

Unit 1

BESARAN PENGUKURAN DAN GERAK

**Nana Djumhana
Muslim**

Pendahuluan

Materi dalam Unit 1 ini disajikan untuk membantu Anda mempelajari materi pelajaran yang berhubungan dengan konsep-konsep besaran, satuan dan pengukuran yang lazim digunakan dalam mempelajari sains terutama terkait dengan topik gerak. Sebagaimana Anda telah ketahui, Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) atau Sains (*Science*) mempelajari sifat-sifat dan gejala-gejala alam. Dalam mempelajari fenomena alam tersebut biasanya dilakukan pengamatan dan percobaan-percobaan untuk memperoleh informasi berupa fakta dan data, yang dalam proses mempelajarinya, Anda akan selalu berhubungan dengan pengukuran.

Bukti empirik menunjukkan bahwa pengukuran merupakan bagian yang tidak pernah dapat dipisahkan dari kegiatan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Mungkin selama ini Anda sering menyaksikan atau terlibat langsung dengan pengukuran seperti mengukur panjang kain untuk pakaian, luas tanah, berat badan, volume air, suhu badan, lama perjalanan atau durasi kegiatan rapat dan sebagainya.

Sesuatu yang dapat diukur disebut besaran. Ia selalu terdapat dalam fenomena alam yang kita pelajari. Dalam Unit 1 dibahas tentang besaran dan satuannya, serta penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam memahami fenomena gerak, materi dan energi.

Tujuan pembelajaran Unit 1 adalah agar Anda memahami konsep-konsep dasar dari besaran, satuan, pengukuran, dan gerak. Setelah mempelajari materi ini Anda diharapkan memiliki kompetensi dasar dalam hal:

1. Menjelaskan arti besaran dan satuan;
2. Membedakan besaran pokok dan besaran turunan;
3. Melaksanakan pengukuran dasar dengan menggunakan alat ukur yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari;

4. Menggunakan satuan besaran pokok dan satuan besaran turunan;
5. Mendeskripsikan konsep dasar gerak;
6. Menjelaskan jenis-jenis gerak benda;
7. Menghitung besaran-besaran dalam gerak.

Untuk membantu Anda mencapai tujuan tersebut, modul ini diorganisasikan menjadi dua Subunit, sebagai berikut.

1. Subunit 1 : Besaran dan Pengukuran
2. Subunit 2 : Gerak

Untuk membantu Anda dalam mempelajari materi dalam Unit 1, ada baiknya Anda perhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini.

1. Tangkaplah pengertian demi pengertian melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan mahasiswa lain atau dengan tutor Anda.
2. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber-sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk dari internet.
3. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dan melalui kegiatan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan mahasiswa lainnya atau teman sejawat.
4. Jangan lewatkan untuk mencoba menjawab soal - soal yang dituliskan pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah Anda sudah memahami dengan benar kandungan bahan belajar ini.

Selamat Belajar! Semoga Sukses!

Subunit 1

Besaran dan Pengukuran

Pengantar

Ketika Anda mempelajari sains baik fisika, kimia, maupun biologi pada dasarnya selalu berhubungan dengan pengukuran. Namun, pengukuran saja tidak cukup, pada tahap selanjutnya pengukuran tersebut haruslah menghasilkan angka-angka yang dapat dihitung dan akhirnya diinterpretasikan (ditafsirkan). Banyak yang dapat Anda perhatikan tentang alat-alat ukur yang dapat digunakan di lingkungan Anda, misalnya di rumah, di toko, di pasar dan sebagainya. Alat-alat ukur seperti mistar (penggaris) dan meteran gulung untuk mengukur panjang, neraca dan timbangan untuk mengukur berat atau massa, gelas ukur (literan) untuk mengukur volume, thermometer untuk mengukur suhu, jam untuk mengukur waktu, amper meter untuk mengukur kuat arus listrik dan lain sebagainya. Ada juga kegiatan mengukur melalui perhitungan.

Alat-alat tersebut dipakai untuk mengukur sesuatu yang disebut besaran, dan hasilnya biasa dinyatakan dalam bentuk angka. Dengan demikian besaran (*quantity*) adalah suatu yang dapat diukur atau dinyatakan dengan angka. Panjang, massa, waktu, suhu, luas, volume, berat, energi dan kuat arus adalah contoh besaran. Besaran-besaran tersebut dapat kita bedakan menjadi besaran yang dapat diukur langsung dengan alat dengan besaran yang tidak dapat diukur secara langsung dengan alat. Besar energi yang dimiliki suatu benda, besar koefisien gaya gesekan, dan besar koefisien pemuaian benda ketika dipanaskan, adalah contoh besaran yang tidak dapat diukur langsung dengan alat, melainkan diperoleh melalui perhitungan dari besaran-besaran lain.

A. Besaran dan Satuan

Setelah Anda banyak memperoleh informasi tentang berbagai jenis besaran. Sekarang buatlah tabel yang memuat minimal 10 buah besaran kemudian kelompokkan dan tentukan besaran-besaran itu ke dalam besaran yang dapat diukur secara langsung dengan alat ukur dan besaran yang tidak dapat diukur secara langsung. Seperti pada contoh di bawah ini.

Tabel 1.1.
Besaran yang dapat diukur secara langsung dan tidak
dapat diukur secara langsung (harus dihitung)

No.	Besaran	Dapat diukur dengan alat	Harus dihitung
1.	Panjang	√	.....
.
.
.
.
.
10.	Kecepatan		√

Masihkah Anda ingat tentang pengertian mengukur? Coba Anda jelaskan dan berikan contoh apa yang dimaksudkan dari pengertian: ”mengukur adalah membandingkan suatu besaran dengan besaran standar sejenis berdasarkan sistem dan cara tertentu”.

Sistem, cara atau aturan untuk menyatakan sebuah besaran ke dalam angka dinamakan sistem satuan. Sistem satuan juga menunjukkan bagaimana sebuah besaran diukur atau dibandingkan dengan besaran sejenis lainnya. Contoh sederhana misalnya, ketika kita mengukur panjang sebuah meja dengan menjengkalnya, kita peroleh bahwa panjangnya 20 jengkal, artinya cara mengukur panjang meja adalah dengan cara membandingkannya dengan jengkal tangan kita, dan hasilnya panjang meja sebanding dengan 20 jengkal tangan kita. Jika kita lakukan menggunakan hasta, misalkan kita dapatkan hasil 4 hasta, artinya kita mengukur meja dengan cara membandingkannya terhadap hasta tangan kita dan hasilnya panjang meja sebanding dengan 4 hasta tangan kita. Namun demikian, tidaklah akurat mengukur dengan jengkal atau hasta, sebab jengkal dan hasta masing-masing manusia tidaklah sama dan ada kemungkinan berubah menurut usia. Untuk itu perlu dibuat alat pembanding yang standar dan berlaku secara internasional relatif tetap menurut waktu. Salah satu badan internasional yang mengatur sistem satuan ini adalah International Bureau of Weights and Measures di Paris. Badan ini membuat standardisasi untuk panjang adalah meter, waktu adalah sekon, dan massa adalah kilogram, dan dikenal dengan sistem MKS. Semua orang di dunia mengacu pada standar ini, sehingga standar ini disebut juga Sistem internasional (SI). Dalam perkembangannya, birau internasional ini telah menetapkan tujuh (7) besaran pokok beserta satuan standarnya.

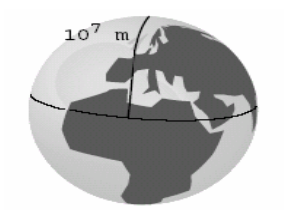
Tabel 1.2.
Besaran Pokok

No	Besaran	Satuan	Simbol
1	Panjang	Meter	M
2	Masa	Kilogram	Kg
3	Waktu	Sekon	S
4	Suhu	Kelvin	K
5	Kuat arus	Amphere	A
6	Intensitas cahaya	Candela	Cd
7	Jumlah zat	Mole	Mol

Ketujuh besaran pokok itu adalah: panjang, massa, waktu, suhu (Kelvin), kuat arus (Ampere), intensitas cahaya (candela), dan jumlah zat (mol). Dalam UNIT 1 ini Anda hanya diminta mempelajari dengan cermat empat jenis besaran pokok saja yang sering ditemukan dalam keseharian maupun dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Keempat besaran tersebut adalah panjang, massa, waktu, dan suhu.

B. Standar Besaran dan Satuan

1. Standar untuk Panjang



Gambar 1.1
Patokan 1m

Untuk satuan panjang, satuan meter disepakati sebagai satuan Standar Internasional. Meter berasal dari bahasa Yunani *metron* yang berarti ukuran. Pada awalnya yang digunakan sebagai patokan 1 meter adalah panjang tali dalam pendulum yang memiliki perioda $\frac{1}{2}$ detik, kemudian pada tahun 1791 acuan ini diubah, sebagai patokan panjang satu meter adalah diperoleh dari jarak antar kutub utara ke khatulistiwa melalui kota Paris ditetapkan berjarak 107 meter, sehingga satu meter adalah jarak tersebut dibagi dengan 107. Namun ternyata cara seperti ini selain tidak praktis juga berubah karena jarak ini dipengaruhi oleh faktor gravitasi yang mengubah permukaan bumi.



Gambar 1.2
Meter Standar

Pada tahun 1927 setelah melalui berbagai perubahan, *International Bureau of Weights and Measures* yang berkantor di Sevres kota Paris, membuat sebuah batang besi terbuat dari logam *platina-iridium* sebagai patokan 1 meter dan 1 kilogram. Pada tahun 1960 standardisasi ini diubah agar lebih teliti, yakni 1m sama dengan 1,650,763.73 kali panjang gelombang dari cahaya *Krypton* dalam vakum, dan akhirnya versi terakhir yang lebih akurat adalah mengacu pada kecepatan cahaya, 1 meter adalah jarak yang ditempuh cahaya selama $1/299\,792\,458$ detik. Di samping itu, dikenal pula sistem satuan lain yang dikenal dengan singkatan cgs (centimeter, gram dan sekon/detik) atau fps (*feet, pound* dan *secon*). Serta satuan-satuan regional lainnya yang disebut sistem satuan statis. Satuan ini sering secara khas digunakan di negara-negara Eropa dan Amerika (seperti *inc, mile, yard* dan sebagainya).

Dalam beberapa hal satuan khusus diperlukan untuk mempermudah perhitungan, misalnya dalam Astronomi dikenal satuan khusus tahun-cahaya yakni jarak yang ditempuh kecepatan cahaya dalam satu tahun yaitu 1 tahun ($365 \times 24 \times 60 \times 60$ detik) dikalikan dengan kecepatan cahaya kira-kira 3×10^8 m/s hasilnya 9.460.800.000.000.000 meter, mengingat jarak dalam dunia Astronomi sangatlah jauh satuan khusus semacam ini sangat diperlukan, jika dalam dunia Astronomi digunakan satuan meter maka betapa tidak praktisnya untuk menyatakan diameter dari galaksi Bima Sakti yang jaraknya 100.000 tahun-cahaya yaitu 900.460.800.000.000.000.000 meter!! Sebaliknya dalam dunia Kristalografi yang berurusan dengan hal-hal yang sangat kecil, satuan yang lebih kecil diperlukan yaitu Angstrom (A°), di mana 1 A° adalah 0,0000000001 meter, sehingga untuk menyatakan panjang ikatan tunggal Karbon sepanjang 0,000000000154 cukup ditulis dengan $1,54 \text{ A}^\circ$.

2. Standar untuk Massa

Ukuran International menetapkan dan menyimpan sebuah selinder platinum-iridium sebagai standar primer SI untuk massa. Berdasarkan perjanjian internasional benda ini disebut sebagai massa sebesar satu kilogram (1 kg). Standar sekunder dikirimkan ke laboratorium standar satuan di berbagai negara. Massa standar lainnya dibandingkan dengan massa standar sekunder ini dengan menggunakan neraca sama lengan.

Dalam perkembangan teknologi yang makin pesat, kita membutuhkan standar massa lainnya untuk keperluan pengukuran massa berukuran atomik. Selain satuan standar primer untuk massa, saat ini telah dikenal standar massa kedua dalam skala

atomik, yaitu massa dari atom C^{12} . Berdasarkan perjanjian internasional massa atom C^{12} ini ditetapkan sebesar 12 sma (satuan massa atom terpadu) atau *atomic mass units*, disingkat u. Jika dibandingkan dengan kilogram, 1 sma = $1,660 \times 10^{-27}$ kg.

Sangat perlu Anda cermati, bahwa penggunaan satuan *massa* (kg) dalam kehidupan masyarakat sehari-hari seringkali mengalami kerancuan dengan penggunaan satuan untuk hasil pengukuran *berat* suatu benda. Sesungguhnya terdapat perbedaan yang mendasar antara konsep *berat* dan konsep *massa*, bukan saja pada penggunaan satuannya melainkan pada konsep fisiknya. Dapatkah Anda menjelaskan perbedaan tersebut? Salah satu dari kedua besaran tersebut bermakna jumlah (kuantitas) zat suatu benda, besaran skalar dan bersifat konstan; sedangkan yang lainnya merupakan jenis gaya gravitasi dengan satuan Newton (N) atau dyne, besaran vektor, dan besarnya relatif dapat berubah tergantung pada besar kecilnya massa dan percepatan gravitasi.

