

BBM 1

BESARAN DAN PENGUKURAN

PENDAHULUAN

Bahan Belajar Mandiri (BBM) ini merupakan BBM pertama dari mata kuliah Konsep Dasar Fisika untuk SD yang menjelaskan tentang konsep besaran, satuan dan pengukuran. Dengan mempelajari modul ini Anda akan lebih terampil menerapkan konsep-konsep yang ada didalamnya ke dalam pembelajaran di sekolah. Untuk memahami berbagai gejala alam baik dalam skala mikro maupun makro diperlukan pemahaman akan besaran-besaran . Bagaimana besaran tersebut diukur, bagaimana hubungan satu dan lainnya, alat apa yang diperlukan, bagaimana metoda mengetahuinya, semua adalah penting untuk diketahui. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada modul ini Anda akan mempelajari berbagai besaran dalam fisika dan bagaimana cara mengukur dan menyatakannya.

Dalam BBM ini, akan disajikan dua kegiatan belajar, yaitu:

1. Kegiatan Belajar 1 : Besaran dan Satuan
2. Kegiatan Belajar 2 : Pengukuran

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan memiliki kompetensi menjelaskan besaran, satuan dan pengukuran.

Secara lebih khusus lagi. Anda diharapkan dapat:

1. Membedakan besaran pokok dan besaran turunan
2. Menurunkan satuan dan dimensi besaran turunan
3. Menggunakan konsep angka penting dalam pengukuran dan perhitungan
4. Menganalisis dimensi suatu besaran

Agar Anda memperoleh hasil yang maksimal dalam mempelajari BBM ini, ikuti petunjuk pembelajaran berikut ini.

1. Bacalah dengan cermat bagian Pendahuluan BBM ini, sampai Anda memahami betul apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari BBM ini.

2. Bacalah bagian demi bagian , temukan kata-kata kunci dan kata-kata yang Anda anggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata tersebut dalam daftar kata-kata sulit dalam BBM ini atau dalam kamus yang ada.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian dari isi BBM ini melalui pemahaman sendiri, tukar pikiran dengan sesama mahasiswa, dan dosen Anda.
4. Mantapkan pemahanan Anda melalui diskusi dengan sesama teman mahasiswa.
5. Lakukan semua kegiatan yang diajarkan sesuai dengan petunjuk BBM. Karena di dalam pembelajaran BBM ini kita akan melakukan beberapa pengamatan dan percobaan.

KEGIATAN BELAJAR 1

BESARAN DAN SATUAN

Dewasa ini ilmu pengetahuan alam (sains) telah berkembang sangat pesat. Penyelidikan-penyelidikan yang dilakukan para ilmuwan telah merambah mulai dari perilaku elektron- elektron dalam suatu atom sampai perilaku bintang-bintang dalam sebuah galaksi. Yang terjadi adalah, ketika berbagai fenomena di alam ini semakin terkuak, para ilmuwan semakin terperangah menyaksikan bahwa alam semesta ini demikian teratur, seimbang, harmonis, dan sinergis. Ada hukum-hukum alam yang menjaga keteraturan alam semesta ini dengan sangat akurat dan sangat rinci. Kita dihadapkan pada fakta bahwa alih-alih merupakan suatu bentuk hasil kebetulan belaka, alam semesta ini beserta kehidupan yang ada di dalamnya merupakan ciptaan dengan tingkat kerumitan yang tak terkatakan, yang dirancang dan didesain dengan amat sempurna tanpa cacat, oleh Zat yang kekuasaan dan keluasan ilmu-Nya berada di luar jangkauan pemahaman manusia. Fisika merupakan ilmu yang sangat fundamental. Dapat dikatakan bahwa fisika merupakan dasar dari sains.

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala alam, Fisika adalah ilmu yang mengungkap ayat-ayat Allah yang terdapat di alam ini (ayat Kauniah), sehingga diharapkan manusia dapat memahaminya serta memanfaatkannya sebagai modal pengabdian kepada Tuhan Pencipta Semesta alam ini. Gejala alam yang dipelajari itu baik yang terjadi pada benda/materi yang dapat diamati langsung (makro), seperti gerak planet, lintasan roket, gerak mobil dan lain-lain, maupun benda/materi yang tidak dapat kita amati langsung (dunia mikro), seperti halnya gerak elektron dalam atom, perambatan kalor dalam logam dan peristiwa-peristiwa lainnya. Segala gejala alam tersebut dapat ditunjukkan melalui sifat-sifat berbagai besaran fisika tersebut serta hubungan antara satu besaran dengan besaran lainnya. Misalnya untuk memahami apakah logam memuai atau tidak ketika dipanasi, kita menyelidiki panjang logam tersebut melalui pengukuran dan kaitannya dengan suhunya.

Untuk memudahkan dalam mengungkap gejala alam ini, maka digunakan berbagai lambang notasi yang mewakili besaran-besaran fisika. Contohnya Massa (m), panjang

(l), waktu (t), laju (v), suhu (T) Kuat medan magnet (B) dan banyak lagi besaran-besaran lainnya. Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada lampiran. Sesungguhnya nama-nama besaran fisika itu tidak asing bagi kita, mudah diingat, karena kata-kata tersebut biasa pula digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti suhu, waktu, panjang, volume, kecepatan dan banyak lagi besaran yang lainnya. Namun kadang-kadang untuk pendefinisian secara ilmiah, menyebabkan makna besaran-besaran tersebut menjadi asing bagi kita.

Untuk menyatakan suatu besaran, misalnya panjang, diperlukan satuan. Karena bila kita hanya menyatakan panjang meja ini 25 saja akan membingungkan bagi penerima informasi ini, apakah 25 meter, 25 centimeter atau 25 jengkal. Dalam hal ini meter, cm atau jengkal tangan, disebut satuan. Karena kalau panjang meja tersebut 25 meter, itu berarti bahwa panjang meja tersebut adalah 25 kali dari panjang satu meteran. Sedang pendefinisian 1 meter adalah hasil kesepakatan (perjanjian). Demikian pula untuk besaran-besaran lainnya selalu dibutuhkan satuannya.

Jumlah besaran dalam Fisika ini banyak karena itu akan diperlukan banyak sekali satuan. Hal ini akan merepotkan dalam pendefinisian sistem satuannya. Namun karena ternyata dari besaran-besaran fisika yang banyak itu ternyata banyak yang terbentuk dari besaran-besaran tertentu yang sejenis, maka satuannya pun sering dinyatakan melalui besaran-besaran pokok tersebut. Besaran yang dapat dibentuk dari besaran-besaran lain disebut besaran turunan. Sedang besaran-besaran tertentu yang membentuk besaran turunan disebut besaran pokok. Misal, besaran volume merupakan perkalian dari panjang, lebar (besaran panjang juga), dan tinggi (besaran panjang pula) maka volume tersebut merupakan besaran turunan yang dibentuk dari perkalian tiga besaran pokok panjang, sehingga satuannya pun dapat dinyatakan dengan meter kubik (m^3) atau cm^3 . Satuan untuk suatu besaran sesungguhnya dapat ditetapkan sembarang sesuai kebutuhan. Besaran panjang dapat dinyatakan dalam satuan jengkal, cm, kaki dan lainnya. Namun pemakaian satuan yang bermacam-macam akan menimbulkan banyak kesukaran. Pertama kita perlu banyak mendefinisikan beragam alat ukur. Kedua akan mengundang kerumitan saat mengkonversi dari satuan ke satuan lainnya, misalnya dari jengkal ke cm atau ke meter dan kesulitan-kesulitan lainnya, karena tidak adanya keteraturan konversinya. Karena itu dalam dunia ilmu pengetahuan digunakan satuan standar yang disepakati secara Internasional.

A. Besaran Pokok

Besaran adalah sesuatu yang dapat ditentukan atau diukur, dan hasil pengukurannya dinyatakan dengan satuan. Satuan adalah sesuatu yang digunakan sebagai pembanding dalam pengukuran. Besaran Pokok adalah besaran yang satuannya telah ditetapkan terlebih dahulu dan tidak bergantung pada satuan-satuan besaran lain. Dalam Sistem Internasional ada 7 besaran pokok yaitu:

Tabel 1. Besaran Pokok dalam Sistem Internasional (SI)

No.	Besaran	lambang	satuan	Lambang satuan
1.	Panjang	<i>l</i>	Meter	m
2.	Massa	<i>m</i>	Kilogram	kg
3.	Waktu	<i>t</i>	Sekon	s
4.	Kuat arus listrik	<i>i</i>	Ampere	A
5.	Suhu	<i>T</i>	Kelvin	K
6.	Jumlah zat	<i>N</i>	Mol	mol
7.	Intensitas Cahaya	<i>I</i>	kandela	cd

B. Sistem Satuan Internasional

Pada dasarnya satuan besaran dapat ditentukan secara sembarang. Tetapi hal ini akan menyulitkan atau banyak menimbulkan masalah karena satu besaran dapat mempunyai bermacam-macam satuan. Satuan tersebut dapat berbeda antara satu daerah dengan daerah yang lain. Misalnya, untuk satuan besaran panjang digunakan meter, inci, kaki, hasta, depa, dan jengkal. Oleh karena itu, perlu ditetapkan satuan standar yang berlaku secara umum.

Untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan juga kepentingan sosial perlu adanya keseragaman dalam pemakaian satuan, untuk itu diperlukan adanya standarisasi satuan. Namun untuk memperoleh satuan standar yang baik memerlukan kecermatan dan ketelitian yang baik. Suatu standar akan baik bila memiliki sifat-sifat :nilainya tetap, tidak terpengaruh oleh perubahan-perubahan lingkungan, mudah ditiru atau mudah diduplikasi, juga mudah untuk prosedur menghasilkannya. Karena itu sesuai dengan

perkembangan ilmu dan teknologi definisi standar satuan telah mengalami beberapa perubahan dan senantiasa diupayakan untuk menghasilkan ketelitian yang semakin tinggi.

Di berbagai negara maupun di berbagai penerapan teknologi telah digunakan berbagai macam satuan untuk suatu besaran. Misalnya untuk satuan panjang, masih ada orang yang menggunakan inchi, kaki, mil, bahkan di daerah-daerah tertentu masih digunakan jengkal, tumbak, depa atau yang lainnya. Adanya berbagai satuan untuk besaran yang sama tentu saja dapat menimbulkan kesulitan. Untuk mengatasi kesulitan tersebut kita perlu merumuskan satu jenis satuan untuk suatu besaran tertentu yang standar yang disebut *satuan standar*. Syarat utama satuan standar adalah :

- Nilai satuannya harus sama
- Mudah diperoleh kembali (mudah ditiru)
- Dapat diterima secara internasional

Berikut ini akan diuraikan definisi satuan standar untuk 3 besaran pokok, yaitu meter untuk besaran panjang, kilogram untuk besaran massa, dan sekon untuk besaran waktu.

1. Meter standar

Standar panjang internasional yang pertama adalah sebuah batang yang terbuat dari campuran platina-iridium yang disebut meter standar. Meter standar ini di simpan di *Internasional Bureau of Weight and Measures* di kota Sevres, Perancis. Satu meter didefinisikan sebagai jarak antara dua goresan pada kedua ujung meter standar yang diukur pada suhu 0°C. Ada beberapa kelemahan dalam penggunaan meter standar, diantaranya :

1. Meter standar mudah rusak. Hal ini disebabkan batang platina iridium mudah terpengaruh oleh perubahan suhu. Apabila rusak batang ini sulit untuk dibuat ulang.
2. ketelitian pengukuran tidak memadai lagi dengan kemajuan teknologi saat ini.

Dengan adanya kelemahan tersebut dibutuhkan meter standar yang baru dengan menggunakan panjang gelombang cahaya.

Pada tahun 1960 ditetapkan bahwa satu meter didefinisikan sama dengan 1.650.763,73 kali panjang gelombang sinar jingga yang dipancarkan atom-atom krypton (Kr-86). Pada tahun 1983, definisi standar meter diubah lagi. Satu meter adalah jarak yang ditempuh cahaya dalam selang waktu $\frac{1}{299.792.458}$.

$$\frac{1}{299.792.458}$$

2. Kilogram standar

Satu kilogram adalah massa silinder campuran platina-iridium yang di simpan di *Internasional Bureau of Weight and Measures* di kota Sevres dekat Paris, Perancis. Massa standar satu kilogram dipilih sedemikian rupa sehingga sama dengan massa 1 liter air murni pada suhu 4° C.



Gambar 1. Satu kilogram standar yang disimpan di Sevres, Perancis

3. Sekon standar

Pada tahun 1956, satu sekon ditetapkan berdasarkan perputaran bumi pada porosnya (rotasi bumi), yaitu waktu satu hari. Karena rotasi bumi tidak tetap benar, maka digunakan waktu hari rata-rata dalam satu tahun. Oleh karena itu, diperoleh waktu sekon standar, yaitu $\left(\frac{1}{24 \times 60 \times 60} = \frac{1}{86.400}\right)$ bagian dari lamanya satu hari matahari rata-rata.

Namun, setelah dilakukan pengamatan dengan lebih teliti lagi ternyata selang waktu satu hari matahari rata-rata berbeda dari tahun ke tahun. Ini menyebabkan para ilmuwan mengubah satuan standar sekon. Pada tahun 1967 satuan waktu standar ditetapkan berdasarkan jam atom Cesium. Satu sekon didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh atom Cesium-133 (Cs-133) untuk bergetar sebanyak 9.192.631.770 kali.

C. Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang satuannya diturunkan dari satuan besaran pokok.

Tabel 2. Contoh-contoh besaran turunan:

No	Besaran	lambang	satuan	Lambang satuan
1.	Luas	A	Meter persegi	m^2
2.	Volume	V	Meter kubik	m^3
3.	Kecepatan	v	Meter persekon	m/s
4.	Percepatan	a	Meter persekon kuadrat	m/s^2
5.	Gaya	F	Newton	$N = kg.m/s^2$
6.	Usaha	W	Joule	$J = kg.m^2/s^2$
7.	Daya	P	watt	$W = kg.m^3/s^2$

D. Konversi Satuan

Pemakaian satuan dalam penyelesaian suatu persoalan terkadang menjadi masalah, dikarenakan perbedaan satuan yang digunakan untuk menafsirkan suatu besaran. Untuk mengatasi hal tersebut kita memerlukan suatu tahapan konversi untuk mengubah suatu satuan ke satuan lain. Di dalam pengkonversian suatu satuan, maka kita memerlukan suatu faktor konversi yang terdiri dari bilangan dan penyebut yang masing-masing memiliki satuan yang berbeda, tetapi memiliki besar yang sama, sehingga faktor konversi ini bernilai satu.

Contoh:

Mengubah dari 45 yard ke dalam satuan meter

$$1 \text{ yard} = 0,9144 \text{ meter}$$

$$s = 45 \text{ yard}$$

$$= (45 \text{ yard}) \cdot 0,9144 \text{ meter} / 1 \text{ yard}$$

$$= 41,1 \text{ meter}$$

Tabel 3. Faktor konversi besaran panjang, massa dan waktu

Panjang	massa	Waktu
1 in = 2,54 cm	1 slug = 14,59 kg	1 jam = 3600 s
1 m = 39,7 inchi = 3,281 kaki	1 amu = $1,66 \times 10^{-27}$ kg	1 hari = 86200 s
1 yd = 0,9144 m	1 ton = 1000 kg	1 tahun = $3,16 \times 10^7$ s
1 km = 0,621 mil = 10^3 m	1 g = 10^{-3} kg	
1 mil = 5280 kaki		
$1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ m		
1 cm = 10^{-2} m		

E. Notasi Ilmiah

Dalam melakukan pengukuran, seringkali kita berhadapan dengan bilangan yang sangat besar (misalnya, radius rata-rata Matahari = 696 000 000 m) , atau bilangan yang sangat kecil (misalnya, radius atom hidrogen = 0,000 000 000 053 m), sehingga kita mengalami kesulitan. Untuk menyelesaikan masalah itu disusumlah bilangan secara ilmiah yang disebut notasi ilmiah. Dalam notasi ilmiah kita menuliskan bilangan sebagai hasil kali bilangan a ($1 < a < 10$) dengan bilangan 10 berpangkat, yang disebut orde.

Contoh: $140.000 = 1,4 \times 10^5$ dan $0,0037 = 3,7 \times 10^{-3}$

Tabel. 4. Awalan dan simbol bilangan 10 berpangkat

Bilangan	10 berpangkat	Awalan	Simbol
0,000 000 000 001	10^{-12}	Piko	p
0,000 000 001	10^{-9}	Nano	n
0,000 001	10^{-6}	Mikro	μ
0,001	10^{-3}	Mili	mm
0,01	10^{-2}	Senti	c
0,1	10^{-1}	Desi	d
1	10^0	-	-
10	10^1	Deka	da

100	10^2	Hekto	h
1000	10^3	Kilo	k
1000 000	10^6	Mega	M
1000 000 000	10^9	Giga	G
1000 000 000 000	10^{12}	tera	T

F. Dimensi

Dalam Fisika banyak besaran yang sebenarnya terbentuk atau tersusun dari besaran lain, atau besaran yang satu dengan lainnya sebenarnya sejenis. Misalnya *jarak* yang ditempuh partikel selama bergerak lurus dengan *keliling* suatu lingkaran adalah dua besaran yang sejenis sama-sama merupakan besaran panjang. Kelajuan adalah jarak yang ditempuh tiap satu satuan waktu, berarti pula bahwa besaran kelajuan tersebut sebenarnya tersusun dari besaran panjang dibagi waktu. Dimensi menggambarkan bagaimana suatu besaran terbentuk atau tersusun dari besaran-besaran lainnya.

Dimensi suatu besaran menggambarkan bagaimana besaran tersebut disusun dari kombinasi besaran-besaran pokok.

