

BESARAN DAN SATUAN

Pernahkah kamu mengikuti atau menonton lomba lari? Lihatlah dalam film singkat ini. Bagaimanakah menentukan pemenangnya secara tepat? Dengan *pengukuran* yang seksama terhadap jarak dan waktu, kemudian membandingkannya maka pemenangnya dapat ditentukan. Agar bermanfaat hasil pengukuran harus dibandingkan dengan ukuran baku yang sudah disepakati. Pada bab ini, kamu akan



1.

mendiskusikan dan melakukan kegiatan-kegiatan pengukuran. Gunakan sesuatu yang ada di kelasmu sebagai alat pengukur panjang, misalnya buku, pensil, tangan atau benda-benda lain yang mudah kamu dapatkan. Bersama temanmu, ukurlah panjang bangku, lebar ruangan kelas atau jarak dua benda yang ada di dekatmu dengan menggunakan alat-alat pengukur panjang yang telah kamu peroleh.

2. Catatlah hasilnya dan buatlah nama satuan ukurannya menurutmu sendiri.

3. Sekarang, mintalah salah seorang temanmu untuk melakukan pengukuran yang sama dengan menggunakan alat-alat pengukur panjang yang dia temukan sendiri. Jangan lupa, dia juga harus mencatat hasilnya beserta satuan ukuran yang dia buat sendiri.

Pengertian Pengukuran

Ukuran Baku

Mengukur merupakan keterampilan yang penting sekali. Seperti yang telah kamu lakukan dalam *Kegiatan Penyelidikan*, mengukur sebenarnya merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang dipakai sebagai satuan. Misalnya, kamu melakukan pengukuran

panjang bangku dengan buku artinya kamu membandingkan panjang bangku dengan panjang buku, dan buku itu kamu pakai sebagai satuan pengukuran. Panjang merupakan salah satu besaran pokok.

Hasil pengukuran baru bermanfaat bila menggunakan satuan pengukuran yang baku, yaitu satuan pengukuran yang nilainya tetap dan disepakati oleh semua orang untuk dipakai sebagai pembanding. Buku sebagai satuan pengukuran seperti contoh di atas, bukanlah satuan pengukuran yang baku sebab panjang buku bermacam-macam dan panjang buku menurut orang yang satu belum tentu sama menurut orang yang lain.

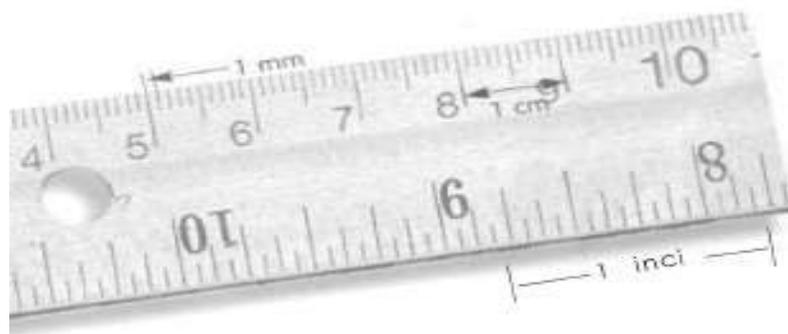
Mengukur adalah membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang dipakai sebagai satuan.

Sistem Pengukuran

Dahulu orang sering menggunakan anggota tubuh sebagai satuan pengukuran, misalnya *jari*, *hasta*, *kaki*, *jengkal*, *depa*, *langkah* dan lain-lain. Namun satuan-satuan tersebut bukan merupakan satuan baku, sehingga menyulitkan bila digunakan dalam komunikasi.