3. Standar untuk Waktu

Pentingnya penggunaan pengukuran waktu adalah untuk dua hal, yaitu untuk keperluan keseharian masyarakat dan untuk keperluan ilmu pengetahuan. Dalam masyarakat, waktu (detik, jam, hari, minggu, bulan, dan tahun) diperlukan supaya kejadian-kejadian dapat disusun berurutan. Pada kebanyakan pekerjaan ilmiah, pengukuran yang dibutuhkan adalah lamanya selang waktu (*time interval*) suatu kejadian berlangsung. Karena itu, penggunaan standar waktu harus dapat menjawab pertanyaan "kapan hal itu berlangsung?" dan "berapa lama kejadiannya?".

Anda dapat menggunakan sembarang kejadian yang berulang untuk mengukur waktu. Pengukuran berlangsung dengan menghitung pengulangannya. Dari sekian banyak kejadian yang berulang-ulang dalam alam, perputaran (rotasi) bumi pada porosnya telah digunakan selama berabad-abad sebagai standar waktu untuk menetapkan panjangnya hari. Sebagai standar waktu, masyarakat sampai sekarang masih menggunakan definisi satu detik (matahari rata-rata) adalah $1/86.400$ hari (matahari rata-rata). Waktu yang didasarkan atas rotasi bumi disebut waktu universal (*universal time-UT*).

Waktu universal harus diukur berdasarkan pengamatan astronomis yang dilakukan selama beberapa minggu. Karena itu, kita membutuhkan jam bumi yang baik, yang ditera oleh pengamatan astronomis. Selain jam bumi, jam kristal kwarsa yang didasarkan atas getaran berkala terus menerus dari kristal kwarsa dapat dipakai sebagai standar waktu sekunder yang baik. Yang terbaik dari jam ini di antaranya adalah dapat mencatat waktu selama setahun dengan penyimpangan maksimum

sebesar 0,02 detik. Untuk memenuhi kebutuhan standar waktu yang lebih baik, di beberapa negara telah dikembangkan jam atomik yang menggunakan getaran atomik berkala sebagai standar.

Jam atomik jenis tertentu, yang didasarkan atas frekuensi karakteristik dari isotop Cs^{133} , telah digunakan di Laboratorium Fisis Nasional, Inggris sejak tahun 1955. Dalam tahun 1967, detik yang didasarkan atas jam Cesium diterima sebagai standar internasional oleh Konferensi Umum mengenai Berat dan Ukuran ketiga belas. Satu detik didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan untuk 9 192 631 770 kali getaran transisi atom Cs^{133} tertentu. Hal ini meningkatkan ketelitian pengukuran waktu menjadi bagian dalam 10^{12} , lebih baik sekitar 10^3 kali dari pada ketelitian dengan metoda astronomis. Jika dua buah jam cesium dijalankan dengan ketelitian ini, maka penyimpangan tidak akan lebih dari satu detik setelah 6000 tahun. Jam atomik yang lebih baik mungkin masih sedang diselidiki.

Terdapat perubahan (variasi) laju rotasi bumi, diukur terhadap jam cesium, dalam selang waktu hampir tiga tahun. Perhatikan, bahwa kecepatan putaran bumi pada musim panas besar sedangkan pada musim dingin kecil (di belahan bumi utara) dan menurun secara pasti dari tahun ke tahun. Mungkin Anda akan bertanya, bagaimana kita dapat yakin bahwa rotasi bumi-lah yang salah bukan jam cesium. Ada dua jawaban. (1) Getaran atom relatif lebih sederhana dan stabil dibandingkan bumi. Sedangkan putaran bumi, disebabkan oleh sesuatu yang terjadi di bumi, misalnya adanya gesekan antara air dan tanah pada peristiwa pasang, menyebabkan perputaran bumi lebih lambat. Gerak musiman angin menimbulkan juga perubahan musiman rotasi. (2) Sistem tata-surya kita memiliki pula faktor pengaruh waktu yang lain, misalnya gerakan planet ataupun gerakan bulan-bulan planet. Rotasi bumi bervariasi pula terhadap gerakan-gerakan planet ini.

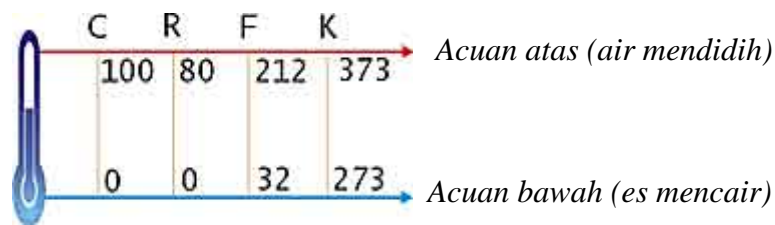
Semenjak tahun 1967 itulah, ditetapkan satuan waktu standar yang dianggap lebih tepat, yaitu : 1 sekon adalah waktu yang diperlukan oleh atom Cesium-133 untuk melakukan getaran sebanyak 9,192,631,770 kali.

Yang sering digunakan dalam pengukuran waktu adalah jam atau arloji. Namun, penggunaan arloji memiliki kelemahan, karena mempergunakan jarum sekon yang selalu berputar sehingga sulit diamati. Biasanya untuk mengukur waktu yang pendek mempergunakan *Stopwatch* (jarum henti).

4. Standar untuk Suhu

Pernahkah anda mengalami penambahan suhu tubuh ? Tentu, suhu tubuh kita akan mengalami kenaikan ketika sakit. Ada berapa macam skala suhu yang anda ketahui selama ini. ? Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin suatu benda. Alat

yang digunakan untuk mengukur suhu disebut *termometer*. Dalam perkembangan sejarah penggunaan skala termometer, mula-mula ditetapkan suhu terendah (0°) adalah suhu air murni pada saat mulai membeku (titik beku) atau saat mulai mencair (titik cair). Itulah yang dilakukan oleh Celsius dan Reamur. Suhu tertinggi adalah suhu air murni saat mulai mendidih. Angka tersebut 100° pada Celsius dan 80° pada Reamur. Pada termometer Fahrenheit, suhu 0° bukanlah saat air mulai membeku, melainkan es bercampur garam. Sedangkan untuk keadaan air saat mulai membeku Fahrenheit menetapkan angka 32° , dan untuk saat air mulai mendidih ditetapkan pada angka 212° . Berikut adalah ilustrasi hubungan skala-skala Celsius (C), Reamur (R), Fahrenheit (F), dan Kelvin (K) pada tekanan $1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg}$.



Gambar 1.3.
Skala-Skala Suhu pada Celsius, Reamur, Fahrenheit, Kelvin

Dari ketiga jenis termometer ini maka dapat diperoleh perbandingan skala suhu diantara ketiganya sebagai berikut.

$$t_C : t_R : (t_F - 32) = 5 : 4 : 9$$

atau

$$t_C : t_R = 5 : 4$$

$$t_C : (t_F - 32) = 5 : 9$$

$$t_R : (t_F - 32) = 4 : 9$$

Sejalan dengan perkembangan IPTEK, standar suhu terendah dalam skala termometer tidak lagi ditetapkan 0°C , 0°R atau -32°F melainkan 0 mutlak, yaitu saat ketika tidak ada kemungkinan kehidupan. Atau tidak ada energi sama sekali. Suhu tersebut disebut 0 Kelvin yang setara dengan -273°C .

C. Sistem Satuan dan Notasi Ilmiah Hasil Pengukuran

Terdapat tujuh besaran standar yang ditetapkan oleh *International Bureau of Weights and Measures* (1971) disebut juga besaran pokok dan satuan yang digunakan untuk besaran pokok tersebut dikenal dengan satuan besaran pokok. Dua

atau lebih besaran pokok dapat membentuk besaran lainnya yang disebut dengan besaran turunan. Misalnya, luas dan volume diturunkan dari besaran panjang karena satuan luas dan volume menyangkut satuan panjang. Satuan yang diberlakukan untuk besaran ini disebut satuan besaran turunan, yang ditetapkan berdasarkan satuan-satuan besaran pokok.

Lengkapilah Tabel 1.3 tentang besaran pokok dan besaran turunan berikut dengan sistem satuan berdasarkan Sistem Satuan Internasional (SI)

Tabel 1.3.
Besaran Pokok

NO.	BESARAN	SATUAN	SIMBOL
1	Panjang	meter	m
2	Masa	kilogram	kg
3	Waktu	sekon	.....
4	Suhu	Kelvin	K
5	Kuat arus	Ampere	.....
6	Intensitas Cahaya	Candela	.....
7	Jumlah zat	Mole	mol

Sekarang, isilah Tabel 1.4, yang terdiri dari 10 contoh besaran turunan, di bawah dengan satuan dan rumusnya.

Tabel 1.4.
Besaran Turunan

No.	Besaran	Satuan	Rumus
1.	Luas	.....	.....
2.	Volume	.....	.....
3.	Massa Jenis	.....	.....

No.	Besaran	Satuan	Rumus
4.	Kecepatan	Meter/sekon (m/s)	Jarak : waktu (s/t)
5.	Percepatan	.....	.....
6.	Momentum	.....	.....
7.	Gaya	Newton (N)	Masa x percepatan (m.a)
8.	Tekanan	.....	.....
9.	Energi	.....	.....
10.	Daya	.....	.....

Selain satuan standar sebagaimana telah dijelaskan, dalam penggunaannya satuan standar dan nilai hasil pengukuran dinyatakan dalam bentuk kelipatan-kelipatan baku dengan menggunakan notasi ilmiah yang lazim dipakai dalam dunia sains. Aturan notasi ilmiah diperlukan karena pada kenyataannya kita akan berhadapan dengan angka-angka yang sangat besar atau sangat kecil, dan untuk tujuan inilah notasi ilmiah diperkenalkan. Dalam notasi ilmiah, sebuah angka harus dinyatakan dalam satuan (angka 1 hingga 10) dikalikan dengan 10 pangkat bilangan bulat. Misalnya 1100000 ditulis dalam notasi ilmiah sebagai $1,1 \times 10^6$. Bilangan 6 pada pangkat 10 dinamakan eksponen. Bilangan 0,000124 dapat ditulis dengan $1,24 \times 10^{-4}$ saja. Contoh lain:

$$1 \text{ kilometer (km)} = 1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ sentimeter (cm)} = \frac{1}{100} \text{ m} = 10^{-2} \text{ m}$$

Notasi ilmiah hasil kali dari $4,55 \times 10^7$ dengan $2,77 \times 10^5$ antara lain dapat ditulis : $(4,55 \times 10^7) \times (2,77 \times 10^5) = 1,26035 \times 10^{13}$

Bentuk-bentuk kelipatan (kilo, senti, mili dan sebagainya) dalam satuan digunakan untuk mengubah bilangan agar jangan terlalu besar atau terlalu kecil. Tidak hanya untuk satuan besaran panjang, tetapi juga satuan besaran lainnya.

Tabel berikut adalah contoh nama dan simbol notasi ilmiah kelipatan yang biasa digunakan dalam sains.

Tabel 1.5
Kelipatan Nilai Satuan

No.	Nama	Simbol	Nilai	No.	Nama	Simbol	Nilai
1.	deka	da	10^1	9.	desi	D	10^{-1}
2.	hekto	h	10^2	10.	senti	c	10^{-2}
3.	kilo	k	10^3	11.	mili	m	10^{-3}
4.	mega	M	10^6	12.	mikro	μ	10^{-6}
5.	giga	G	10^9	13.	nano	n	10^{-9}
6.	tera	T	10^{12}	14.	piko	p	10^{-12}
7.	peta	P	10^{15}	15.	femto	f	10^{-15}
8.	eksa	E	10^{18}	16.	atto	A	10^{-18}

D. Pengukuran dalam Pendidikan IPA

Ketika anda dengan teman mengukur lebar sebuah meja, pengukuran tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan jengkal, dapat pula menggunakan mistar. Perhatikan contoh pada kegiatan berikut ini :

Kegiatan I

1. Suruhlah 5 orang teman anda untuk mengukur panjang sebuah meja mempergunakan jengkalnya masing-masing. Berapa jengkal panjang meja itu?
2. Kemudian, ke lima teman anda tersebut sekarang mengukur panjang meja itu dengan mempergunakan mistar. Berapa sentimeter panjang meja itu ?
3. Bandingkan hasil pengukuran menggunakan jengkal dengan mistar. Apakah ketika teman anda menggunakan jengkal memberikan hasil yang selalu sama ? Apakah menggunakan mistar menghasilkan hasil yang selalu sama ?
4. Berikan kesimpulan dari pelaksanaan kegiatan tersebut.!

Setelah Anda pahami bahwa mengukur adalah proses membandingkan suatu besaran dengan besaran standar sejenis dengan cara dan sistem tertentu. Selanjutnya anda dapat melakukan sendiri atau kelompok untuk melakukan berbagai macam contoh pengukuran. Secara umum anda dapat menentukan besaran standar, cara, alat dan sistem yang digunakan untuk melakukan pengukuran.