Tabel 5. Dimensi dari besaran pokok

No.	Besaran	Dimensi
1.	Panjang	L
2.	Massa	M
3.	Waktu	T
4.	Kuat arus listrik	I
5.	Suhu	θ
6.	Jumlah zat	N
7.	Intensitas Cahaya	J

Berikut ini dirumuskan berbagai dimensi dari besaran turunan

Tabel 6. Dimensi Besaran Turunan

Besaran	Analisis	Dimensi
Luas	[panjang] x [panjang]	L^2
Volume	[panjang] x [panjang] x [panjang]	L^3
Percepatan	[kecepatan]/[waktu]	$[LT^{-1}]/[T] = LT^{-2}$
Gaya	[massa] x [percepatan]	$[M \times [LT^{-2}]] = M LT^{-2}$
Usaha	[gaya] x [panjang]	$[M LT^{-2} \times [L]] = M L^2 T^{-2}$
Daya	[usaha]/[waktu]	$[M L^2 T^{-2}]/[T] = M L^2 T^{-3}$

Salah satu manfaat dari konsep dimensi adalah untuk menganalisis benar atau salahnya suatu persamaan. Pada suatu persamaan dimensi besaran di ruas kiri harus sama dengan dimensi di ruas kanan.. Melalui analisa dimensi kita pun bisa mengecek kebenaran suatu persamaan fisika, karena suatu persamaan fisika harus memiliki dimensi yang konsisten. Misal dalam persamaan gerak lurus beraturan ada persamaan yang menghubungkan perpindahan dengan kecepatan dan waktu, yaitu $s = v.t$. Jika kita analisis dimensinya maka dimensi ruas kiri harus sama dengan dimensi ruas kanan. Dimensi perpindahan adalah [L]. Sedang dimensi kecepatan adalah [L/T] dan dimensi waktu adalah [T].

Maka $s = v. t$

$$[L] = [L/T][T] = [LT^{-1}][T]$$

$[L] = [L] \Rightarrow$ berarti persamaan tersebut adalah benar, karena dimensinya konsisten.

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Satuan pengukuran besaran ada yang baku dan ada yang tidak baku. Satuan tidak baku, misalnya: hasta, depa, dan jengkal, sangat menyulitkan dalam komunikasi apalagi untuk kepentingan ilmiah. Jelaskan mengapa demikian ?
2. Mengapa perlu dibuat satuan-satuan standar? Bila pengetahuan dan teknologi semakin maju, mungkinkah satuan standar yang kita gunakan sekarang diperbaharui? Jelaskan!
3. Berapakah volume balok dengan panjang 12 cm, lebar 5 cm , dan tinggi 6 cm! Nyatakan dalam Sistem Internasional.
4. Massa jenis besi adalah $7,9 \text{ g/cm}^3$. Berapakah massa jenis besi tersebut jika diukur dengan sistem satuan Internasional ?

RANGKUMAN

Besaran di dalam fisika adalah sesuatu yang dapat diukur, mempunyai nilai yang dinyatakan dengan angka-angka, dan pada umumnya mempunyai satuan. Besaran-besaran dalam fisika digolongkan menjadi dua golongan, yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah ditentukan terlebih dahulu atau besaran yang tidak diturunkan dari besaran lain. Telah ditetapkan tujuh besaran pokok, yaitu panjang, massa, waktu, kuat arus listrik, suhu, intensitas cahaya dan jumlah zat. Besaran turunan adalah besaran yang diturunkan dari besaran pokok. Beberapa besaran turunan diantaranya luas, volume, kecepatan, percepatan, gaya, tekanan dan lain-lain. Sistem satuan yang digunakan dalam besaran pokok dan besaran turunan adalah sistem “*Satuan Internasional (SI)*” yang berlaku secara internasional dan berfungsi sebagai satuan standar. Dimensi suatu besaran menunjukkan cara besaran itu tersusun dari besaran-besaran pokok. Dimensi dapat digunakan untuk membuktikan kesetaraan dua besaran.

TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Berikut ini yang termasuk besaran pokok adalah
 - A. panjang, massa, waktu
 - B. kecepatan, percepatan, gaya
 - C. panjang, luas, volume
 - D. massa, berat, gaya

2. Di bawah ini yang merupakan satuan besaran pokok adalah
 - A. kilogram, meter, sekon
 - B. meter, sekon, watt
 - C. newton, kilogram, Kelvin
 - D. sekon, joule, meter kubik

3. Massa Andi adalah 60 kg, maka pernyataan dibawah ini yang benar adalah
 - A. Massa = besaran, kg = satuan
 - B. Kg = besaran, massa = satuan
 - C. Budi = besaran, 60 = satuan
 - D. 60 = besaran, kg = satuan

4. Kelompok yang termasuk besaran turunan adalah....
 - a. Panjang, massa dan suhu
 - b. Waktu, luas dan massa
 - c. Luas, volum dan massa jenis
 - d. Waktu, panjang dan massa

5. Perhatikan tabel berikut ini:

No	Nama besaran	Satuan
1	Panjang	Inci
2	Massa	Gram
3	Waktu	Sekon

4	Kuat arus	Ampere
5	Suhu	Celcius

Besaran dan satuan yang tepat berdasarkan satuan internasional (SI) adalah....

- A. 1 dan 2
 - B. 3 dan 4
 - C. 1 dan 5
 - D. 2 dan 5
6. Kelompok yang termasuk besaran turunan adalah....
- A. Volum, gaya, dan massa jenis
 - B. Panjang, gaya dan waktu
 - C. Massa jenis, volum dan massa
 - D. Kecepatan, panjang dan waktu
7. Sebuah kubus mempunyai panjang sisi 10 cm. Bila $1 \text{ m} = 39,4 \text{ in}$, maka volum kubus tersebut adalah
- A. $61,2 \text{ in}^3$
 - B. $253,8 \text{ in}^3$
 - C. $594,3 \text{ in}^3$
 - D. $793,5 \text{ in}^3$
8. Perhatikan konversi satuan panjang di bawah ini :

$$1 \text{ mil} = 5280 \text{ kaki}$$

$$1 \text{ kaki} = 0,3048 \text{ m}$$

Jika seseorang berlari dengan kelajuan $22,37 \text{ mil/jam}$ maka kelajuannya dalam satuan Sistem Internasional (SI) adalah

- A. 2 m/s
- B. 5 m/s
- C. 7 m/s
- D. 10 m/s

9. Bilangan 0,000 000 023 bila dituliskan dalam notasi ilmiah menjadi

- A. 23×10^{-8}
- B. $2,3 \times 10^{-8}$
- C. $0,2 \times 10^{-8}$
- D. $2,3 \times 10^8$

10. Besaran yang dimensinya $ML^{-1}T^{-2}$ adalah

- A. gaya
- B. tekanan
- C. energi
- D. momentum

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir bahan belajar mandiri ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90% - 100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan Belajar 1 ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

PENGUKURAN

Fisika adalah ilmu yang mempelajari gejala alam seperti gerak, kalor, cahaya, bunyi, listrik, dan magnet. Proses pengamatan gejala alam tersebut bermula dari pengamatan yang dilakukan oleh indera kita. Akan tetapi pengamatan tersebut harus disertai dengan data kuantitatif yang dapat diperoleh dari hasil pengukuran. Pada proses pengukuran, alat ukur merupakan bagian terpenting dari sebuah pengamatan.

Dalam kehidupan sehari-hari tanpa kita sadari sesungguhnya kita tidak pernah luput dari kegiatan pengukuran. Kita membeli minyak goreng, gula, beras, daging, mengukur tinggi badan, menimbang berat, mengukur suhu tubuh merupakan bentuk aktivitas pengukuran. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pengukuran merupakan bagian dari kehidupan manusia. Melalui hasil pengukuran kita bisa membedakan antara satu dengan yang lainnya.

Pengukuran agar memberikan hasil yang baik maka haruslah menggunakan alat ukur yang memenuhi syarat. Suatu alat ukur dikatakan baik bila memenuhi syarat yaitu *valid* (sahih) dan *reliable* (dipercaya). Disamping ke dua syarat di atas, ketelitian alat ukur juga harus diperhatikan. Semakin teliti alat ukur yang digunakan, maka semakin baik kualitas alat ukur tersebut.

Mengukur pada hakikatnya adalah membandingkan suatu besaran dengan suatu besaran yang sudah distandar. Pengukuran panjang dilakukan dengan menggunakan mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup. Pengukuran berat menggunakan neraca dengan berbagai ketelitian, mengukur kuat arus listrik menggunakan amperemeter, mengukur waktu dengan stopwatch, mengukur suhu dengan termometer, dan lain sebagainya. Mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca, amper meter, termometer merupakan alat ukur yang sudah distandar. Penggunaan alat ukur yang sudah distandar, maka siapapun yang melakukan pengukuran, dimanapun pengukuran itu dilakukan, dan kapanpun pengukuran itu dilaksanakan akan memberikan hasil yang relatif sama.