Dari keluargamu atau dari orang lain mungkin kamu pernah mendengar satuan-satuan pengukuran berikut : membeli air dalam **galon**, membeli benang dalam **yard**, diameter pipa paralon dinyatakan dalam **inci** dan lain-lain. Satuan-satuan pengukuran di atas adalah beberapa contoh satuan ukuran dalam sistem Inggris. Setelah tahun 1700, sekelompok ilmuwan menggunakan sistem ukuran, dikenal dengan nama Sistem Metrik. Pada tahun 1960, sistem Metrik dipergunakan dan diresmikan sebagai Sistem Internasional (SI). Penamaan ini berasal dari bahasa Perancis *Le Systeme Internationale d'Unites*.

Dalam satuan SI, setiap jenis ukuran memiliki satuan dasar, contoh : panjang memiliki satuan dasar **meter**. Untuk pengukuran yang lebih besar atau lebih kecil dari meter dapat digunakan awalan-awalan seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.1.



Tabel 1.1. Awalan satuan SI

AWALAN	SIMBOL	FAKTOR
Kilo	K	10^3
Mega	M	10^6
Giga	G	10^9
Tera	T	10^{12}
milli	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}
femco	f	10^{-15}
ato	a	10^{-18}

Sistem Internasional lebih mudah dipakai karena disusun berdasar bilangan pokok 10, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.1. Penggunaan awalan di depan satuan dasar SI menunjukkan bilangan 10 berpangkat berapakah yang dipilih. Contoh, awalan *kilo* berarti 10^3 atau 1000, maka 1 kilometer berarti 1000 meter.

Mengukur jarak benda-benda langit

Para ilmuwan telah menemukan bahwa cahaya merambat dengan laju 299.792.500 meter persekon. Sekitar tahun 1970-an, astronot Amerika berhasil memasang reflektor (alat pemantul) cahaya di bulan. Kemudian, cahaya Laser dengan intensitas yang sangat kuat dipancarkan dari bumi menuju bulan. Di bulan cahaya dipantulkan oleh reflektor sehingga merambat kembali ke bumi. Waktu yang dibutuhkan cahaya Laser sejak meninggalkan bumi hingga kembali lagi dicatat dengan akurat, maka jarak antara bumi dan bulan dapat ditentukan, yaitu sekitar 378.000.000 meter.

Para ahli astronomi telah menetapkan satuan pengukuran khusus untuk menyatakan jarak benda-benda di ruang angkasa, yaitu *tahun cahaya*. Satu tahun cahaya sama dengan jarak yang ditempuh oleh cahaya selama satu tahun, bila dinyatakan dalam satuan SI kira-kira sama dengan 9.500.000.000.000.000 meter atau 9,5 trilyun kilometer. Jarak galaksi Andromeda kira-kira 2 juta tahun cahaya dari galaksi kita.

Besaran Pokok dan Besaran Turunan

Pada subbab sebelumnya kamu telah melakukan kegiatan pengukuran, yaitu kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran lain sejenis

yang dipakai sebagai satuan. Besaran yang dapat diukur dan memiliki satuan disebut *besaran fisika*, contoh: panjang, massa, dan waktu; sedangkan yang tidak dapat diukur dan tidak memiliki satuan tidak termasuk besaran fisika, misalnya: sedih, cinta, dan kesetiaan. Besaran fisika, yang selanjutnya disebut besaran dibedakan menjadi dua, **besaran pokok** dan **besaran turunan**.

Berdasar hasil Konferensi Umum mengenai Berat dan Ukuran ke-14 tahun 1971, Sistem Internasional disusun mengacu pada tujuh besaran dasar di bawah

ini:

Tabel 1.2 Besaran dan Satuan dasar SI

BESARAN DASAR	SATUAN SI		
	Nama	Lambang	Rumus Dimensi
1. Panjang	Meter	m	L
2. Massa	Kilogram	kg	M
3. waktu	Sekon	s	T
4. Arus listrik	Ampere	A	I
5. Suhu termodinamika	Kelvin	K	θ
6. Jumlah zat	Mola	mol	N
7. Intensitas cahaya	Kandela	cd	J
BESARAN TAMBAHAN	SATUAN SI		
1. Sudut datar	radian	rad	
2. Sudut ruang	steradian	sr	