Hasil pengukuran seperti yang anda lakukan di atas sifatnya sangat subyektif dan tidak akurat. Agar hasil pengukuran akurat dan obyektif, maka pengukuran harus menggunakan cara, alat, dan sistem yang telah disepakati untuk diterima dalam dunia ilmiah. Selain itu, perlu juga diperhatikan aturan penulisan hasil pengukuran.

Pada umumnya data hasil pengukuran tidak dalam bentuk bilangan bulat, bahkan bilangan desimal dengan digit yang sangat banyak, maka diperlukan sebuah aturan pembulatan untuk menyingkat laporan pengukuran hingga digit yang diperlukan saja. Misalnya jika kita peroleh panjang meja 2,7435 meter, bukankah cukup melaporkannya hingga satu digit di belakang koma saja menjadi 2,7 meter ? Aturan pembulatan terkadang sangat penting ketika kita berhadapan dengan angka-angka pecahan dengan jumlah desimal yang banyak. Ada tiga aturan pembulatan :

Aturan I :

Jika angka di belakang angka terakhir yang ingin dituliskan kurang dari 5, maka hilangkan angka tersebut dan semua angka dibelakangnya. Misalnya kita ingin membulatkan 5,3467 menjadi 1 angka dibelakang koma, karena angka terakhir setelah angka 3 adalah 4, dan 4 kurang dari 5, maka kita hilangkan seluruh angka dibelakang 3 tersebut menjadi 5.3.

Contoh : Bulatkanlah 4,3423 menjadi sampai dua digit di belakang koma.

Jawab : Hasil pembulatannya 4,34 karena setelah digit kedua bernilai di bawah 5 (yakni 2)

Aturan II :

Namun jika angka dibelakang angka terakhir yang ingin dituliskan lebih dari 5, maka tambahkan digit terakhir dengan 1. Misalnya kita ingin membulatkan 5,3867 menjadi 1 angka dibelakang koma, karena angka terakhir setelah angka 3 adalah 8, dan 8 lebih dari 5, maka kita hilangkan seluruh angka dibelakang 3 tersebut dan tambahkan 3 dengan 1, sehingga 5,4.

Contoh : Bulatkanlah 4,3473 menjadi sampai dua digit di belakang koma.

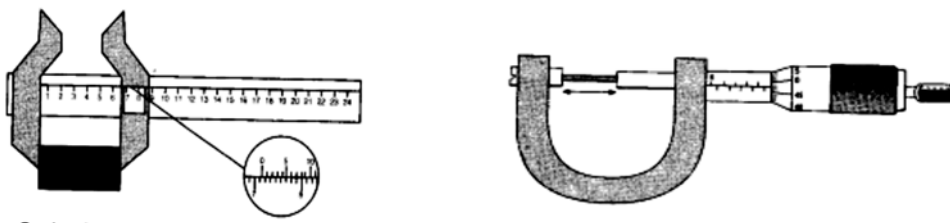
Jawab : Hasil pembulatannya 4,35 karena setelah digit kedua bernilai di atas 5 (yakni 7)

Kegiatan 2

1. Mengukur Besaran Panjang dan Besaran Turunannya

- Siapkan selembar karton dan mistar !
- Mulailah untuk mengukurnya, letakkan skala nol pada mistar tepat di tepi karton
- Perhatikan mistar secara tegak lurus, bacalah skala yang ditunjukkan oleh mistar tersebut, berapa hasilnya ?
- Kemudian perhatikan sekarang mistar dari posisi serong, bacalah skala yang ditunjukkan mistar tersebut, berapa hasilnya ?
- Bandingkan hasilnya, kalau seandainya berbeda apa kesimpulan anda ?

Ketika anda akan melakukan pengukuran panjang atau ketebalan suatu benda sebaiknya anda mengetahui terlebih dahulu alat ukur yang akan digunakan, misalnya meteran, penggaris, jangka sorong, mikrometer sekrup dan lain-lain. Jenis-jenis ukuran panjang tersebut dikelompokkan berdasarkan fungsinya, misalnya : Jangka sorong dan mikrometer sekrup digunakan untuk mengukur tebal suatu benda yang sangat kecil dan tipis misalnya tebal rambut, tebal kertas, tebal plat, tebal kawat. Alat-alat tersebut mempunyai ketelitian sapaai 0,01 mm.



Gambar 1. 4.
Jangka sorong dan Mikrometer sekrup

Meteran (mistar penggaris, meteran kain, meteran gulung dan lain-lain) digunakan untuk mengukur besaran panjang benda yang agak tebal misalnya tebal meja, tebal, panjang meja, panjang kramik serta benda-benda yang panjangnya sampai berpuluh meter digunakan. Meteran yang dipasang pada kendaraan digunakan (speda motor, mobil, pesawat terbang) digunakan untuk ukuran yang jauh.

Tingkat ketelitian hasil pengukuran bisa menjadi bervariasi oleh posisi mata atau posisi alat ukur yang tidak tegak lurus dan tidak tepat pada objek benda yang diukur.

a) *Mengukur Panjang dan Ketebalan*

Untuk pengukuran panjang, siapkan terlebih dahulu alat ukur panjang yang sering anda jumpai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya: penggaris plastik 30 cm, meteran kain yang ada di rumah, penggaris kayu yang ada di sekolah, meteran logam untuk tukang kayu, meteran gulung untuk mengukur luas tanah. Mulailah anda untuk melakukan pengukuran dan hasil pengamatan/pengukuran tersebut tuangkan dalam Tabel 1.6 berikut:

Tabel 1.6.
Hasil Pengukuran Panjang

No.	Yang diukur	Hasil pengukuran
1.	Panjang buku	___ m = ___ cm = ___ mm
2.	Lebar buku	___ m = ___ cm = ___ mm
3.	Tebal buku	___ m = ___ cm = ___ mm
4.	Keliling sisi daun meja	___ m = ___ cm = ___ mm
5.	Tinggi badan teman	___ m = ___ cm = ___ mm

b) *Menentukan Luas*

Dari besaran pokok panjang dapat diperoleh besaran turunan luas dan volume. Luas suatu benda adalah besar bentangan seluruh permukaan benda tersebut. Anda sebaiknya dapat juga mengukur beberapa benda berdimensi dua dengan bentuk atau bangun geometri yang teratur. Misalnya, segitiga siku-siku, segitiga sama sisi, lingkaran, trapesium, bujur sangkar, dan persegi panjang. Disamping itu juga anda mengenal berbagai jenis satuan luas seperti mm^2 , cm^2 , dm^2 , m^2 , dam^2 , hm^2 , km^2 , are^2 , hektar, bata serta hubungan konversi diantara satuan-satuan tersebut. Contoh, dalam satuan SI, satuan luas adalah m^2 dengan ketentuan bahwa $1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2 = 10^6 \text{ mm}^2$.

Pengukuran luas didasarkan pada benda-benda dengan bentuk yang sederhana yang sering dijumpai di lingkungan sekolah maupun lingkungan rumah. Benda tersebut antara lain adalah: berbagai jenis segitiga ukur dari plastik; permukaan ubin, permukaan balok (berbentuk empat persegi panjang); tutup kaleng susu/biskuit yang berbentuk lingkaran, dan bentuk-bentuk sederhana lainnya. Tentu hal ini dapat dilakukan apabila anda telah memahami rumus-rumus perhitungan luas yang relevan. Kemudian anda melaporkan hasil pengukuran luas tersebut dalam bentuk tabel.

Tabel 1.7.
Hasil Penentuan Luas

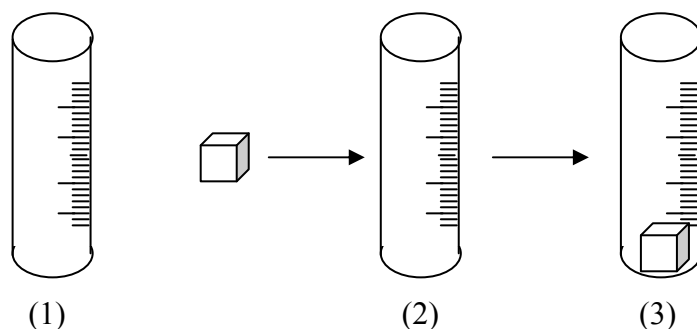
No.	Macam Luas	Hasil pengukuran
1.	Luas segitiga plastik	___ m ² = ___ cm ² = ___ mm ²
2.	Luas permukaan meja	___ m ² = ___ cm ² = ___ mm ²
3.	Luas daun pintu	___ m ² = ___ cm ² = ___ mm ²
4.	Luas papan tulis	___ m ² = ___ cm ² = ___ mm ²
5.	Luas permukaan balok	___ m ² = ___ cm ² = ___ mm ²
6.	Luas tutup kaleng susu	___ m ² = ___ cm ² = ___ mm ²

c) *Mengukur Volume*

Pernahkan anda mengukur benda cair, dan benda padat yang tidak beraturan bentuknya.? Caranya mudah, tidak perlu menggunakan rumus tapi harus menggunakan alat lain misalnya gelas ukur. Tapi kalau pengukuran benda padat memiliki bentuk yang beraturan tetap kita gunakan rumusan tertentu. Volume suatu benda ialah besar ruang yang dipenuhi benda itu. Cara mengukur volume benda tergantung kepada jenis dan bentuk geometris benda. Untuk benda padat yang mempunyai bentuk geometris tertentu dan teratur (misalnya balok, kubus, tabung, dan bola) dapat dihitung volumenya dengan rumus tertentu. Coba Anda tuliskan rumus volume yang tepat untuk masing-masing bentuk geometris tersebut!

Dalam menghitung volume benda-benda di atas terdapat operasi perkalian antar tiga besaran panjang, maka satuan volume dinyatakan dalam meter kubik (m³). Satu m³ adalah volume sebuah kubus yang panjang setiap rusuknya 1m. Selain m³, anda mungkin juga telah mengenal satuan volume lainnya yaitu mm³, cm³, dm³, dam³, hm³, km³, juga satuan volume dalam kehidupan sehari-hari seperti liter (L), mililiter (mL), cc, *barrel* dan *galon*.

Volume benda cair dan benda yang bentuk geometrisnya tidak beraturan atau beraturan dapat diukur dengan menggunakan gelas pengukur (gelas ukur).



Gambar 1.5
Mengukur Volume Zat Cair dengan Gelas Ukur

Setelah zat cair yang hendak diukur dituangkan ke dalam gelas ukur, maka besar volume zat cair tersebut dapat dibaca pada skala gelas ukur seperti terlihat pada Gambar 1.5. Pada umumnya permukaan zat cair (selain raksa) agak melengkung dibagian tengahnya (*meniscus*). Sedangkan volume benda padat yang tercelup ke dalam zat cair sama dengan selisih volume zat cair sesudah dan sebelum benda tersebut dicelupkan (volume zat cair yang terdesak oleh benda); yaitu volume zat cair yang ditunjukkan pada skala gelas ukur (3) dikurangi dengan volume zat cair yang ditunjukkan pada skala gelas ukur (2). Cara lain adalah dengan mengukur volume tumpahan zat cair dari gelas ukur (3) setelah diisi dengan benda, apabila sebelumnya gelas ukur (2) berisi penuh zat cair.

Untuk mengukur volume benda yang ringan atau benda yang mengapung dalam zat cair dengan menggunakan gelas ukur, maka benda tersebut harus diberi pemberat agar benda tersebut dapat tenggelam. Dengan cara yang sama seperti dijelaskan di muka, volume zat cair yang dipindahkan dapat diukur. Tentu saja, volume benda adalah volume zat cair yang dipindahkan dikurangi volume pemberat.

Biasanya skala gelas ukur dinyatakan dalam milimeter (mL). Volume 1 liter = 1000 mL = 1000 cm³ jadi volume 1mL = 1 cm³. Khusus untuk air murni, 1ml juga sama dengan 1 gr. Coba Anda jelaskan bagaimana bisa diperoleh hubungan kesetaraan satuan liter dengan satuan kubik tersebut! Jelaskan satuan-satuan lainnya yang biasa digunakan untuk menyatakan volume benda dalam dunia teknik dan dalam kehidupan sehari-hari.

Pengukuran volume dapat dilakukan oleh anda dalam kelompok masing-masing dengan menyediakan terlebih dahulu bermacam-macam jenis dan bentuk benda yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari. Untuk bentuk benda-benda beraturan misalnya: (1) benda menyerupai balok (dadu, kubus, balok kayu/logam, kaleng biskuit, buku tebal dan lain-lain); (2) benda menyerupai tabung (kaleng susu,

batu baterai, literan minyak/beras); (3) benda menyerupai bola (kelereng, bola pingpong, bola voli, bola sepak, dan lain-lain). Sedangkan untuk bentuk benda-benda tidak beraturan antara lain: batu kerikil, patahan genting, kunci pintu, sendok, garpu dan sebagainya.