A. Instrumen Pengukuran

Instumen pengukuran adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran. Hasil akhir dari proses pengukuran sangat tergantung pada kemampuan alat ukur yang digunakan. Kemampuan alat ukur dapat diketahui dari berbagai kriteria yang ditetapkan, diantaranya adalah:

- *accuracy*, adalah kemampuan alat ukur untuk memberikan hasil ukur yang mendekati hasil sebenarnya.
- *Presisi*, adalah kemampuan alat ukur untuk memberikan hasil yang sama dari pengukuran yang dilakukan berulang-ulang dengan cara yang sama.
- *Sensitivitas*, adalah tingkat kepekaan alat ukur terhadap perubahan besaran yang akan diukur
- *Kesalahan (error)*, adalah penyimpangan hasil ukur terhadap nilai yang sebenarnya

Idealnya sebuah alat ukur memiliki *accuracy*, *presisi* dan *sensitivitas* yang baik sehingga tingkat kesalahannya relatif kecil dan data yang dihasilkan akan akurat.

B. Pengukuran Besaran Pokok

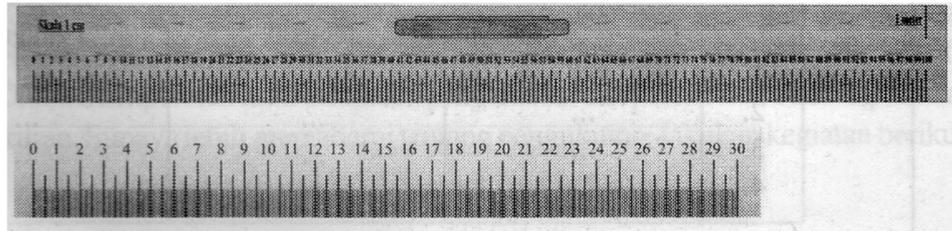
1. Pengukuran Besaran Panjang

Pengukuran besaran panjang bisa dilakukan dengan menggunakan mistar, jangka sorong, atau mikrometer sekrup. Alat ukur tersebut memiliki nilai ketelitian yang berbeda-beda. Nilai ketelitian adalah nilai terkecil yang masih dapat diukur.

1.1 Mistar

Mistar merupakan alat ukur panjang yang paling sederhana dan sudah lumrah dikenal orang. Ada dua jenis mistar yang sering digunakan, yaitu stik meter dan mistar metrik. Stik meter memiliki panjang 1 meter dan memiliki skala desimeter, sentimeter, dan milimeter. Mistar metrik memiliki panjang 30 sentimeter. Mistar memiliki skala pengukuran terkecil 1 milimeter, sesuai dengan jarak garis terkecil

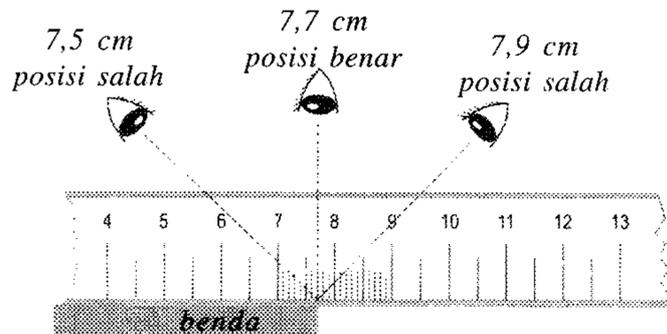
antara dua garis yang saling berdekatan. Ketelitiannya adalah 0,5 milimeter, atau setengah dari skala terkecil.



Gambar 1. Mistar atau penggaris

Ketika kita akan mengukur panjang suatu objek dengan menggunakan sebuah mistar kita letakan ujung mistar yang menunjukkan nilai nol ke ujung objek yang akan diukur, kemudian baca panjang skala yang terdekat dengan ujung objek yang diukur tersebut. Angka tersebut menunjukkan panjang objek yang kita ukur

Untuk pengukuran dengan menggunakan mistar atau penggaris, kita harus membaca skala pada alat secara benar, yaitu posisi mata tepat di atas tanda yang akan dibaca. Posisi yang salah akan menyebabkan kesalahan baca atau kesalahan paralaks.

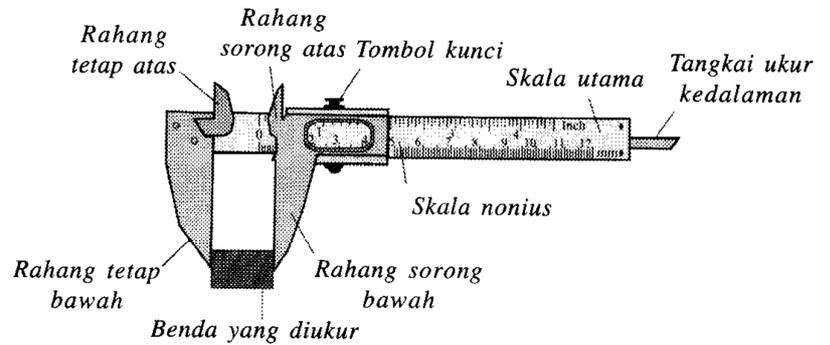


Gambar 3. Panjang benda diukur dengan jangka sorong

1. 2 Jangka Sorong

Jangka sorong merupakan alat ukur panjang yang memiliki batas ketelitian sampai dengan 0,1 mm. Jangka sorong dapat digunakan untuk mengukur diameter bola, diameter dalam tabung, dan kedalaman lubang. Skala utama tertulis pada batang jangka sorong. Pada rahang sorong (geser) diberi skala sebanyak 10 bagian

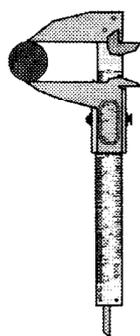
dengan panjang 9 mm yang disebut *skala nonius*. Jadi, setiap satu skala nonius panjangnya $\frac{9}{10}$ mm atau 0,9 mm



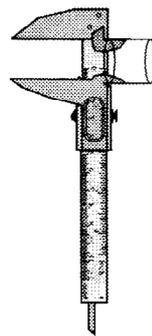
Gambar 3. Jangka sorong

Untuk menggunakan jangka sorong perlu diperhatikan langkah-langkah sebagai berikut.

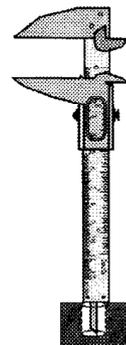
- 1) Periksa kedudukan skala nol dengan cara menutup rapat rahang tetap dan rahang sorong (geser), lalu lihatlah skala nol pada skala utama dan skala nonius! Jika garis pada angka nol skala nonius dan skala utama membentuk garis lurus, berarti jangka sorong tepat digunakan untuk pengukuran.
- 2) Letakkan posisi benda pada tempat ukur yang sesuai



(a) Mengukur diameter luar



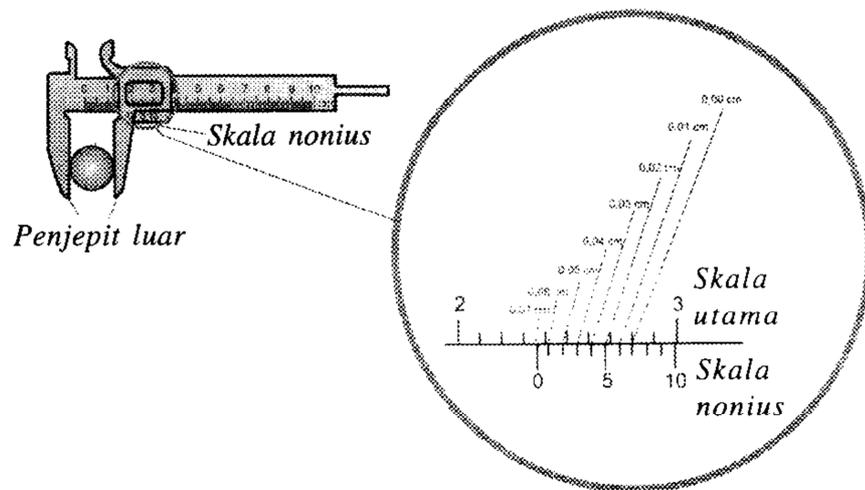
(b) Mengukur diameter dalam



(c) Mengukur kedalaman

Gambar 4. Panjang benda diukur dengan Jangka sorong

- 3) Untuk mencegah skala berubah-ubah pada saat pembacaan, kuncilah skala jangka sorong dengan memutar tombol di bagian atas jangka sorong!
- 4) Bacalah angka yang tertera pada skala utama, yaitu satu angka di belakang koma. Kemudian lanjutkan membaca skala nonius dengan mencari garis angka yang segaris antara skala utama dan skala nonius, yaitu dua angka di belakang koma.