Tujuh besaran dasar pada Tabel 1.2 disebut *besaran pokok*, yaitu besaran yang satuannya didefinisikan sendiri berdasarkan hasil konferensi Internasional mengenai berat dan ukuran. Sedangkan besaran-besaran lain yang

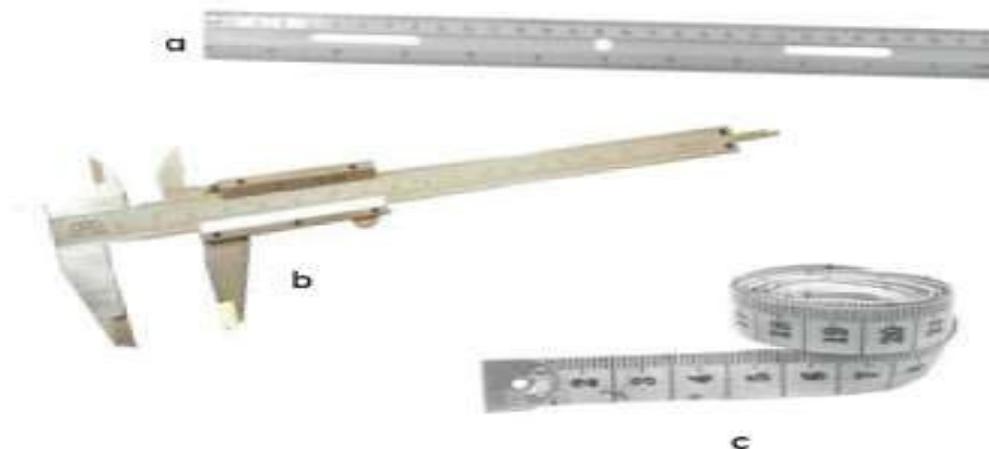
diturunkan dari besaran pokok, misalnya: volume, massa jenis, kecepatan, gaya, usaha dan masih banyak lagi disebut *besaran turunan*

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

PANJANG

Dalam kehidupan sehari-hari kata panjang dipergunakan untuk beragam keperluan, contoh: panjang umur berkaitan dengan waktu hidup yang lama, panjang novel dalam dunia sastra menyatakan jumlah halaman atau jumlah kata. Dalam sains, *Panjang menyatakan jarak antara dua titik.*

Panjang menggunakan satuan dasar SI **meter** (m). Satu meter standar (baku) sama dengan jarak yang ditempuh oleh cahaya dalam ruang hampa selama $1/299792458$ sekon. Untuk keperluan sehari-hari, telah dibuat alat-alat pengukur panjang tiruan dari meter standar, seperti terlihat pada **gambar 1.3**.



Beberapa alat ukur panjang :

- a. penggaris atau mistar
- b. jangka sorong
- c. meteran gulung

Meteran gulung dan penggaris mampu mengukur paling kecil 1 mm, tetapi jangka sorong mampu mengukur sampai 0,1 mm. *Pernahkah kamu melihat, dalam pekerjaan apakah alat-alat pengukur panjang di atas dipergunakan?*

Memilih satuan

Satuan pengukuran yang dipilih seharusnya sesuai dengan ukuran benda yang diukur. Benda kecil dinyatakan dengan ukuran kecil, benda yang lebih besar juga harus dinyatakan dalam ukuran yang lebih besar, sehingga tidak menyulitkan dalam komunikasi. **Gambar 1.4** menunjuk-kan pemilihan satuan yang tepat untuk menyatakan jarak antar gigi-gigi tepi perangko dan diameter kancing baju, masing-masing sekitar 1 mm dan 1 cm. Tentu akan lebih menyulitkan seandainya jarak antar gigi-gigi tepi perangko dinyatakan sebagai 0,1 cm atau 0,01 m. Dengan maksud yang sama, lebar buku umumnya dinyatakan dalam sentimeter, tetapi lebar ruang kelas dinyatakan dalam meter.