Sebelum pengukuran dilakukan, sebaiknya anda memahami konsep volume terlebih dahulu. Kemudian cara mengukur besar volume pada benda padat yang bentuknya beraturan, dan benda padat yang bentuknya tak beraturan. Setelah memahami konsep anda bisa bekerja bersama kelompok untuk menghitung volume dari benda-benda yang telah disiapkan. Selanjutnya anda lakukan untuk mengukur volume zat cair, benda-benda kecil (peniti, cincin), dan benda-benda tidak beraturan bentuk dengan menggunakan gelas ukur. Hasil kegiatan pengukuran dilaporkan dengan mengisi tabel berikut.

Tabel 1.7.
Mengukur Besar Volume

No.	Bentuk benda	Cara Pengukuran	Besar volume	
			cm ³	m ³
1.	Kelas	Dengan rumus: $p \times l \times t$	.....	.....
2.	Lemari	.....	.....	.....
3.	Balok	.....	.....	.....
4.	Kelereng	.....	.....	.....
5.	Kunci pintu	.....	.....	.....
6.	Batu kerikil	.....	.....	.....
7.	Paku	.....	.....	.....
8.	Bola pingpong	.....	.....	.....
9.	Kaleng susu	Menggunakan gelas ukur	.....	.....
			
			
			
			
			

Yang harus diperhatikan oleh anda dalam pengukuran besar volume adalah menggunakan rumus atau menggunakan gelas ukur dalam mengukur volume benda. Pastikan juga bahwa anda pernah dan mampu melakukan pengukuran volume

tersebut. Selain itu, sikap kehati-hatian, kecermatan dan kebersihan/kerapihan pada saat menggunakan alat, melakukan pengukuran dan perhitungan.

2. Mengukur Besaran Massa dan Besaran Turunannya

a) Mengukur Massa dan Berat

Anda perhatikan, bahwa dalam kehidupan sehari-hari masyarakat umum sering menggunakan istilah berat untuk massa, misalnya kalau seorang ibu menyuruh anaknya pergi ke warung untuk membeli gula yang massanya 1 kg. Dalam fisika kedua hal tersebut dibedakan. Massa tidak sama dengan berat. Berat adalah besarnya gaya tarik bumi (gaya gravitasi bumi) terhadap suatu benda. Sedangkan massa adalah ukuran jumlah (*kuantitas*) zat dari suatu benda.

Mengukur masa benda sebenarnya membandingkan benda tersebut dengan masa standar. Masa standar biasanya pada masyarakat dikenal dengan anak timbangan. Alat untuk mengukur masa benda sendiri disebut neraca atau timbangan. Banyak neraca yang telah dikenal oleh masyarakat misalnya : neraca langkan, neraca langkah, neraca ohaus, dan neraca elektronik.

Gaya gravitasi adalah gaya tarik benda-benda (misalnya planet bumi dengan batu) yang menyebabkan benda mengalami percepatan. Gaya gravitasi bumi menyebabkan benda mengalami percepatan (dipercepat) jika ia jatuh bebas di sekitar permukaan bumi. Demikian juga gaya gravitasi bulan atau planet lain. Jadi berat adalah gaya. Satuan berat sama dengan satuan gaya, yaitu Newton.

Jika sebuah benda dengan massa m dibiarkan jatuh dengan bebas, percepatan yang dialaminya adalah percepatan gravitasi (g), dan gaya yang bekerja pada benda hanyalah berat benda itu sendiri, yaitu W . Dari hukum II Newton diperoleh bahwa gaya yang menyebabkan suatu benda bergerak dipercepat (misalnya pada gerak jatuh bebas) adalah $F = m.a$. Dimana: F = gaya (newton); m = massa benda; dan a = percepatan yang dialami benda. Gaya yang bekerja pada benda yang jatuh bebas tidak lain adalah gaya berat benda itu sendiri, yaitu $W = m.g$. Sehingga:

$$F = W$$

$$m.a = m.g$$

$$a = g$$

Dari paparan di atas jelas bahwa percepatan yang menyebabkan benda dipercepat saat jatuh bebas adalah percepatan gravitasi, dan berat benda = gaya gravitasi terhadap benda yang besarnya sebanding dengan percepatan gravitasi. Di bumi, percepatan gravitasi bernilai besar sedangkan di ruang angkasa (pada bagian

terluar dari atmosfer) pengaruh gravitasi adalah nol. Dengan demikian di ruang angkasa berat benda juga sama dengan nol, tetapi tetap memiliki massa.

Karena perbedaan besar gaya gravitasi manusia yang terjun bebas di bumi sampai dengan cepat di tanah. Tetapi pada posisi tertentu di ruang angkasa astronot kehilangan bobot sehingga tampak melayang-layang karena gaya berat menjadi nol. Karena perbedaan karakteristik antara berat dan massa tersebut maka yang dijadikan besaran pokok adalah massa bukan berat.

Dalam praktik pengukuran, untuk mengukur berat suatu benda biasanya digunakan neraca pegas atau dinamometer yang berskala satuan Newton, sedangkan alat untuk mengukur massa digunakan antara lain: timbangan dacin, timbangan tuas, atau timbangan digital. Dengan memperhatikan prinsip kerja dinamometer dan alat menimbang massa, bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan bahwa "untuk benda yang sama maka hasil penimbangan di bumi akan berbeda dengan hasil penimbangan di bulan atau planet lainnya"? Untuk memastikan jawaban Anda, cermati perbedaan prinsip penggunaan neraca pegas (*dinamometer*) dan penggunaan neraca sama dengan dalam menimbang!

Untuk memperoleh pemahaman konsep pengukuran massa dan berat benda anda harus melakukan praktik menimbang dengan menggunakan alat timbang yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari, misalnya timbangan berat badan, alat timbangan dapur untuk membuat kue, timbangan tuas, dan sebagainya. Tugas anda berikutnya adalah melakukan penimbangan beberapa jenis benda; dan hasilnya dinyatakan dalam tabel berikut.

Tabel 1.8.
Mengukur Massa dan Berat Benda

No.	Nama Benda	Nama Alat Timbangan	Hasil Penimbangan	
			Sehari-hari	Dalam IPA
1.	Batu	.....	.....	.....
2.	Berat Badan Hasan	Timbangan Badan	32 kg	32 Newton
3.	1 liter air	.....	.....	.....
4.	Balok kayu	.....	.....	.....
5.	Buku	.....	.....	.....
6.	Sepatu	.....	.....	.....

b) *Menentukan Massa Jenis*

Sekarang anda perhatikan, ketika ada seorang anak kecil dapat mengangkat sekarung kerupuk. Sementara orang dewasa tidak dapat mengangkat sekarung pasir sendirian. Mengapa dapat berbeda ?

Besaran yang terkait dengan massa dan sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah massa jenis atau kerapatan (*density*) suatu zat. Massa jenis didefinisikan sebagai massa suatu benda dibagi volumenya. Simbol atau notasi ilmiah massa jenis adalah ρ (dibaca *rho*). Satuan massa jenis adalah satuan massa/satuan volume, misalnya kg/m^3 atau gr/cm^3 . Sangat sering kita dengar bahwa massa jenis air murni adalah 1. Coba Anda lengkapi satuan yang tepat untuk nilai 1 tersebut.

Pengukuran massa jenis merupakan lanjutan keterampilan mengukur massa dan volume. Alat yang diperlukan adalah timbangan, meteran pengukur panjang, dan gelas ukur. Pengukuran massa jenis dapat juga dikaitkan dengan penanaman konsep terapung, melayang, dan tenggelam suatu benda di dalam zat cair. Usahakan menggunakan neraca timbangan dengan ketelitian relatif tinggi (misalnya 1 mg). Setelah praktik pengukuran selesai, anda laporkan hasil pengukuran ke dalam bentuk tabel seperti contoh berikut.

Tabel 1.9.
Menentukan Massa Jenis

No.	Nama Benda	Volume	Massa	Massa Jenis (ρ)	
				kg/m^3	gr/cm^3
1.	Air murni (aquades)	1 liter	.....	.....	.....
2.	Air murni (aquades)	0,25 liter	.....	.....	.....
3.	Balok kayu	.....	.....	.....	.....
4.	Kelereng	.....	.....	.....	.....
5.	Bola pingpong	.....	.....	.....	.....
6.	Minyak kelapa	.....	.....	.....	.....

Dalam praktik pengukuran dengan menggunakan neraca timbangan, sangat perlu anda harus *mengnolkan penunjuk skala* sebelum penimbangan dilakukan.

Selain itu, pada saat menimbang massa dari zat cair jangan lupa anda harus terlebih dahulu menimbang bejana yang akan diisi dengan zat cair tersebut dalam keadaan kering.

3. Mengukur Besaran Waktu dan Besaran Turunannya

a) Mengukur Interval Waktu antar Kejadian

Menurut Sistem Internasional (SI) satuan waktu adalah detik atau sekon. Bagaimana satu detik didefinisikan telah dibahas pada bagian terdahulu. Dalam kehidupan sehari-hari satuan waktu kadang dinyatakan dalam menit, jam, hari, minggu, bulan, tahun dan seterusnya. Dengan memahami konsep waktu, hendaknya dimulai dari satuan waktu yang biasa digunakan serta dengan menggunakan alat ukur yang telah anda kenal. Alat ukur waktu yang bisa diperkenalkan dan dilatihkan penggunaannya antara lain jam tangan (arloji) dan *stopwatch*.

Mulailah dengan memahami konsep pengukur waktu (mulai dari jam matahari, jam pasir, jam tangan, hingga *stopwatch*). Kemudian pahami juga konversi waktu meliputi detik, menit, jam, hari, minggu dan seterusnya. Selanjutnya tugas anda adalah untuk mencatat interval waktu antara dua peristiwa. Peristiwa-peristiwa tersebut misalnya sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1.10
Mengukur waktu

No.	Peristiwa		Lamanya Waktu		
	Awal	Akhir	Dalam jam	Dalam menit	Dalam detik
1.	Berangkat dari rumah	Tiba di sekolah	0,5	30	.....
2.	Masuk ke kelas	Istirahat	.....	.....	.....
3.	Masuk setelah istirahat	Pulang sekolah	.....	.....	.....
4.	Lari dari garis <i>start</i>	Tiba di garis <i>finish</i>	.....	.....	.....
5.	Berjalan dari meja	Tiba di pintu	.....	.....	.....
6.	Benda jatuh dari tangan	Tiba di tanah	.....	.....	.....
7.	Melempar bola ke atas	Tiba di tanah	.....	.....	.....
8.	Pulang dari sekolah	Tiba di rumah	.....	.....	.....

b) Mengukur Kecepatan Benda

Kecepatan adalah besaran turunan yang terkait erat dengan besaran pokok waktu. *Besar kecepatan* rata-rata atau biasa disebut *laju* rata-rata, adalah jarak perpindahan dibagi waktu.

4. Mengukur Besaran Suhu

Pengukuran suhu dapat dimulai dengan memahami terlebih dahulu dengan benar pengertian suhu sebagai *derajat panas* suatu benda dan *bukan banyaknya energi panas* dari benda tersebut. Derajat panas kualitatif yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari, yaitu panas, hangat, dan dingin, sangat bersifat relatif.

Coba anda lakukan secara bergiliran untuk meraba kening teman-temannya di kelas. Kemudian masing-masing ditugaskan, meraba kening temannya yang lain. Mintalah mereka untuk melaporkan berapa banyak teman yang keningnya terasa panas, hangat, dan dingin menurut mereka. Adakah perbedaan dan persamaan hasil pengukurannya? Mungkin jawabannya bisa sama bisa juga berbeda, Nah, hasil observasi di antara teman tersebut, intinya, bahwa perabaan tangan tidak dapat dijadikan ukuran yang objektif untuk mengetahui derajat panas suatu benda.

Kemudian, anda diskusikan mana yang lebih panas (bersuhu tinggi) segelas air yang diambil dari air yang sedang mendidih bila dibandingkan dengan air yang terdapat dalam kolam pada tengah hari yang terik. Misalkan gelas berisi air panas disimpan di pinggir kolam tersebut. Jika didiamkan (ditunggu) selama 2 jam, mana yang masih hangat? Air dalam gelas atau air dalam kolam? Mana yang paling banyak menyimpan energi panas? Kemudian jelaskan perbedaan *suhu* benda dengan *energi panas* benda.

Sediakan tiga bejana (misalnya ember kecil berkapasitas 2 liter). Isi lah masing-masing bejana dengan air *hangat kuku* (kira-kira 40°C - 50°C), air biasa, dan air es. Kemudian, anda selama 30 detik pada waktu bersamaan meredam telapak tangan kanan dalam air hangat dan tangan kiri dalam air es. Kemudian secara serempak masukkan kedua telapak tangan yang telah diredam tadi ke dalam ember berisi air biasa. Apakah air biasa tersebut hangat atau dingin? Kegiatan yang anda lakukan ini membahas pentingnya alat yang dapat menyatakan derajat panas suatu benda dengan tepat dan objektif.