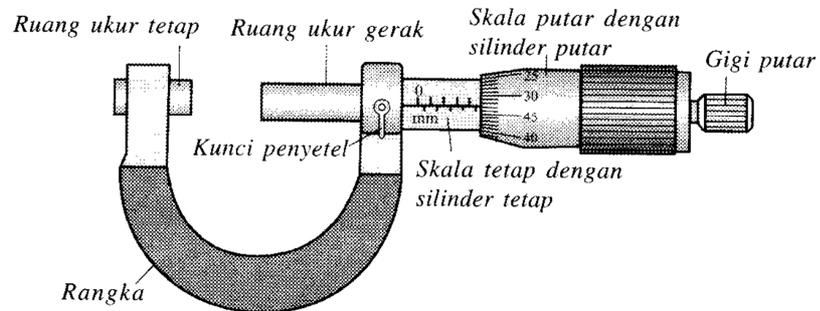


Gambar 5. Pembacaan skala jangka sorong

Dari Gambar 5 terlihat bahwa skala utama jangka sorong menunjukkan skala 2,3 cm. Garis skala nonius yang berimpit dengan skala utama (membentuk garis lurus) adalah garis pada angka 7. Karena nilai ketelitian jangka sorong 0,1 mm maka nilai kelebihannya adalah $7 \times 0,1 \text{ mm} = 0,7 \text{ mm} = 0,07 \text{ cm}$. Jadi, jangka sorong pada gambar 5 menunjukkan nilai $2,3 \text{ cm} + 0,07 \text{ cm} = 2,37 \text{ cm}$.

1.3 Mikrometer sekrup

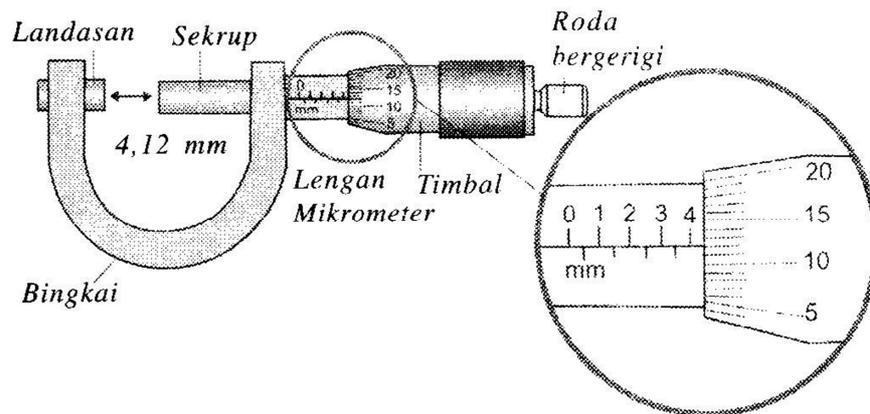
Mikrometer sekrup adalah alat ukur panjang yang ketelitiannya paling tinggi. Mikrometer sekrup mempunyai ketelitian 0,01 mm sehingga cocok untuk mengukur antara lain tebal kertas, diameter kawat email, dan tebal kain.



Gambar 6. Bagian-bagian mikrometer sekrup

Langkah-langkah menggunakan mikrometer sekrup hampir sama dengan langkah-langkah penggunaan jangka sorong, yaitu sebagai berikut :

- 1) Periksa kedudukan skala nol dengan cara menutup rapat rahang ukur tetap dan rahang ukur gerak dan lihatlah posisi nol pada skala tetap dan skala putar! Jika garis pada angka nol skala putar dan garis pada skala tetap membentuk garis lurus, berarti mikrometer sekrup tidak mengalami kesalahan nol dan siap untuk melakukan pengukuran.
- 2) Letakkan rangka mikrometer sekrup pada telapak tangan kanan dan jepit dengan jari kelingking, jari manis, dan jari tengah. Bukalah rahang ukur gerak dengan memutar silinder putar, lalu letakkan benda pada rahang ukur tetap dengan dipegangi tangan kiri. Putarlah silinder putar dengan menggunakan telunjuk dan ibu jari tangan kanan. Jangan memutar rangka dengan memegang silinder putar!
- 3) Bacalah angka yang tertera pada skala tetap, yaitu satu angka di belakang koma, kemudian dilanjutkan membaca skala putar dengan mencari garis angka skala putar yang segaris dengan skala tetap (dua angka di belakang koma).



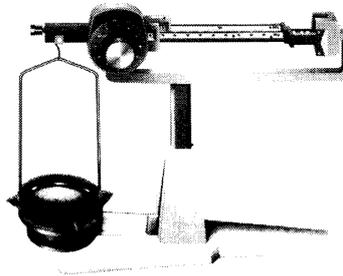
Gambar 7. Pembacaan skala mikrometer sekrup

Pada Gambar 7 di atas terlihat bahwa skala tetap mikrometer sekrup yang paling dekat dengan selubung luar adalah 4 mm lebih. Pada skala putar terlihat garis skala yang berimpit dengan garis mendatar pada skala tetap adalah garis pada angka 12. karena nilai ketelitian mikrometer sekrup 0,01 mm, maka nilai kelebihanannya adalah $12 \times 0,01 \text{ mm} = 0,12 \text{ mm}$. Jadi, hasil pengukuran mikrometr sekrup pada Gambar 7. menunjukkan nilai $4 \text{ mm} + 0,12 \text{ mm} = 4,12 \text{ mm}$.

2. Pengukuran Besaran Massa

Pengukuran massa pada umumnya dilakukan dengan menggunakan neraca. Ada beberapa jenis neraca, antara lain neraca Ohaus, neraca lengan, neraca langkan, neraca pasar, neraca tekan, neraca badan, dan neraca elektronik. Salah satu jenis neraca yang sering digunakan di laboratorium adalah neraca lengan. Neraca ini mempunyai bagian-bagian penting, antara lain tempat beban, skala yang disertai beban geser, sistem pengatur khusus dan penunjuk.

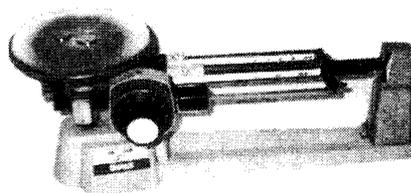
Ada dua jenis neraca Ohaus, yaitu neraca dua lengan yang mempunyai batas ketelitian 0,01 g dengan batas mengukur massa 310 g sehingga disebut neraca Ohaus-310 dan neraca tiga lengan yang mempunyai batas ketelitian 0,1 g dengan batas mengukur massa 2,610 kg dan disebut neraca Ohaus-2610. Kedua jenis neraca Ohaus ini sering digunakan di laboratorium.



Gambar 8. Neraca Ohaus-310

Pada neraca Ohaus-310, lengan depannya memuat angka puluhan, lengan belakangnya memuat angka ratusan, sedangkan sebuah lingkaran skala memuat angka satuan dan seperseratusan. Cara menimbanginya sebagai berikut.

- a) Geser penunjuk pada lengan depan dan belakang ke sisi kiri dan lingkaran skala diarahkan pada posisi nol! Ini artinya neraca menunjukkan skala nol.
- b) Periksa bahwa neraca pada posisi setimbang!
- c) Letakkan benda yang akan diukur pada tempat yang tersedia pada neraca!
- d) Ubahlah keempat penunjuk, diurutkan dari penunjuk yang terdapat pada ratusan, puluhan, satuan, dan yang terakhir seperseratusan hingga tercapai keadaan yang setimbang!
- e) Bacalah massa benda dengan menjumlah nilai yang ditunjukkan oleh penunjuk ratusan, satuan, dan yang terakhir seperseratusan.

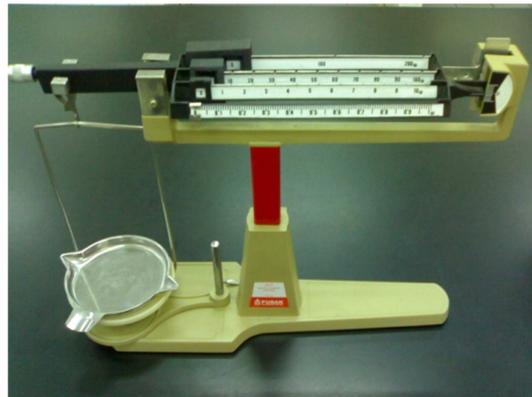


Gambar 8. Neraca Ohaus-2610

Pada neraca Ohaus-2610, lengan paling depan memuat angka satuan dan sepersepuluhan, lengan tengah memuat angka puluhan, dan lengan

paling belakang memuat angka ratusan. Cara menimbanginya, sebagai berikut.

- a) Geser penunjuk pada lengan depan dan belakang ke sisi kiri dan lingkaran skala diarahkan pada posisi nol! Ini artinya neraca menunjuk skala nol.
- b) Periksa bahwa neraca pada posisi setimbang.
- c) Letakkan benda yang akan diukur di tempat yang tersedia pada neraca.
- d) Geser ketiga penunjuk diurutkan dari penunjuk yang terdapat pada ratusan, puluhan, dan satuan sehingga tercapai keadaan yang setimbang.
- e) Bacalah massa benda dengan menjumlah nilai yang ditunjukkan oleh penunjuk ratusan, puluhan, satuan, dan sepersepuluhan.



Gambar 9. neraca lengan

Langkah-langkah pengukuran massa dengan *neraca lengan* adalah sebagai berikut:

- a) Atur sistem pengatur khusus sehingga saat belum ada beban dan semua beban geser skala pada posisi nol, neraca berada dalam keadaan setimbang (penunjuk segaris dengan angka nol).
- b) Letakan benda atau zat yang akan diukur pada tempat beban.
- c) Atur beban geser pada skala sehingga neraca berada pada posisi setimbang (penunjuk segaris dengan angka nol acuan)

- d) Baca skala dengan cara menjumlahkan bacaan skala pada masing-masing lengan skala.
- e) Neraca ini mempunyai empat lengan skala, yaitu masing-masing dengan rentang bacaan 0 – 1,0 g, 0 – 10 g, 0 – 100 g, 0 – 200 g.

