunakan jangka sorong, skala yang ditunjuk selalu sama, sebagaimana terlihat pada gambar di bawah ini.



Berapakah panjang sisi kubus tersebut?

4. Bila massa kubus pada soal nomor 3 ditimbang dengan neraca, hasilnya 47,52 gram, berapakah massa jenis kubus tersebut? Gunakan aturan angka penting dalam melakukan perhitungan.

B. Tes Kinerja

Alat dan bahan:

- ? Jangka sorong
- ? Neraca lengan
- ? Sepotong pipa

Tugas:

1. Ukurlah diameter luar pipa
2. Ukurlah diameter dalam pipa
3. Ukurlah massa pipa

Kunci Jawaban

1. Lengkapilah tabel di bawah ini!

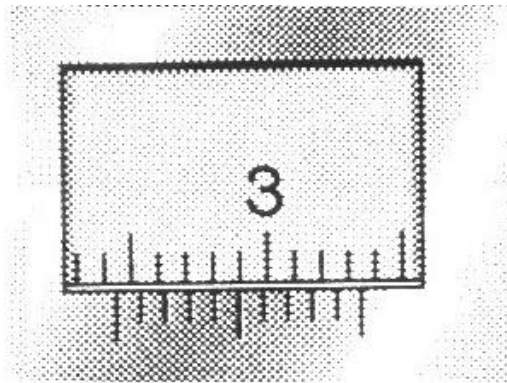
Nama besaran	Termasuk besaran		satuan SI	dimensi
	pokok	turunan		
Kecepatan		✍	m/s	$[L][T^{-1}]$
Massa	✍		kg	$[M]$
Massa jenis		✍	Kg/m^3	$[M][L^{-3}]$
Energi		✍	joule (J)	$[M][L^2][T^{-2}]$

2. i). Usaha = gaya x perpindahan, memiliki dimensi $[M][L^2][T^{-2}]$
ii). Energi potensial gravitasi = massa x percepatan gravitasi x ketinggian

memiliki dimensi $[M][L^2][T^{-2}]$

Pendapat: ternyata dimensi usaha dan energi **sama**, berarti usaha dan energi mendeskripsikan kuantitas fisis yang sama. Memang, Usaha menghasilkan perubahan energi ($W = ?$ E).

4. Seseorang mengukur sisi-sisi kubus suatu benda menggunakan jangka sorong, skala yang ditunjuk selalu sama, sebagaimana terlihat pada gambar di bawah ini.



Berdasar gambar di atas skala utama (rahang tetap) menunjuk skala 24 mm, dan skala nonius 0,4 mm, sehingga panjang sisi kubus =

$$24 + 0,4 = 24,4 \text{ mm} = 2,44 \text{ cm}$$

4. Bila massa kubus pada soal nomor 3 adalah 47,52 gram, maka:

$$\text{Massa jenis} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} = \frac{47,52 \text{ g}}{(2,44)^3 \text{ cm}^3} = 3,271 \text{ g/cm}^3$$

ditulis **3,27** g/cm³

Lembar Penilaian Kinerja

1. Mengukur diameter pipa dengan jangka sorong

No	Elemen kinerja	Dilakukan	Tidak Dilakukan
1	Meletakkan benda pada rahang yang benar, yaitu: Mengukur diameter dalam menggunakan rahang atas Mengukur diameter luar menggunakan rahang bawah		
2	Mengunci rahang geser dengan sekrup pengunci ketika posisi benda sudah akurat		
3	Membaca skala secara tegak lurus		
4	Hasil pembacaan skala benar		
5	Penulisan skala hasil pengukuran benar		
6	Selalu menyertakan satuan yang sesuai		
7	Mengembalikan posisi nol alat setelah digunakan		

Berdasar elemen-elemen kinerja di atas, dirumuskan rubrik penilaian sebagai berikut (contoh):

AB	Peserta melakukan semua elemen kinerja dengan benar, seksama, dan akurat.
B	Peserta mampu melaksanakan sekitar 75% dari elemen kinerja (sekitar 5-6 elemen yang dikerjakan dengan baik)
C	Peserta hanya mampu melaksanakan sekitar 50% dari elemen kinerja (sekitar 3-4 elemen yang dikerjakan dengan baik)
K	Hanya sebagian kecil elemen yang dikerjakan, hanya 2 elemen atau kurang yang dapat dilakukan.

Bila diperlukan, penilaian bentuk huruf dapat dikonversi ke bentuk skor atau angka, misalnya:

AB : 86-100

B : 71-85

C : 46-70

K : 0-45

2. Mengukur massa pipa dengan neraca lengan

No	Elemen kinerja	Dilakukan	Tdk dilakukan
1	Menguji dan mengupayakan kesetimbangan neraca sebelum digunakan		
2	Meletakkan benda pada tempat yang benar secara hati-hati		
3	Memindahkan anak timbangan secara hati-hati dan logis		
4	Membaca skala secara tegak lurus		
5	Hasil pembacaan skala benar		
6	Penulisan skala hasil pengukuran benar		
7	Selalu menyertakan satuan yang sesuai		
8	Mengembalikan posisi nol alat setelah digunakan		

Berdasar elemen-elemen kinerja di atas, dirumuskan rubrik penilaian sebagai berikut (contoh):

- AB Peserta melakukan semua elemen kinerja dengan benar, seksama, dan akurat.
- B Peserta mampu melaksanakan sekitar 75% dari elemen kinerja (sekitar 6-7 elemen yang dikerjakan dengan baik)
- C Peserta hanya mampu melaksanakan sekitar 50% dari elemen kinerja (sekitar 4-5 elemen yang dikerjakan dengan baik)
- K Hanya sebagian kecil elemen yang dikerjakan, hanya 3 elemen atau kurang yang dapat dilakukan.

Bila diperlukan, penilaian bentuk huruf dapat dikonversi ke bentuk skor atau angka.

BAB IV. PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, anda berhak untuk mengikuti tes tulis maupun tes praktik untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. apabila Anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan, maka anda berhak untuk melanjutkan ke modul yang lain, yaitu modul FIS.02.

Mintalah guru atau instruktur menguji kompetensi Anda. Bila Anda menghasilkan produk-produk kinerja selama mempelajari modul ini, tunjukkan pada guru atau instruktur untuk dipertimbangkan dalam proses evaluasi.

Daftar Pustaka

- Djonoputro, B.D., 1984. *Teori Ketidakpastian*. Terbitan kedua. Bandung: Penerbit ITB.
- Giancoli, D.C., 1995, *PHYSICS* (Fourth Edition). New Jersey: Prentice Hall.
- Halliday, D., Resnick, R., 1994, *PHYSICS*, terjemahan: Pantur Silaban dan Erwin Sucipto. Jakarta: Erlangga.
- Hibbard, M.K. 2000. *Performance Assessment in The Science Classroom*. New York: GLENCOE McGraw-Hill.
- Tim GLENCOE. 1997. *Alternate Assessment in The Science Classroom*. New York: GLENCOE McGraw-Hill.
- Tippens, P.E., Zitzewitz, P.W., Kramer, C. 1995. *Laboratory Manual For PHYSICS*. Fifth edition. New York: GLENCOE McGraw-Hill.
- Wilson, J. D. dan Buffa, A. J. 1997. *College PHYSICS*. Third Edition. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Zitzewitz, P.W., Davids, M., Guitry, N.D., Hainen, N.O., Kramer, C.W, Nelson, J.B., Nelson, Jim, 1999, *PHYSICS, Principles and Problems* (Teacher Wraparound Edition). USA GLENCOE McGraw-Hill.