Kegiatan pengukuran suhu dalam pendidikan IPA dapat dilaksanakan dalam bentuk kegiatan observasi. Misalnya, dengan menggunakan termometer anda dapat mengukur suhu badan, suhu ruangan, suhu air, suhu es, suhu es bercampur garam, suhu air selama proses pendidihan dan suhu air selama proses pendinginan. Hasil

pengukuran suhu tersebut kemudian anda konversikan ke dalam skala suhu lainnya dan dilaporkan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 1.11
Hasil Pengukuran Suhu Benda

No.	Nama Benda	Suhu Benda			
		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{R}$	$^{\circ}\text{F}$	K
1.	Ruangan kelas				
2.	Badan				
3.	Udara dalam tas				
4.	Tanah pada kedalaman 10 cm				
5.	Air kolam				
6.	Es				
7.	Air es				
8.	Air es campur garam				

Rangkuman

Dalam ilmu fisika, pengukuran dilakukan dengan membandingkan nilai besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang dipakai sebagai satuan. Pengukuran menyangkut dua hal, yaitu besaran dan satuan. Ke dua hal itu dapat dipahami dengan melakukan pengukuran.

Besaran (*quantity*) adalah suatu yang dapat diukur atau dinyatakan dengan angka. Besaran dapat dibedakan antara besaran yang dapat diukur langsung dengan alat dengan besaran yang tidak dapat diukur secara langsung dengan alat. Dalam kehidupan sehari-hari banyak kita jumpai besaran. Contohnya: panjang, masa, waktu, suhu, berat, kecepatan, gaya, energi, dan usaha. Besaran tersebut dikelompokkan menjadi besaran pokok dan besaran turunan.

Badan internasional yang mengatur sistem pengukuran besaran (IBWM, *International Bureau of Weights and Measures*) telah menetapkan tujuh besaran

pokok yaitu: panjang (meter), massa (kilogram), waktu (sekon), suhu (Kelvin), kuat arus (Ampere), intensitas cahaya (candela), dan jumlah zat (mol). Empat jenis besaran pokok diantaranya sering ditemukan dalam keseharian maupun dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Ke empat besaran tersebut adalah panjang, massa, waktu, dan suhu.

Tes Formatif 1

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Tingkat ketelitian hasil pengukuran bisa menjadi bervariasi dan bersifat relatif, alasannya adalah
 - A. posisi mata atau posisi alat ukur yang tidak tepat pada objek benda yang diukur
 - B. alat ukur yang digunakan terkadang tidak memenuhi standar internasional
 - C. posisi mata atau posisi alat ukur sejajar dengan objek benda yang diukur
 - D. tergantung kepada besarnya bentangan seluruh permukaan benda yang diukur
2. Pernyataan yang berikut ini benar, *kecuali*.....
 - A. besaran turunan diperoleh melalui perhitungan
 - B. besaran turunan berasal dari besaran pokok
 - C. besaran pokok diperoleh melalui pengukuran
 - D. besaran pokok diperoleh melalui perhitungan
3. Di bawah ini yang merupakan satuan besaran pokok adalah
 - A. kilogram, meter, sekon
 - B. meter, watt, sekon
 - C. newton, kilogram kelvin
 - D. sekon, joule, meter kubik
4. Alat ukur yang dapat digunakan mengukur ketebalan kertas adalah.....
 - A. mistar
 - B. jangka sorong
 - C. mikrometer skrup
 - D. meteran

5. Pengukuran volume benda yang geometrisnya tidak beraturan sebaiknya

 - A. Mempergunakan meteran standar
 - B. mempergunakan gelas ukur yang diisi air
 - C. mempergunakan diagram anak tangga
 - D. mengalikan luas alas bangun dengan salah satu sisinya

6. Setelah balok diukur diperoleh masa 160 g dan volumenya 200 cm^3 , maka masa jenis kayu tersebut adalah

 - A. $0,8 \text{ g/cm}^3$
 - B. 8 g/cm^3
 - C. 80 kg/cm^3
 - D. 360 g/cm^3

7. Mengukur pada fisika pada dasarnya adalah

 - A. menghitung
 - B. membandingkan
 - C. mendefinidikan
 - D. menurunkan

8. Pernyataan yang benar di bawah ini adalah

 - A. masa dan berat selalu sama
 - B. masa dan berat bisa berubah
 - C. masa benda selalu tetap, sedangkan beratnya bisa berubah
 - D. masa benda bisa berubah, sedangkan beratnya tidak berubah

9. Astronot di luar angkasa terlihat melayang-layang, hal ini terjadi karena....

 - A. Percepatan yang menyebabkan benda dipercepat sangat besar
 - B. Percepatan yang menyebabkan benda dipercepat konstan
 - C. Berat benda sama dengan nol, tetapi masa berubah
 - D. Gaya berat di luar angkasa adalah nol

10. Luas dan volume diturunkan dari besaran panjang, alasannya

 - A. Luas sama dengan panjang dikalikan dengan lebar
 - B. Satuan luas dan volume menyangkut panjang
 - C. Panjang termasuk kepada besaran turunan
 - D. Volume ditetapkan berdasarkan satuan besaran pokok

Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat pada bagian akhir unit ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar. Gunakanlah rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Subunit 1.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

90 – 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 – 79% = cukup

< 70% = kurang

Bila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat melanjutkan dengan Subunit 2. **Selamat untuk Anda !** Tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mempelajari kembali Subunit 1 terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Subunit 2

Gerak

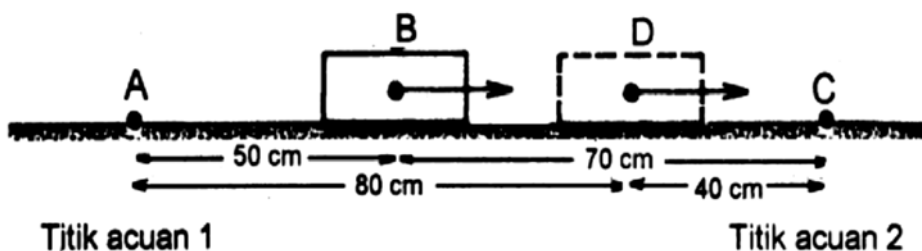
Pengantar

Dalam ilmu fisika, gerak benda, mulai gerak kelereng sampai gerak rotasi planet ataupun gerak buah apel yang jatuh dari pohonnya sampai gerak bom dan gerak roket yang ditembakkan dari peluncurnya dipelajari dalam cabang ilmu fisika yang disebut dengan *mekanika* (atau dikenal dengan istilah mekanika klasik). Secara umum Mekanika dibagi dalam dua pokok bahasan, yaitu *dinamika*, yang mempelajari gerak benda dan penyebab benda itu bergerak, dan *kinematika* yang hanya mempelajari gerak benda saja dan tidak perlu diketahui penyebab dari gerak benda. Ilmu Kinematika mempelajari bagaimana sebuah benda bergerak, hal ini biasanya melibatkan besaran-besaran seperti jarak, perpindahan, kecepatan, percepatan, bentuk lintasan. Gerak lurus adalah gerak benda yang lintasannya berbentuk garis lurus.

Namun demikian kadangkala benda yang nampaknya bergerak tidak lurus sesungguhnya bergerak lurus jika kita lihat gerak benda dari titik pusat massanya, contoh berikut merupakan bentuk dari kasus ini berikut dimana seorang pesenam lantai melakukan salto berulang. Gerak titik pusat massanya sesungguhnya bergerak lurus, meskipun bagian-bagian tubuhnya mungkin bergerak melingkar atau lebih kompleks.

A. Konsep Dasar pada Gerak

Pemahaman konsep gerak dapat anda perhatikan contoh kejadian berikut ini :



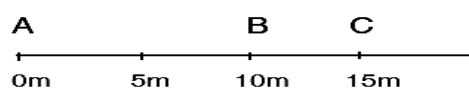
Gambar 1.6.
Gerak balok dari B ke D

Gambar di atas memperlihatkan balok di titik B, yang letaknya di antara titik A dan C yang berada dalam satu garis. Jarak $AB = 50$ cm, sedangkan jarak $CB = 70$ cm. Bila kita amati, ternyata jarak balok tersebut dengan titik A maupun titik C tidak berubah, artinya benda yang demikian disebut Diam. Ketika balok itu ditarik perlahan selama 4 sekon ke arah titik C, dan berhenti di titik D, sehingga jarak AD menjadi 80 cm, dan jarak DC menjadi 40 cm. Selama balok itu ditarik menuju ke titik D, dikatakan balok itu bergerak, mengapa ? benar, karena benda tersebut mengalami perpindahan kedudukan / tempat.

1. Perpindahan dan Jarak

Untuk memahami perpindahan dan jarak, sebaiknya anda perhatikan contoh ilustrasi berikut ini: Dalam suatu kegiatan yang dilakukan oleh sekelompok mahasiswa menuju sebuah bukit dengan lintasan yang ditempuh tiga rombongan mahasiswa dari kampus sebagai posisi awal menuju ke sebuah bukit sebagai tujuan akhir dengan rute yang berbeda. Dari ilustrasi tersebut anda bisa memahami konsep jarak dengan perpindahan sebagai berikut: *Jarak* dari kampus ke bukit adalah seluruh lintasan yang dilewati rombongan. Jarak yang ditempuh masing-masing rombongan dapat berbeda, rombongan I mungkin menempuh jarak lebih dekat dibanding rombongan II dan III. Akan tetapi *perpindahan* adalah jarak dari titik (posisi) akhir ke titik (posisi) awal saja, tidak peduli bentuk lintasannya seperti apa (garis lurus atau bukan). Sehingga perpindahan rombongan I, II maupun III sama jauhnya.

Contoh lain, bayangkan Anda berada di pinggir jalan lurus dan panjang. Posisi Anda saat itu di titik A.



Gambar 1.7.
Posisi benda pada lintasan lurus

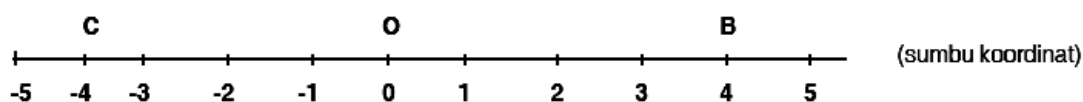
Dari A, Anda berjalan menuju C melalui B. Sesampainya Anda di C, Anda membalik dan kembali berjalan lalu berhenti di B. Pada peristiwa di atas, berapa jauhkah jarak yang Anda tempuh; berapa pula perpindahan Anda? Sekarang, menurut Anda samakah pengertian jarak dengan perpindahan?

Dalam kehidupan sehari-hari kata jarak dan perpindahan digunakan untuk arti yang sama. Dalam Fisika kedua kata itu memiliki arti yang berbeda. Namun sebelum kita membahas hal ini, kita pelajari dulu apa yang dimaksud dengan gerak. Seorang teman Anda berdiri di pinggir jalan, tampak mobil bergerak ke kanan menjauhi anak

tersebut. Andaikan Anda berada di dalam mobil yang bergerak meninggalkan teman Anda. Dari waktu ke waktu teman Anda yang berdiri di sisi jalan itu semakin tertinggal di belakang mobil. Artinya posisi Anda dan teman Anda berubah setiap saat seiring dengan gerakan mobil menjauhi teman Anda itu. "Suatu benda dikatakan bergerak bila posisinya setiap saat berubah terhadap suatu acuan tertentu."

Apakah Anda bergerak? Ya, bila acuannya teman Anda atau pepohonan di pinggir jalan. Anda diam bila acuan yang diambil adalah mobil yang Anda tumpangi. Mengapa? Sebab selama perjalanan posisi Anda dan mobil tidak berubah. Jadi, suatu benda dapat bergerak sekaligus diam tergantung acuan yang kita ambil. Dalam Fisika gerak bersifat relatif, bergantung pada acuan yang dipilih. Dengan mengingat hal ini, cobalah Anda cermati uraian di bawah ini.

Sebuah bola digulirkan pada sebuah bidang datar lurus. Posisi bola setiap saat diwakili oleh garis berskala seperti pada Gambar 1.8.

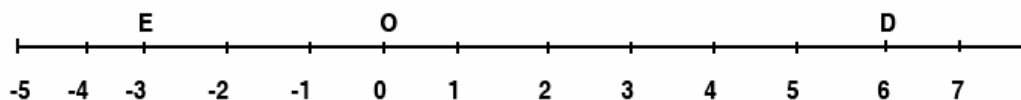


Gambar 1.8.
Posisi 2 bola bergulir

Andaikan ada 2 bola yang digulirkan dari 0. Bola 1 digulirkan ke kanan dan berhenti di B. Bola 2 digulirkan ke kiri dan berhenti di C. Anda lihat pada gambar 2.3, bahwa panjang lintasan yang ditempuh oleh kedua bola sama, yaitu sama-sama 4 satuan. Namun bila diperhatikan arah gerakannya, kedua bola berpindah posisi ke arah yang berlawanan. Bola 1 berpindah ke sebelah kanan O, sedangkan bola 2 ke sebelah kiri O.

Panjang lintasan yang ditempuh disebut jarak, sedangkan perpindahan diartikan sebagai perubahan posisi benda dari keadaan awal ke keadaan akhirnya. Jarak tidak mempersoalkan ke arah mana benda bergerak, sebaliknya perpindahan tidak mempersoalkan bagaimana lintasan suatu benda yang bergerak. Perpindahan hanya mempersoalkan kedudukan, awal dan akhir benda itu.