Contoh :

Posisi beban geser pada lengan skala (0 – 200 g) = 200

Posisi beban geser pada lengan skala (0 – 100 g) = 50

Posisi beban geser pada lengan skala (0 – 10 g) = 7

Posisi beban geser pada lengan skala (0 – 1,0 g) = 0,55

Hasil pengukuran : (200 + 50 + 7 + 0,55) g = 257,55 g

Ketelitian alat : 0,01 g

Penulisan hasil pengukuran : (257,55 ± 0,01) g

3. Pengukuran Besaran Waktu

Pengukuran waktu umumnya dilakukan dengan menggunakan stopwatch. Jenis stopwatch cukup banyak dan biasanya memiliki tiga tombol yaitu tombol start, stop dan reset. Tombol start berfungsi untuk menjalankan stopwatch dan tombol stop untuk menghentikannya. Sedangkan tombol reset berfungsi untuk mengatur stopwatch ke posisi nol.



(a). Stopwatch Manual



(b) Stopwatch

Digital

Gambar10. Stopwatch

Langkah – langkah pengukuran waktu menggunakan stop watch :

- Tekan tombol *reset* kemudian lepaskan, sehingga jarum penunjuk ada pada posisi nol.
- Tekan dan lepaskan tombol *start* pada saat pengukuran waktu tepat dimulai.

- Tekan dan lepaskan tombol *stop* pada saat pengukuran waktu tepat selesai.
- Baca skala dengan cara menjumlahkan bacaan pada jarum penunjuk besar (dalam satuan menit) ditambah bacaan jarum penunjuk kecil (dalam satuan sekon).

Contoh :

- posisi jarum penunjuk besar : 5
- posisi jarum penunjuk kecil : 43
- hasil pengukuran : 5 menit + 43 sekon = 343 sekon
- penulisan hasil pengukuran : (343 ± 1) sekon

Pada stop watch digital, modus pemakaian dapat dipilih hanya dengan menekan tombol tertentu saja dan hasil pengukurannya sudah berupa angka yang hanya tinggal dibaca saja.

C. Angka Penting

Angka penting adalah angka-angka yang diperoleh dari hasil pengukuran yang terdiri dari angka-angka pasti dan satu angka terakhir yang diragukan. Penentuan jumlah angka penting dan cara penulisan dalam proses berhitung harus mengacu pada ketentuan yang berlaku.

1. Angka yang merupakan angka penting adalah :

- semua angka bukan nol
contoh :
 - 458 terdiri dari 3 angka penting
 - 46,79 terdiri dari 4 angka penting
- Angka nol yang berada diantara angka bukan nol
Contoh ;
 - 450043 terdiri dari 6 angka penting
 - 20,02 terdiri dari 4 angka penting
- Angka nol yang berada di sebelah kanan tanda desimal dan mengikuti angka bukan nol
Contoh :
 - 2,280 terdiri dari 4 angka penting
 - 0,200 terdiri dari 3 angka penting

2. Angka yang bukan merupakan angka penting adalah ;

- a. Angka nol yang berada di sebelah kiri angka bukan nol

Contoh :

- a. 0,000675 terdiri dari 3 angka penting
- b. 0,03 terdiri dari 1 angka penting

- b. Angka nol disebelah kanan angka bukan nol dan tanpa desimal, kecuali jika diberi tanda khusus, misalnya garis pada angka yang diragukan

Contoh:

- a. 500 terdiri dari 1 angka penting
- b. 2050 terdiri dari 3 angka penting

D. Ketidakpastian pada Pengukuran

Pada dasarnya setiap pengukuran tidak akan menghasilkan nilai yang benar atau tidak tepat sama dengan yang sebenarnya. Artinya sebuah hasil pengukuran selalu mengandung ketidakpastian.

1. Ketidakpastian Pengukuran pada Hasil Percobaan

Ketidakpastian disebabkan oleh adanya kesalahan dalam pengukuran. Kesalahan (*error*) adalah penyimpangan nilai yang diukur dari nilai benar x_0 . Macam-macam kesalahan, yaitu :

- a. Ketidakpastian yang disebabkan oleh nilai skala terkecil pada alat ukur yang berarti bahwa alat ukur memiliki keterbatasan
- b. Keteledoran atau keterbatasan keterampilan orang yang melakukan pengukuran dalam mengukur dan menggunakan alat ukur
- c. Kesalahan acak yaitu kesalahan yang tidak bersistem dan di luar kendali orang yang melakukan pengukuran. Misalnya gerak Brown molekul udara, fluktuasi tegangan listrik PLN atau baterai, atau gangguan pada alat-alat ukur elektronik
- d. Kesalahan sistematis, yaitu :

- Kesalahan kalibrasi, yaitu kesalahan yang terjadi karena cara memberi nilai skala pada saat pembuatan alat tidak tepat, sehingga berakibat setiap kali alat digunakan suatu kesalahan melekat pada hasil pengukuran. Kesalahan ini dapat diatasi dengan mengkalibrasi ulang alat terhadap alat standar
- Kesalahan titik nol, kesalahan ini terjadi karena titik nol skala tidak tepat berimpit dengan titik nol jarum penunjuk atau kegagalan mengembalikan jarum penunjuk ke nol sebelum melakukan pengukuran. Kesalahan ini dapat diatasi dengan melakukan koreksi pada penulisan hasil pengukuran
- Kesalahan komponen alat, misalnya pada alat ukur yang memiliki pegas, terjadi karena makin lama dipakai pegas semakin lemah atau terjadi gesekan antara jarum dengan bidang skala
- Kesalahan pandangan/paralak, kesalahan ini timbul apabila pada waktu membaca skala, mata pengamat tidak tegak lurus di atas jarum penunjuk/skala
- Keadaan saat bekerja, pemakaian alat dalam keadaan yang berbeda dengan keadaan pada waktu alat dikalibrasi (pada suhu, tekanan, dan kelembapan udara yang berbeda) akan menyebabkan terjadinya kesalahan. Kesalahan sistematis menyebabkan hasil yang diperoleh menyimpang dari hasil yang sebenarnya dan simpangan ini mempunyai arah tertentu

2. Ketidakpastian mutlak dan ketidakpastian relatif

a. Ketidakpastian Mutlak Δx

Ketidakpastian mutlak berhubungan dengan ketepatan pengukuran bahwa makin kecil ketidakpastian mutlak, makin tepat pengukuran tersebut.

Ketepatan (presisi) adalah suatu aspek pengukuran yang menyatakan kemampuan alat ukur untuk memberikan hasil pengukuran sama pada pengukuran berulang. Suatu alat ukur dikatakan memiliki presisi tinggi bila dipakai pada pengukuran berulang yang memberikan hasil yang tidak banyak berubah.

Untuk mengetahui ketepatannya adalah : $1 - \frac{\Delta x}{x}$

dengan $\Delta x = |x_i - \bar{x}| = \text{ketidakpastian mutlak}$

b. Ketidakpastian Relatif

Ketidakpastian relatif berhubungan dengan ketelitian pengukuran yaitu makin kecil ketidakpastian relatif, makin tinggi ketelitian pengukuran tersebut. Ketelitian (akurasi) adalah suatu aspek yang menyatakan tingkat pendekatan dari nilai hasil pengukuran alat ukur dengan nilai benar x_0

Ketidakpastian relatif adalah : $\frac{\Delta x}{x_0} \times 100\%$

Ketelitian (%) = 100% - ketidakpastian relatif (%)

Karena demikian banyaknya sumber-sumber kesalahan dalam pengukuran, maka tidak mungkin kesalahan-kesalahan itu dapat ditanggulangi secara serempak dalam waktu yang sama dan setiap saat, oleh sebab itu yang terbaik yang dapat kita lakukan adalah menekan kesalahan-kesalahan itu sekecil mungkin dengan memperhitungkan seberapa besar ketidakpastian hasil pengukuran.

E. Pengolahan Data pada Pengukuran Tunggal dan Berulang

- Pengukuran tunggal adalah pengukuran yang dilakukan hanya satu kali saja.

Penulisan hasil pengukurannya adalah : $x = x_0 \pm \Delta x$

dengan : x = hasil pengukuran tunggal

x_0 = hasil pengukuran yang sebenarnya

$\Delta x = \text{ketelitian/ketidakpastian} = \frac{1}{2} \times \text{skala terkecil}$

- Pengukuran berulang adalah pengukuran yang dilakukan lebih dari satu kali yaitu lima atau sepuluh kali pengukuran.

Penulisan hasil pengukurannya adalah : $x = \bar{x} \pm \Delta x$

dengan : x = hasil pengukuran berulang

$$\bar{x} = \sum \frac{x_i}{n} = \text{hasil rata-rata pengukuran berulang}$$

x_i = pengukuran ke-1, ke-2, ke-3, dst

n = banyaknya pengukuran yang dilakukan

$$\Delta x = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n-1}} = \text{ketelitian/ketidakpastian}$$

Kegiatan Percobaan

Pada zaman dahulu, orang-orang menggunakan anggota tubuhnya untuk mengukur besaran panjang. Misalnya, bangsa Mesir Kuno mendefinisikan standar besaran panjang sebagai jarak dari siku sampai ke ujung jari yang disebut **cubit** atau **hasta**. Bangsa Eropa menggunakan standar besaran panjang sebagai jarak dari ujung ibu jari kaki sampai ke pangkal kaki yang disebut **kaki (foot)**. Di Indonesia, untuk mengukur besaran panjang biasa menggunakan satuan **jengkal, hasta, atau depa**.

Dapatkah anggota tubuh dijadikan sebagai standar ukuran besaran panjang?

Lakukan kegiatan percobaan berikut.

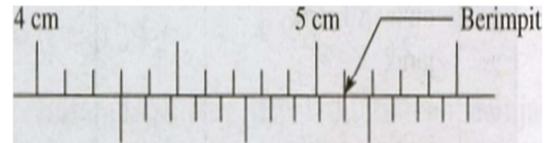
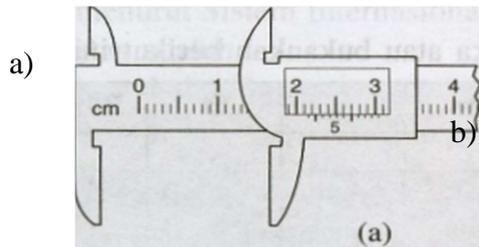
Kegiatan 1:

1. Ukurlah panjang meja dengan menggunakan tangan ! Berapa jengkal panjang meja?
2. Ukurlah panjang meja dengan menggunakan tangan teman! Berapa jengkal panjang meja?
3. Ukurlah panjang meja dengan menggunakan mistar! Berapa centimeter panjang meja?
4. Ukurlah panjang meja dengan menggunakan mistar teman! Berapa centimeter panjang meja?
5. Apakah yang dapat Anda simpulkan? Jelaskan !

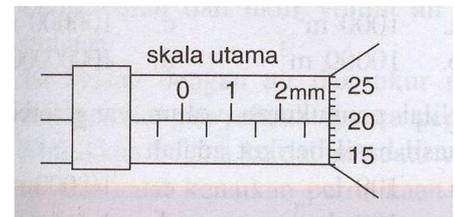
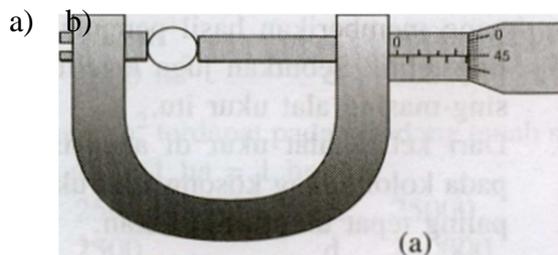
LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Berapakan hasil pengukuran panjang dengan menggunakan jangka sorong untuk kasus-kasus berikut ini ?



2. Berapakah hasil pengukuran panjang menggunakan mikrometer sekrup untuk kasus-kasus berikut ini ?



3. Lakukan kegiatan berikut:

- a. Sediakan alat-alat percobaan sebagai berikut: mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca lengan, stopwatch dan benda yang sesuai.
- b. Diskusikan dalam kelompok, berapa skala terkecil masing-masing alat-alat tersebut!
- c. Gunakan alat-alat ukur tersebut untuk mengukur benda tertentu yang sesuai, lalu laporkan hasil pengukuran tersebut dengan menyertakan ketidakpastiannya.
- d. Alat ukur manakah yang menghasilkan kepresisian paling tinggi ?

RANGKUMAN

Mengukur pada hakikatnya adalah membandingkan suatu besaran fisis dengan suatu besaran yang sudah distandar. Penggunaan alat ukur yang sudah distandar, maka siapapun yang melakukan pengukuran, dimanapun pengukuran itu dilakukan, dan kapanpun pengukuran itu dilaksanakan akan memberikan hasil yang relatif sama.. Karena adanya ketidakpastian dalam pengukuran, maka hasil ukur tidak berupa sebuah nilai, melainkan berupa sebuah rentang nilai yang setiap nilai dalam rentang tersebut memiliki kemungkinan (probabilitas) benar yang sama satu terhadap yang lainnya. Pengukuran tunggal dilakukan terhadap besaran yang dicapai pada kondisi-kondisi tertentu dan tidak mungkin terulang dengan kondisi-kondisi yang sama atau setidaknya-tidaknya dianggap sama. Pengukuran berulang dimaksudkan sebagai pengukuran yang berhingga, dengan pengulangan yang cukup kecil, $n \approx 10$ kali.

TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Panjang sebatang paku diukur dengan jangka sorong adalah 58,8 mm. Alat ukur tersebut

memiliki ketelitian 0,05 mm. Dengan mempertimbangkan ketelitian dan angka penting,

penulisan hasil pengukuran adalah

- A. $(58,80 \pm 0,05)$ mm
- B. $(58,8 \pm 0,05)$ mm
- C. $(58,80 \pm 0,01)$ mm
- D. $(58,8 \pm 0,5)$ mm

2. Budi melakukan pengukuran diameter silinder dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan satu kali dan hasil pengukurannya adalah 52,4 mm. Apabila jangka sorong memiliki skala terkecil 0,1 mm maka dengan

mempertimbangkan ketelitian dan angka penting maka hasil pengukuran tersebut dapat ditafsirkan

- A. diameter silinder yang diukur oleh Budi berukuran antara $(52,40 - 0,5)$ mm dan $(52,40 + 0,5)$ mm
- B. diameter silinder yang diukur oleh Budi berukuran antara $(52,40 - 0,1)$ mm dan $(52,40 + 0,1)$ mm
- C. diameter silinder yang diukur oleh Budi berukuran antara $(52,40 - 0,001)$ mm dan $(52,40 + 0,001)$ mm
- D. diameter silinder yang diukur oleh Budi berukuran antara $(52,40 - 0,05)$ mm dan $(52,40 + 0,05)$ mm

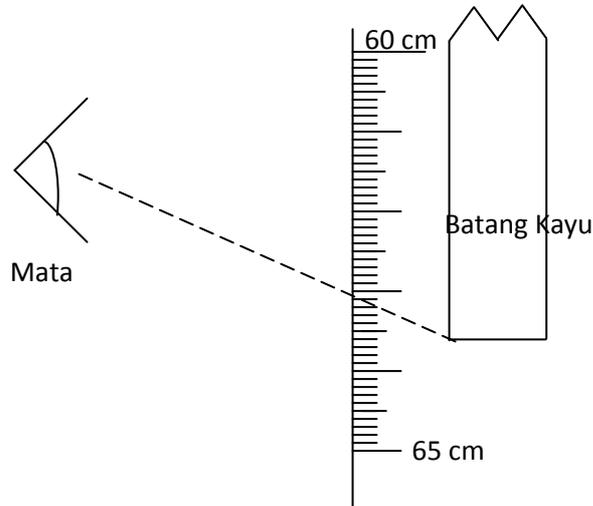
3. Perhatikan tabel di bawah ini :

No	Bagian benda yang diukur	Alat ukur
1	Diameter kelereng	Jangka sorong dengan ketelitian 0,005 cm
2	Tebal uang kertas	Mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,0005 cm
3	Panjang buku	Mistar dengan ketelitian 0,05 cm
4	Panjang pensil	Mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,0005 cm

Pengukuran yang tidak tepat adalah

- A. no. 1
- B. no. 2
- C. no. 3
- D. no. 4

4. Ahmad mengukur panjang sebatang kayu dengan menggunakan alat ukur mistar. Perhatikan gambar di bawah ini :

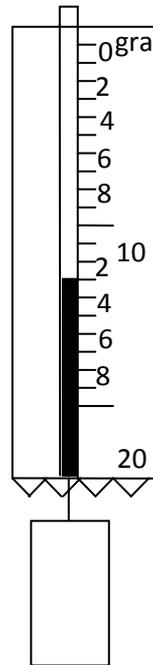


Ternyata Ahmad telah melakukan penyimpangan dalam membaca alat ukur. Berapakah pembacaan alat ukur yang sebenarnya dan kesalahan sistematis apa yang dilakukan oleh Ahmad

- A. 63,9 dan kesalahan kalibrasi
 - B. 63,9 dan kesalahan acak
 - C. 63,5 dan kesalahan titik nol
 - D. 63,6 cm dan kesalahan paralak
5. Diketahui hasil pengukuran tebal sebuah uang logam adalah $(5,870 \pm 0,005)$ mm. Ketidakpastian relatif nya adalah