Jarak adalah besaran skala, sedangkan perpindahan adalah vektor. Dua benda dapat saja menempuh jarak (= panjang lintasan) yang sama namun mengalami perpindahan yang berbeda seperti pada contoh ini. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa jarak merupakan besar perpindahan. Bila kemudian ada bola ke 3 bergerak dari O ke kanan, sampai di D lalu membalik bergerak ke kiri melewati O lalu berhenti di E seperti pada Gambar 1.9 bagaimanakah dengan jarak dan perpindahannya?



Gambar 1.9.
Posisi 3 bola bergulir

Jarak yang ditempuh bola adalah panjang lintasan $ODE = OD + DE$. Jadi $s = 6 + 9 = 15$ satuan. Perpindahan bola adalah OE (kedudukan awal bola di O , kedudukan akhirnya di E). Jadi $\Delta s = -3$ satuan.

Perhatikan tanda minus pada Δs . Hal itu menunjukkan arah perpindahan bola ke kiri dari titik acuan. Perlu dicatat pula bahwa dalam contoh di atas perbedaan antara jarak dan perpindahan ditandai baik oleh ada atau tidaknya “arah”, tapi juga oleh “besar” kedua besaran itu (jarak = 15 satuan, perpindahan = 3 satuan). Mungkinkah jarak yang ditempuh oleh suatu benda sama dengan besar perpindahannya? Untuk benda yang bergerak ke satu arah tertentu, maka jarak yang ditempuh benda sama dengan besar perpindahannya. Misalnya bila benda bergerak lurus ke kanan sejauh 5 m, maka baik jarak maupun besar perpin-dahannya sama-sama 5 m.

Jarak yang ditempuh bola adalah panjang lintasan $ODE = OD + DE$. Jadi $s = 6 + 9 = 15$ satuan. Perpindahan bola adalah OE (kedudukan awal bola di O , kedudukan akhirnya di E). Jadi $\Delta s = -3$ satuan. Perhatikan tanda minus pada Δs . Hal itu menunjukkan arah perpindahan bola ke kiri dari titik acuan. Perlu dicatat pula bahwa dalam contoh di atas perbedaan antara jarak dan perpindahan ditandai baik oleh ada atau tidaknya “arah”, tapi juga oleh “besar” kedua besaran itu (jarak = 15 satuan, perpindahan = 3 satuan). Mungkinkah jarak yang ditempuh oleh suatu benda sama dengan besar perpindahannya? Untuk benda yang bergerak ke satu arah tertentu, maka jarak yang ditempuh benda sama dengan besar perpindahannya. Misalnya bila benda bergerak lurus ke kanan sejauh 5 m, maka baik jarak maupun perpindahannya sama-sama 5 m.

2. Kelajuan dan Kecepatan Rata-rata

Kelajuan merupakan besaran skalar, sedangkan kecepatan adalah vektor. Kelajuan adalah jarak yang ditempuh suatu benda dibagi selang waktu atau waktu untuk menempuh jarak itu, sedangkan kecepatan adalah perpindahan suatu benda dibagi selang waktu untuk menempuhnya. Dalam bentuk persamaan, keduanya dapat dituliskan:

Laju rata-rata

$$\bar{v} = \frac{s}{\Delta t}$$

Keterangan:

\bar{v} = kelajuan rata-rata benda (m/s)

s = jarak yang ditempuh benda (m)

Δs = perpindahan benda (m)

Δt = waktu tempuh (s)

Kecepatan rata-rata

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Dalam kehidupan sehari-hari, kelajuan maupun kecepatan senantiasa berubah-ubah karena berbagai sebab. Misalnya jalanan yang tidak rata. Oleh karenanya kita dapat mengartikan kelajuan dan kecepatan pada dua persamaan di atas sebagai kelajuan rata-rata dan kecepatan rata-rata. Kecepatan rata-rata (v rata-rata) adalah sebuah besaran fisika yang menunjukkan perpindahan posisi benda tiap selang waktu :

$$v_{\text{rata-rata}} = \frac{\text{Perpindahan}}{\text{Waktu}} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

Kecepatan rata-rata ini tidak menggambarkan kecepatan benda pada suatu posisi atau pada t tertentu, namun hanya menunjukkan kecepatan rata-rata benda selama selang waktu Δt tersebut, jadi kecepatan rata-rata hanya menunjukkan rata-rata kecepatan yang ditempuh benda dari satu posisi ke posisi lain tanpa bisa memberikan rincian kecepatan yang dialami benda selama perjalanannya.

3. Kecepatan Sesaat

Kecepatan rata-rata menunjukkan kecepatan benda dalam suatu lintasan tertentu atau selang waktu tertentu, tapi tidak memberikan kecepatan pada satu titik tertentu atau pada posisi tertentu. Kecepatan pada suatu posisi tertentu ditunjukkan oleh kecepatan sesaat. Kecepatan sesaat dapat diperoleh dari definisi kecepatan rata-rata namun dengan membuat selang waktu Δt sangat kecil sehingga menuju nol dengan demikian :

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{dr}{dt}$$

yaitu turunan (derivasi) pertama terhadap waktu dari perpindahan.

Perhitungan kecepatan sesaat selain menggunakan prinsip *derivasi* dari persamaan matematika tentang gerak, juga dapat menggunakan rumus-rumus sederhana sebagai-mana akan dibahas kemudian.

4. Perlajuan dan Percepatan rata-rata

Seperti disinggung pada uraian sebelumnya sulit bagi benda-benda untuk mempertahankan dirinya agar memiliki kelajuan yang tetap dari waktu ke waktu.

Umumnya kelajuan benda selalu berubah-ubah. Perubahan kelajuan benda dibagi waktu perubahan disebut perlajuan. Persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

atau

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

a = perlajuan rata-rata (m/s^2)
 v_1 = kelajuan mula-mula (m/s)
 v_2 = kelajuan akhir (m/s)
 Δt = selang waktu (t)

Istilah perlajuan ini jarang digunakan. Seringnya digunakan istilah percepatan. Percepatan diartikan sebagai perubahan kecepatan benda dibagi waktu perubahannya.

Persamaannya ditulis:

$$\bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t}$$

$$\bar{a} = \frac{\bar{v}_2 - \bar{v}_1}{\Delta t}$$

\bar{a} = percepatan rata-rata (m/s^2)
 \bar{v}_1 = kecepatan mula-mula (m/s)
 \bar{v}_2 = kecepatan akhir (m/s)
 Δt = selang waktu (t)

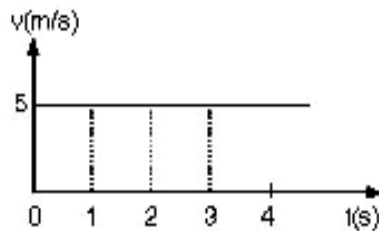
a. Gerak Lurus

Menurut bentuk lintasannya gerak dibagi menjadi beberapa jenis penting, seperti gerak melingkar (misal gerak jarum jam), gerak parabola (misal gerak batu yang dilempar miring ke atas), dan gerak lurus (misal buah mangga jatuh dari tangkai). Dalam banyak kasus sebuah benda dapat bergerak lurus sekaligus bergerak melingkar. Dari ketiga jenis gerak tersebut, gerak lurus adalah gerak yang lintasannya paling sederhana, sedangkan gerak parabolik dan melingkar merupakan gabungan dari dua gerak lurus, seperti yang akan kita pelajari nanti pada fisika lanjutan.

Untuk kemudahan, secara umum gerak lurus dibagi dalam dua kategori, yaitu gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Gerak lurus berubah beraturan memiliki bermacam variasi seperti GLBB dipercepat seperti mobil yang memacu mobilnya pada saat-saat awal, dan GLBB diperlambat, seperti kereta yang hendak menghentikan geraknya. Variasi GLBB lainnya adalah gerak vertikal ke atas (GVA) contohnya adalah benda yang di lempar ke atas tegak lurus permukaan bumi, gerak vertikal ke bawah (GVB), yaitu benda yang di lempar lurus menuju bumi dan gerak jatuh bebas (GJB) seperti apel yang jatuh dari pohonnya.

1) Gerak Lurus Beraturan (GLB)

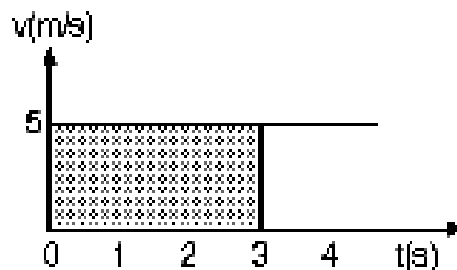
Gerak lurus beraturan (GLB) adalah gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan kecepatan tetap. Untuk lebih memahaminya, perhatikan grafik berikut.



Gambar 1.10.
Grafik kecepatan glb terhadap waktu

Grafik di atas menyatakan hubungan antara kecepatan (v) dan waktu tempuh (t) suatu benda yang bergerak lurus. Berdasarkan grafik tersebut cobalah Anda tentukan berapa besar kecepatan benda pada saat $t = 0$ s, $t = 1$ s, $t = 2$ s, $t = 3$ s? Ya!, Anda benar! Tampak dari grafik, kecepatan benda sama dari waktu ke waktu yakni 5 m/s.

Semua benda yang bergerak lurus beraturan akan memiliki grafik $v - t$ yang bentuknya seperti Gambar 2.5 itu. Sekarang, dapatkah Anda menghitung berapa jarak yang ditempuh oleh benda dalam waktu 3 s? Anda dapat menghitung jarak yang ditempuh oleh benda tersebut dengan cara menghitung luas daerah di bawah kurva bila diketahui grafik ($v - t$)



Gambar 1.11.
Luas daerah di bawah kurva

Cara menghitung jarak pada GLB. Jarak yang ditempuh = luas daerah yang diarsir pada grafik $v - t$. Tentu saja satuan jarak adalah satuan panjang, bukan satuan luas. Dari gambar di atas, jarak yang ditempuh benda = 15 m.

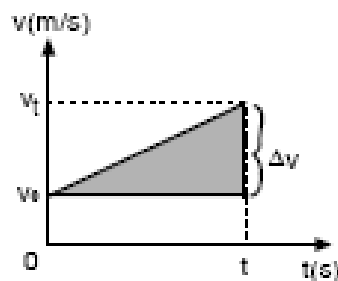
Cara lain menghitung jarak tempuh adalah dengan menggunakan persamaan GLB. Telah Anda ketahui bahwa kecepatan pada GLB dirumuskan: $v = s/t$; atau $s =$

v t; dimana s = jarak tempuh (m) ; v = kecepatan (m/s); t = waktu tempuh (s). Dari gambar 2.6, $v = 5$ m/s, sedangkan $t = 3$ s, sehingga jarak yang ditempuh: $s = v.t = 5 \times 3 = 15$ m.

2) Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Jadi, ciri utama GLBB adalah bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lama semakin cepat. Dengan kata lain gerak benda dipercepat. Namun demikian, GLBB juga dapat berarti bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lambat hingga akhirnya berhenti. Dalam hal ini benda mengalami perlambatan tetap. Dalam modul ini, kita tidak menggunakan istilah perlambatan untuk gerak benda diperlambat. Kita tetap saja menamakannya percepatan, hanya saja nilainya negatif. Jadi perlambatan sama dengan percepatan negatif.

Contoh sehari-hari GLBB dipercepat adalah peristiwa jatuh bebas. Jatuh bebas adalah benda jatuh dari ketinggian tertentu dengan kecepatan awal sama dengan nol. Semakin lama benda bergerak semakin cepat. Kini, perhatikanlah Gambar 1.12 di bawah yang menyatakan hubungan antara kecepatan (v) dan waktu (t) sebuah benda yang bergerak lurus berubah beraturan dipercepat.



Gambar 1.12.

Grafik $v - t$ untuk GLBB dipercepat.

Dari grafik di atas kita dapatkan tiga rumus (persamaan) untuk mengetahui hubungan besaran-besaran mekanik dalam glbb yaitu:

1. Persamaan kecepatan sebagai fungsi waktu : $v_t = v_0 + a.t$
2. Persamaan jarak sebagai fungsi waktu: $s = v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2$
3. Persamaan kecepatan sebagai fungsi jarak: $v_t^2 = v_0^2 + 2as$

v_0 = kecepatan awal (m/s)

v_t = kecepatan pada waktu t (m/s)

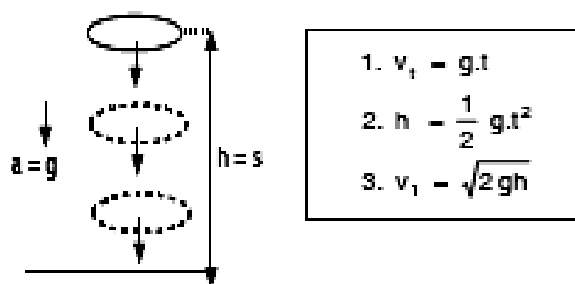
t = waktu (s)

a = percepatan (m/s^2)

3) Jatuh Bebas

Bila dua buah benda yang berbeda beratnya (misalnya bola basket dan kelereng) dijatuhkan tanpa kecepatan awal dari ketinggian yang sama dalam waktu yang sama, benda manakah yang sampai di tanah duluan? Peristiwa jatuhnya benda tanpa kecepatan awal dalam Fisika disebut sebagai jatuh bebas, yakni gerak lurus berubah beraturan pada lintasan vertikal tanpa kecepatan awal ($v_0 = \text{nol}$). Semakin ke bawah gerak benda semakin cepat karena dipercepat oleh percepatan gravitasi. Percepatan yang dialami oleh setiap benda jatuh bebas selalu sama, yakni sama dengan *percepatan gravitasi bumi* (jika peristiwa jatuh terjadi di planet bumi). Anda sudah ketahui bahwa percepatan gravitasi bumi itu besarnya $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ dan sering dibulatkan menjadi 10 m/s^2 .