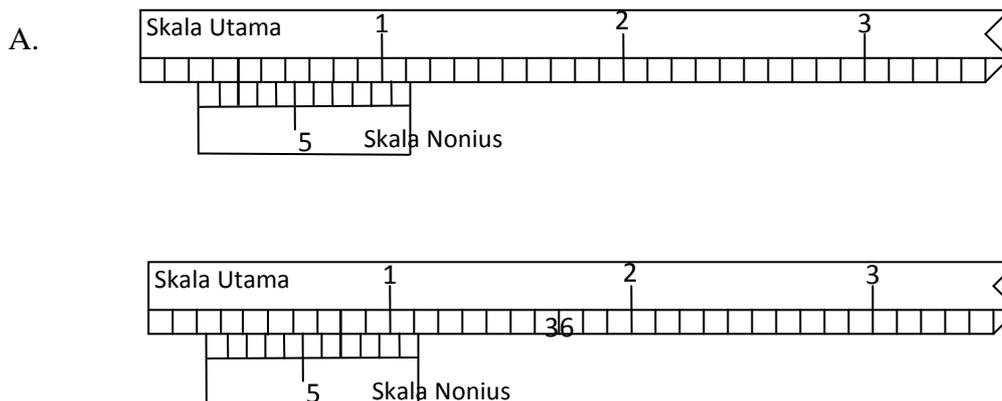
- A. 0,085 %
- B. 0,093 %
- C. 0,17 %
- D. 0,19 %

6. Ani mengukur massa sebuah benda dengan menggunakan neraca pegas. Hasil pengukuran ditunjukkan oleh gambar :

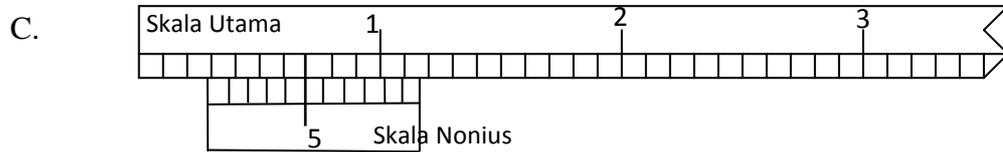


Hasil pengukuran yang tepat yang dilakukan oleh Ani adalah

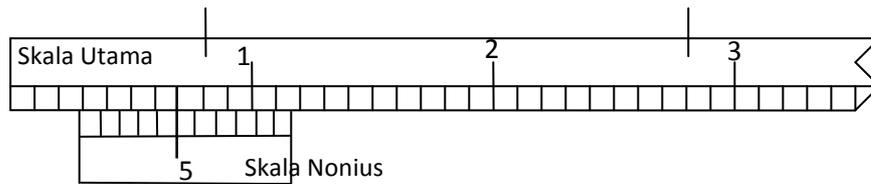
- A. (125 ± 10) gram
 - B. (125 ± 0,05) gram
 - C. (130 ± 0,5) gram
 - D. (130 ± 5) gram
7. Gambar-gambar berikut merupakan posisi dari skala nonius dengan skala utama pada jangka sorong.



B.



D.



Gambar manakah yang menyatakan hasil pengukuran $(0,250 \pm 0,005)$ cm . . .

- A. gambar no.1
- B. gambar no.2
- C. gambar no.3
- D. gambar no.4

8. Andi melakukan pengukuran panjang benda sebanyak lima kali dan diperoleh data sebagai

berikut:

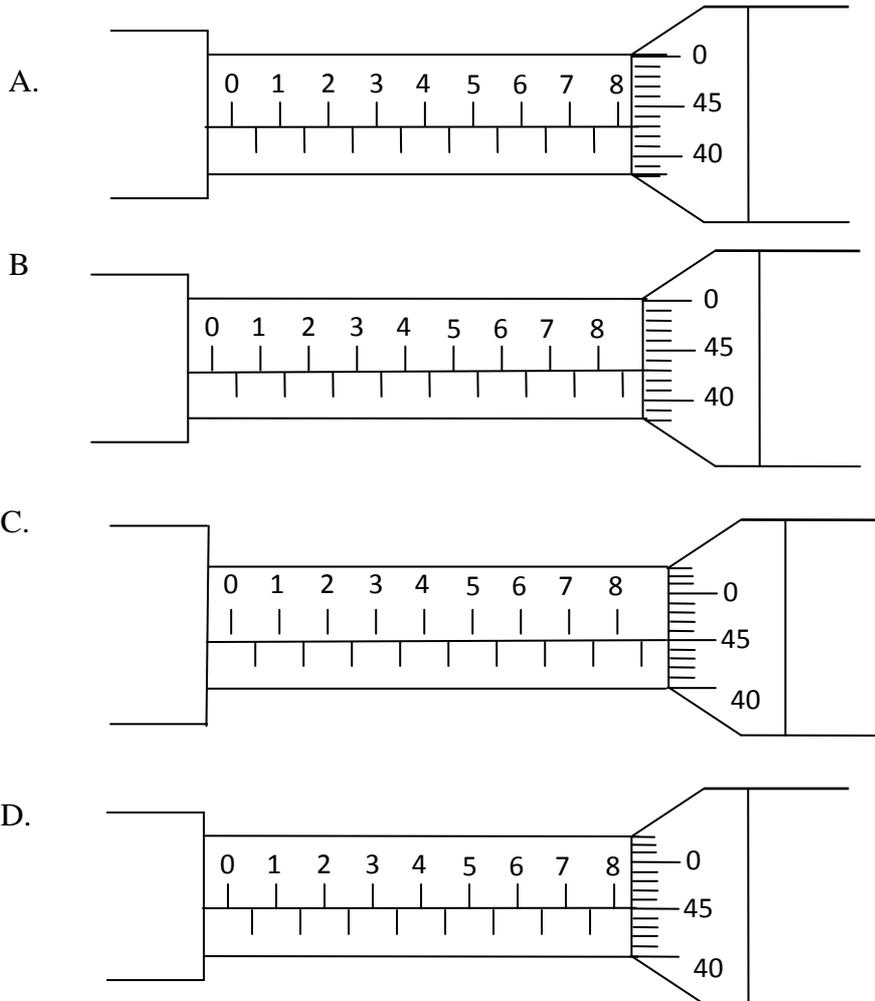
Pengukuran ke- i	1	2	3	4	5
Nilai yang diukur, x_i	8,0 cm	7,9 cm	8,2 cm	8,3 cm	8,1 cm

Hasil pengukuran panjang benda tersebut adalah

- a. $(8,0 \pm 0,05)$ cm
- b. $(8,1 \pm 4,0)$ cm
- c. $(8,10 \pm 0,05)$ cm
- d. $(8,15 \pm 0,05)$ cm

9. Hasil pengukuran sebuah benda yang di ukur dengan menggunakan mikrometer sekrup adalah

(8,970 ± 0,005) mm. Gambar yang menyatakan hasil pengukuran tersebut adalah



10. Hasil pengukuran panjang dan lebar suatu lantai adalah 10,68 m dan 5,4 m.

Menurut aturan

angka penting, luas lantai tersebut adalah

- A. 57,6 m²
- B. 57,67 m²
- C. 57,672 m²
- D. 58 m²

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir bahan belajar mandiri ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90% - 100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan Belajar 2 ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

Tes Formatif 1

1. A
2. A
3. A
4. C
5. B
6. A
7. A
8. D
9. B
10. B

Tes Formatif 2

1. A
2. D
3. D
4. D
5. A
6. C
7. D
8. D
9. B
10. D

GLOSARIUM

Angka penting	:	Angka-angka hasil pengukuran yang terdiri dari angka pasti dan angka taksiran
Besaran	:	Sesuatu yang dapat diukur, mempunyai nilai yang dapat dinyatakan dengan angka-angka dan memiliki satuan tertentu
Besaran Pokok	:	Besaran yang satuannya telah didefinisikan terlebih dahulu dan tidak diturunkan dari besaran lain
Besaran Turunan	:	Besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok
Dimensi	:	Suatu lambang yang berhubungan dengan besaran yang diukur atau dihitung
Dimensi Besaran	:	Cara besaran tersusun dari besaran-besaran pokok
Pengukuran	:	Merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan
Satuan	:	Pernyataan yang menjelaskan arti dari suatu besaran

DAFTAR PUSTAKA

- Depdiknas. (2005). *Ilmu Pengetahuan Alam-Fisika*. Jakarta: Dirjen Dikdasmen
- Djonoputro, B. D. (1984). *Teori Ketidakpastian*. Bandung: Penerbit ITB
- Giancoli, D.C. (2004). *Physics volume I*. New Jersey : Prentice Hall
- Halliday, D., Resnick, R. (1997). *Physics* , terjemahan: Patur Silaban dan Erwin Sucipto. Jakarta: Erlangga.
- Hewitt, Paul G .(1993). *Conceptual Physics*. Seventh Edition. Harper CollinsCollege Publisher
- Slamet, A., dkk. (2008). *Praktikum IPA*. Jakarta: Dirjen Dikti Depdiknas.
- Soejoto dan Sustini, E. (1993). *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar*. Dirjen Dikti Depdiknas.
- Tim Seqip. (2003). *Buku IPA Guru Kelas VI*. Dirjen Dikdasmen Depdiknas, Jakarta
- Tipler, P.A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Zaelani,A., Cunayah, C., Irawan, E.I.(2006).*Bimbingan Pemantapan Fisika untuk SMA/MA*. Bandung: YRAMA WIDYA
- Wellington, J.J. (1989). *Beginning Science Pyisics*. Oxford University Press