Pada jatuh bebas ketiga persamaan GLBB dipercepat yang kita bicarakan pada kegiatan sebelumnya tetap berlaku, hanya saja v_0 kita hilangkan dari persamaan karena harganya nol dan lambang s pada persamaan-persamaan tersebut kita ganti dengan h yang menyatakan



ketinggian dan a kita ganti dengan g sebagai percepatan gravitasi. Dengan demikian persamaan gerak jatuh bebas adalah:

Dari persamaan 2 diperoleh

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Dari persamaan waktu jatuh, terlihat bahwa waktu jatuh benda bebas hanya dipengaruhi oleh dua faktor yaitu $h =$ ketinggian dan $g =$ percepatan gravitasi bumi. Jadi berat dan besaran-besaran lain tidak mempengaruhi waktu jatuh. Artinya meskipun berbeda beratnya, dua benda yang jatuh dari ketinggian yang sama di tempat yang sama akan jatuh dalam waktu yang bersamaan.

Dalam kehidupan kita sehari-hari mungkin kejadiannya lain. Benda yang berbeda beratnya, akan jatuh dalam waktu yang tidak bersamaan. Hal ini dapat terjadi karena adanya gesekan udara. Percobaan di dalam tabung hampa udara

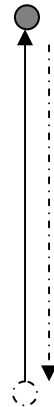
membuktikan bahwa sehelai bulu ayam dan satu buah koin jatuh dalam waktu bersamaan.

4) Gerak Vertikal Ke Atas

Lemparkan bola vertikal ke atas, amati gerakannya. Bagaimana kecepatan bola dari waktu ke waktu!

Selama bola bergerak ke atas, gerakan bola melawan gaya gravitasi yang menariknya ke bumi. Akhirnya bola bergerak diperlambat. Akhirnya setelah mencapai ketinggian tertentu yang disebut tinggi maksimum, bola tak dapat naik lagi. Pada saat ini kecepatan bola nol.

Oleh karena tarikan gaya gravitasi bumi tak pernah berhenti bekerja pada bola, menyebabkan bola bergerak turun. Pada saat ini bola mengalami jatuh bebas, bergerak turun dipercepat.



Jadi bola mengalami dua fase gerakan. Saat bergerak ke atas bola bergerak GLBB diperlambat ($a = g$) dengan kecepatan awal tertentu lalu setelah mencapai tinggi maksimum bola jatuh bebas yang merupakan GLBB dipercepat dengan kecepatan awal nol. Dalam hal ini berlaku persamaan-persamaan GLBB yang telah kita pelajari pada kegiatan lalu.

Pada saat benda bergerak naik berlaku persamaan :

1. Kecepatan benda pada waktu t : $v = v_0 - g.t$
2. Tinggi yang dicapai benda pada saat t : $h = v_0.t - \frac{1}{2} g.t^2$
3. Kecepatan pada ketinggian h : $v_t^2 = v_0^2 - 2g.h$

v_0 = kecepatan awal (m/s); g = percepatan gravitasi (m/s²)

t = waktu (s); v_t = kecepatan akhir (m/s); h = ketinggian (m)

Sedangkan pada saat jatuh bebas berlaku persamaan-persamaan gerak jatuh bebas yang sudah kita pelajari pada kegiatan lalu.

5) Gerak Vertikal Ke Bawah

Berbeda dengan jatuh bebas, gerak vertikal ke bawah yang dimaksudkan adalah gerak benda-benda yang dilemparkan vertikal ke bawah dengan kecepatan awal tertentu. Jadi seperti gerak vertikal ke atas hanya saja arahnya ke bawah. Sehingga persamaan persamaannya sama dengan persamaan-persamaan pada gerak vertikal ke atas, kecuali tanda negatif pada persamaan-persamaan gerak vertikal ke atas diganti dengan tanda positif. Sebab gerak vertikal ke bawah adalah GLBB yang dipercepat dengan percepatan yang sama untuk setiap benda yakni g .

Pada saat benda bergerak turun berlaku persamaan :

1. Kecepatan benda pada waktu t : $v = v_0 + g.t$
2. Tinggi yang dicapai benda pada saat t : $h = v_0.t + \frac{1}{2} g.t^2$
3. Kecepatan pada ketinggian h : $v_t^2 = v_0^2 + 2g.h$
 v_0 = kecepatan awal (m/s)
 g = percepatan gravitasi (m/s²)
 t = waktu (s)
 v_t = kecepatan akhir (m/s)
 h = ketinggian (m)

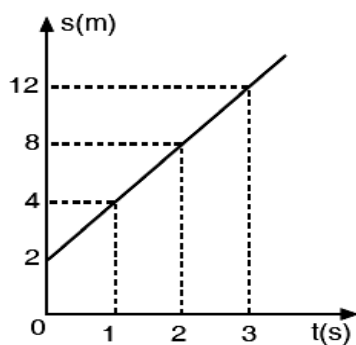
Dapat disimpulkan bahwa gerak vertikal ke bawah ini sama dengan gerak GLBB pada arah mendatar. Beda antara keduanya adalah bahwa pada gerak vertikal ke bawah benda selalu dipercepat, sedangkan gerak GLBB pada arah mendatar dapat pula diperlambat.

Latihan

Untuk mengetahui pemahaman Anda terhadap materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Budi berlari ke timur sejauh 20 m selama 6 s lalu balik ke barat sejauh 8 m dalam waktu 4 s. Hitung kelajuan rata-rata dan kecepatan rata-rata Budi !
2. Adam berlari di jalan lurus dengan kelajuan 4 m/s dalam waktu 5 menit, lalu berhenti selama 1 menit untuk kemudian melanjutkan larinya. Kali ini dengan kelajuan 5 m/s selama 4 menit. Berapakah kelajuan rata-rata Adam?
3. Amri lari pagi mengelilingi lapangan berbentuk empat persegi panjang dengan panjang 10 m dan lebar 5 m. Setelah melakukan tepat 10 putaran dalam waktu 1 menit, Amri berhenti. Tentukan:
 - a. Jarak yang ditempuh Amri.
 - b. Perpindahan Amri.
 - c. Kelajuan rata-rata Amri.
 - d. Kecepatan rata-rata Amri.
4. Sebuah perahu didayung sehingga melaju dengan percepatan tetap 2 m/s². Bila perahu bergerak dari keadaan diam, tentukan kecepatan perahu setelah perahu bergerak selama:
 - a. 1 s
 - b. 2 s
 - c. 3 s

5. Bagaimana bila dalam contoh 1, perahu sudah melaju dengan kecepatan 3 m/s sebelum didayung?
6. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan tetap 36 km/jam. Berapa meterkah jarak yang ditempuh mobil itu setelah bergerak 10 menit?
7. Gerak sebuah benda yang melakukan GLB diwakili oleh grafik s - t di bawah. Berdasarkan grafik tersebut, hitunglah jarak yang ditempuh oleh benda itu dalam waktu:
 - a. 3 s
 - b. 10 s



8. Benda yang semula diam didorong sehingga bergerak dengan percepatan tetap 3 m/s^2 . Berapakah besar kecepatan benda itu setelah bergerak 5 s?
9. Mobil yang semula bergerak lurus dengan kecepatan 5 m/s berubah menjadi 10 m/s dalam waktu 6 s. Bila mobil itu mengalami percepatan tetap, berapakah jarak yang ditempuh dalam selang waktu 4 s itu?
10. Dari salah satu bagian gedung yang tingginya 20 m, dua buah batu dijatuhkan secara berurutan. Massa kedua batu masing-masing $\frac{1}{2} \text{ kg}$ dan 5 kg. Bila percepatan gravitasi bumi di tempat itu $g = 10 \text{ m/s}^2$, tentukan waktu jatuh untuk kedua batu itu (Abaikan gesekan udara)
11. Seekor monyet menjatuhkan buah durian dari pohonnya ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Dari ketinggian berapa buah itu dijatuhkan bila dalam 1,5 s buah itu sampai di tanah? Berapa kecepatan durian itu, 1 s sejak dijatuhkan?
12. Berapa tinggi maksimum yang dicapai oleh benda yang dilemparkan vertikal ke atas dengan kecepatan awal 5 m/s? Anggap percepatan gravitasi bumi $g = 10 \text{ m/s}^2$!
13. Sebuah bola dilemparkan vertikal dengan kecepatan 10 m/s dari atas bangunan bertingkat ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Bila tinggi bangunan itu 40 m, hitunglah:
 - a. kecepatan benda 1,5 s setelah dilemparkan.
 - b. Waktu untuk mencapai tanah.
 - c. Kecepatan benda saat sampai di tanah.

Pedoman Jawaban Latihan

Setelah Anda menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, Anda dapat mencocokkan hasil jawaban Anda dengan pedoman di bawah ini.

1. Jawab :

Kelajuan rata-rata

$$\begin{aligned}v &= \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} \\v &= \frac{20 + 8}{6 + 4} = \frac{28}{10} \\&= 2,8 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Kecepatan rata-rata (anggap perpindahan ke Timur bernilai positif, ke Barat negatif).

$$\begin{aligned}\bar{v} &= \frac{\Delta s}{\Delta t} \\&= \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} \\&= \frac{20 - 8}{8 + 4} = \frac{12}{12} \\&= 1 \text{ m/s}\end{aligned}$$

2. Jawab :

$$s_1 = 4 \text{ m/s} \times 5 \text{ menit} \times 60 \text{ s/menit} = 1.200 \text{ m.}$$

$$s_2 = 5 \text{ m/s} \times 4 \text{ menit} \times 60 \text{ s/menit} = 1.200 \text{ m.}$$

Jarak total yang ditempuh Adam: $s = s_1 + s_2 = 2.400 \text{ m}$. Sedangkan waktu berlari

$$\text{Adam: } t = 5 \text{ menit} + 1 \text{ menit} + 5 \text{ menit} = 10 \text{ menit} = 10 \text{ menit} \times 60 \text{ s/menit} = 600 \text{ s}$$

Perhatikan, waktu istirahat 1 menit dimasukkan dalam perhitungan.

Kelajuan rata-rata Adam berlari:

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{s_1 + s_2}{\Delta t} \\
 &= \frac{2.400}{600} \\
 &= 4 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

3. Jawab :

Terlebih dahulu kita ubah satuan dari besaran-besaran yang diketahui.

$$p = 10 \text{ m}; l = 5 \text{ m}$$

1 putaran = keliling empat persegi panjang

$$= 2 \times (p + l) = 2 \times (10 + 5) = 30 \text{ m}$$

$$\Delta t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ s.}$$

a. Jarak yang ditempuh Amri: $s = 10 \text{ putaran} = 10 \times 30 = 300 \text{ m}$

b. Perpindahan Amri: $\Delta s = \text{nol}$, sebab Amri berlari tepat 10 putaran, sehingga posisi awal Amri = posisi akhirnya.

c. Kelajuan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{s}{\Delta t} \\
 &= \frac{300}{60} \\
 &= 5 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

d. Kecepatan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 \bar{v} &= \frac{\Delta s}{\Delta t} \\
 &= \frac{0}{60} \\
 &= \text{nol}
 \end{aligned}$$

4. Jawab :

a) 1 s, kecepatan perahu = 2 m/s

b) 2 s, kecepatan perahu = 4 m/s

c) 3 s, kecepatan perahu = 6 m/s

Bagaimana bila dalam contoh 1, perahu sudah melaju dengan kecepatan 3 m/s sebelum didayung?

5. Jawab :

Tidak masalah! Sebab percepatan tidak bergantung kecepatan awal benda.

Setelah bergerak:

- a) 1 s, kecepatan perahu menjadi $= 3 + 2 = 5$ m/s
- b) 2 s, kecepatan perahu menjadi $= 5 + 2 = 7$ m/s
- c) 3 s, kecepatan perahu menjadi $= 7 + 2 = 9$ m/s

6. Jawab :

Anda ubah dulu satuan-satuan dari besaran yang diketahui ke dalam sistem satuan SI.

Diketahui:

$$v = 36 \text{ km/jam} = 10 \text{ m/s}$$

$$t = 10 \text{ menit} = 600\text{s}$$

$$s = v.t = 10 \times 600 = 6.000 \text{ m} = 6 \text{ km}$$

7. Penyelesaian :

Diketahui: $s_0 = 2$ m; $v = 4$ m/s

Ditanya:

- a. Jarak yang ditempuh benda pada saat $t = 3$ s.
- b. Jarak yang ditempuh benda pada saat $t = 10$ s.

Jawab:

a. $s(t) = s_0 + v t$ maka untuk $s_{(3\text{s})} = 2 + 4 \times 3 = 14$ m

b. $s(t) = s_0 + v t$ maka untuk $s_{(10\text{s})} = 2 + 4 \times 10 = 42$ m

8. Penyelesaian :

Diketahui:

$$v_0 = 0$$

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$t = 5 \text{ s}$$

Ditanya : $v_t = ?$

Jawab :

$$v_t = v_0 + a.t$$

$$= 0 + 3.5$$

$$= 15 \text{ m/s}$$

9. Penyelesaian:

Diketahui : $v_0 = 5$ m/s; $v_t = 10$ m/s; $t = 4$ s

Ditanya : $s = ?$

Untuk dapat menghitung jarak kita harus menggunakan persamaan kedua GLBB. Masalahnya kita belum mengetahui besar percepatan a. Oleh karenanya terlebih dahulu kita cari percepatan mobil dengan menggunakan persamaan pertama GLBB.

$$v_t = v_0 + a t$$

$$10 = 5 + a \cdot 4$$

$$10 - 5 = 4 a \text{ maka } a = 5/4 = 1,25 \text{ m/s}^2$$

Setelah dapat percepatan a, maka dapat dihitung jarak yang ditempuh mobil dalam waktu 4 s: jadi $s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 20 + 10 = 30$. Jadi jarak perpindahan $s = 30 \text{ m}$.

10. Penyelesaian :

Diketahui: $h_1 = h_2 = 20\text{m}$; $m_1 = 0,5 \text{ kg}$; $m_2 = 5 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$

Ditanya : $t_1 = ?$ dan $t_2 = ?$

Jawab :

Karena gesekan udara di abaikan (umumnya demikian), maka gerak kedua batu memenuhi persamaan waktu jatuh benda jatuh bebas. Karena besaran-besaran kedua benda tersebut sama, maka waktu untuk batu pertama (t_1) dan batu kedua (t_2) adalah sama.

$$\begin{aligned} t_1 &= \sqrt{\frac{2h}{g}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} \\ &= \sqrt{4} \\ &= 2 \text{ sekon} \end{aligned}$$

11. Penyelesaian :

Diketahui : $t = 1,5 \text{ s}$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

Ditanya :

a) $h = ?$

b) v_t pada saat

$t = 1 \text{ s}$

Jawab :

a) Kita gunakan persamaan kedua jatuh bebas untuk menghitung ketinggian.

Jadi,

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} \cdot 10 (1,5)^2 \\
&= 5 (2,25) \\
&= 11,25 \text{ meter}
\end{aligned}$$

b). Kita gunakan persamaan pertama untuk menghitung kecepatan. Jadi,

$$\begin{aligned}
v_t &= g \cdot t \\
&= 10 \cdot 1 \\
&= 10 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

12. Penyelesaian :

Diketahui $v_0 = 5 \text{ m/s}$ dan $g = 10 \text{ m/s}^2$. Apa hanya ini data yang kita miliki untuk menghitung tinggi maksimum?

Masih ada satu lagi yakni $v_t = 0$. Mengapa?

Jadi: $v_t^2 = v_0^2 - 2g \cdot h$ sehingga

$$0 = 25 - 20 \cdot h \text{ maka } h = 1,25 \text{ m}$$

13. Penyelesaian:

a. Kecepatan benda 1,5 s setelah dilemparkan:

$$\begin{aligned}
v_t &= v_0 + g \cdot t \\
&= 10 + 10 \cdot 1,5 \\
&= 10 + 15 \\
&= 25 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

b. Waktu untuk mencapai tanah:

$$\begin{aligned}
h &= v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \\
40 &= 10 t + \frac{1}{2} 10 \cdot t^2 \\
40 &= 10 t + 5 t^2
\end{aligned}$$

Bila ruas kiri dan kanan sama-sama kita bagi 5, maka:

$$8 = 2 t + t^2 \text{ atau } t^2 + 2 t - 8 = 0 \text{ atau } (t + 4) (t - 2) = 0$$

$$t_1 = -4$$

$$t_2 = +2$$

Kita ambil $t = t_2 = 2 \text{ s}$ (sebab tidak ada waktu berharga negatif). Jadi waktu untuk mencapai tanah = 2 sekon.

c. Kecepatan benda sampai di tanah:

$$\begin{aligned}
v_t &= v_0 + g \cdot t \\
&= 10 + 10 \cdot 2 \\
&= 30 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Dapat juga dengan cara lain,

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 g h$$

$$\begin{aligned}
&= 10^2 + 2 \cdot 10 \cdot 40 \\
&= 100 + 800 \\
&= 900 \\
\text{sehingga, } vt &= \sqrt{900} = 30 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Rangkuman

Mekanika adalah cabang ilmu fisika yang membahas tentang gerak. Kinematika adalah cabang Fisika yang mempelajari gerak benda tanpa menghiraukan penyebabnya. Besaran-besaran penting pada Kinematika Gerak Lurus adalah jarak dan perpindahan, kelajuan dan kecepatan, serta perlajuan dan percepatan. Di antara besaran-besaran tersebut, jarak, kelajuan dan perlajuan merupakan besaran skalar, sedangkan yang lainnya besaran vektor. Besaran-besaran kinematika ini berkaitan satu sama lain.

Gerak lurus dibedakan atas gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Pada GLB benda bergerak dengan kecepatan tetap, sedangkan pada GLBB benda bergerak dengan percepatan tetap.

Percepatan diartikan sebagai perubahan kecepatan per satuan waktu. Bila perubahan kecepatan benda semakin melambat, percepatannya berharga negatif dan disebut perlambatan.

Gerak lurus baik GLB maupun GLBB dapat diwakili oleh grafik s-t dan grafik v-t. Dari grafik s-t, GLB kita dapat menentukan kecepatan rata-rata. Dari grafik v-t kita dapat menghitung jarak yang ditempuh benda dengan cara menghitung luas daerah di bawah kurva. Gerak lurus berubah beraturan dibedakan menurut lintasannya, yaitu GLBB pada lintasan mendatar dan GLBB pada lintasan vertikal. Gerak pada lintasan vertikal terdiri dari gerak vertikal ke atas, jatuh bebas dan gerak vertikal ke bawah dengan kecepatan awal.

Pada gerak jatuh bebas percepatan gerak benda semata-mata dipengaruhi oleh percepatan gravitasi yang ditimbulkan oleh gaya gravitasi. Oleh karenanya dari ketinggian yang sama, benda-benda jatuh bebas bersamaan akan jatuh dengan waktu (melayang) jatuh yang sama lamanya tidak tergantung pada perbedaan massa benda-benda yang jatuh tersebut.

Tes Formatif 2

Pilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar

1. Sebuah benda dikatakan bergerak bila.....
 - A. kecepatan benda itu tetap
 - B. posisinya tetap
 - C. kedudukan benda itu tetap
 - D. kedudukan benda itu berubah

2. Buah kelapa yang jatuh dari pohonnya merupakan contoh gerak.....
 - A. parabola
 - B. semu
 - C. lurus
 - D. relatif

3. Perpindahan termasuk besaran vektor karena
 - A. memiliki arah
 - B. memiliki besar
 - C. memiliki besar dan arah
 - D. memiliki satuan

4. Benda yang bergerak lurus beraturan memiliki
 - A. kecepatan tetap
 - B. kecepatan bertambah
 - C. kecepatan berkurang
 - D. kecepatan teratur

5. Sebuah benda dikatakan bergerak dengan kecepatan tetap bila.....
 - A. lintasan yang dilaluinya lurus
 - B. percepatannya bertambah
 - C. jarak tempuhnya berubah-ubah
 - D. jarak tempuhnya sama

6. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan tetap 60 km/jam. Berapa jarak yang ditempuh mobil bila melaju selama 30 menit...
 - A. 20 km

- B. 30 km
 - C. 90 km
 - D. 40 km
7. Sebuah benda yang semula diam didorong sehingga bergerak dengan percepatan 4m/s^2 . Berapakah besar kecepatan benda setelah bergerak 6 s ?
- A. 15 m/s
 - B. 24 m/s
 - C. 10 m/s
 - D. 20 m/s
8. Matahari seolah-olah bergerak dari timur ke barat, padahal sebenarnya bumi yang bergerak. Gerak yang demikian disebut
- A. gerak lurus
 - B. gerak melingkar
 - C. gerak konstan
 - D. gerak semu
9. Semua pernyataan di bawah ini benar, kecuali
- A. orang yang sedang naik sepeda dikatakan bergerak terhadap sepedanya
 - B. Seorang siswa yang datang ke sekolah artinya bergerak terhadap sekolahnya
 - C. Buah kelapa yang jatuh dari pohon dikatakan bergerak terhadap tanah
 - D. Mobil yang sedang melaju dikatakan bergerak terhadap pohon di pinggir jalan
10. Perhatikan contoh gerak benda berikut :
- 1) bola yang jatuh bebas ke bumi
 - 2) Bola yang digelindingkan di atas pasir
 - 3) Bola yang menuruni bidang miring
 - 4) Bola yang dilempar vertikal ke atas

Benda yang melakukan gerak dipercepat adalah

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 4

Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat pada bagian akhir Unit ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar. Gunakanlah rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Subunit 2.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

90 – 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 – 79% = cukup

< 70% = kurang

Bila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat melanjutkan dengan Unit selanjutnya. **Selamat untuk Anda !** Tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mempelajari kembali Subunit 2 terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

1. A. Tingkat ketelitian pengukuran sangat ditentukan oleh posisi mata atau posisi alat ukur yang tidak tegak lurus dan tidak tepat dengan benda yang diukur.
2. D Semua besaran pokok diperoleh melalui pengukuran
3. A Terdapat tujuh besaran pokok adalah: panjang, massa, waktu, suhu (kelvin), kuat arus (ampere), intensitas cahaya (candela), dan jumlah zat (mol).
4. C Alat ukur yang dapat digunakan mengukur ketebalan kertas adalah mikrometer skrup
5. B Pengukuran volume benda yang geometrisnya tidak beraturan harus dengan gelas ukur yang berisi air
6. A Masa jenis diperoleh melalui membagi masa dengan volume ($160 \text{ g} / 200 \text{ cm}^3$)
 $= 0,8 \text{ g} / \text{cm}^3$
7. B Mengukur secara konseptual merupakan proses membandingkan antara alat ukur dengan benda yang diukur
8. C Masa benda selalu tetap, sedangkan beratnya selalu berubah
9. D Gaya berat nol menyebabkan astronot melayang-layang di luar angkasa
10. B Satuan luas dan volume menyangkut panjang

Tes Formatif 2

1. D Benda yang bergerak kedudukannya berubah
2. C Buah kelapa jatuh dari pohonnya merupakan contoh gerak lurus
3. C Besaran vektor selalu memiliki besar dan arah
4. A Kecepatannya tetap pada benda yang bergerak lurus beraturan
5. D Benda yang bergerak dengan kecepatan tetap jarak tempuhnya sama
6. B ($v = S/t \rightarrow S = v.t \rightarrow \frac{1}{2} \times 60 \text{ km/jam} = 30 \text{ km}$)
7. B $v_t = v_0 + a.t \rightarrow v = 0 + 4 \times 6 = 24 \text{ m/s}$
8. D gerak semu merupakan gerak yang tidak sebenarnya
9. A Harusnya orang naik sepeda bergerak terhadap benda-benda yang dilewatinya
10. B Contoh gerak dipercepat adalah bola menuruni bidang miring, bola yang jatuh ke bumi

Daftar Pustaka

Koes, H, S., Prabowo, 1999. *Konsep Dasar IPA*, Jakarta : DIKTI Depdikbud

Sri,Y,M., dkk, 2006. *Konsep Dasar IPA*, Bandung : UPI PRESS

Turk,Jonatan. (1991). *Physical Science*. Philadelphia: Saunders College Publishing

Glosarium

- Kecermatan pengukuran : adalah banyaknya angka di belakang koma yang ditunjukkan oleh bilangan hasil pengukuran.
- Mengukur : adalah membandingkan benda yang diukur dengan alat ukur tertentu.
- Satuan baku pengukuran : adalah satuan yang digunakan sebagai pembanding hasil pengukuran lainnya.
- Satuan Internasional : adalah sistem pengukuran yang terdiri atas beberapa satuan baku pengukuran yang disepakati secara internasional
- Kecepatan benda : adalah besaran vektor yang menunjukkan arah dan berapa cepat benda tersebut bergerak
- Percepatan benda : adalah perubahan kecepatan benda setiap satuan waktu selama benda bergerak
- Percepatan gravitasi : adalah perubahan kecepatan selama benda itu bergerak yang diakibatkan oleh adanya gaya tarik bumi.