Misalkan, panjang suatu benda dinyatakan dalam meter, kemudian kamu ingin mengubahnya ke sentimeter, bagaimana caranya? Dari **Tabel 1.1** diketahui, $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$. Angka 100 menyatakan perbandingan antara meter dan sentimeter, disebut *rasio*. Selanjutnya, untuk mengubah dari meter ke sentimeter, tinggal *mengalikan* dengan rasio dan untuk mengubah dari sentimeter ke meter, tinggal *membagi* dengan rasio.

Contoh : $3 \text{ m} = 3 \times 100 \text{ cm} = 300 \text{ cm}$ $20 \text{ cm} = 20 : 100 \text{ m} = 0,2 \text{ m}$

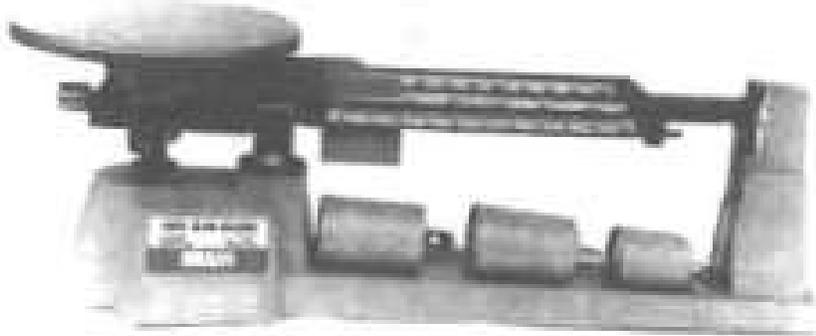
Dari uraian di atas ada dua hal yang harus diterapkan dalam kegiatan mengubah satuan: (i) menemukan rasio antara dua satuan yang hendak diubah, dengan membandingkan satuan yang besar dengan yang kecil, (ii) pengubahan dari satuan besar ke kecil, tinggal **mengalikan** dengan rasio, sedangkan pengubahan dari kecil ke besar tinggal **membagi** dengan rasio.

Massa

Terdapat dua buah kantong plastik dengan ukuran sama. Kantong pertama diisi penuh dengan kapas, kantong kedua diisi penuh dengan pasir. Meskipun ukuran kedua kantong tersebut sama, tetapi bila kamu angkat, kamu akan merasakan adanya perbedaan.

Setiap benda tersusun dari materi. Jumlah materi yang terkandung dalam masing-masing benda disebut massa benda. Pada contoh di atas, massa sekantong pasir lebih besar dibandingkan massa sekantong kapas, dan biasanya dikatakan pasir lebih berat dari kapas. Sesungguhnya massa tidak sama dengan berat, meskipun dalam kehidupan sehari-hari sering tertukar dalam penggunaannya. Massa suatu benda hanya ditentukan oleh kandungan

materinya dan tidak mengalami perubahan meskipun kedudukannya berubah. Sedangkan berat sangat bergantung pada kedudukan di mana benda berada.



Neraca lengan untuk mengukur massa

Melalui siaran televisi, mungkin kamu pernah melihat seorang astronot di ruang angkasa tubuhnya melayang-layang. Mengapa? Seorang astronot saat berada di ruang angkasa, massanya tetap tetapi beratnya menjadi berubah karena pengaruh gravitasi. Di daerah tanpa gravitasi, tubuh astronot menjadi tanpa bobot, sehingga melayang-layang.

Dalam Sistem Internasional, massa menggunakan satuan dasar **kilogram** (kg), sedangkan berat menggunakan satuan newton (N). Satu kilogram standar (baku) sama dengan massa sebuah silinder yang terbuat dari campuran platinum-iridium yang disimpan di Sevres, Paris, Perancis.

Massa suatu benda diukur dengan neraca lengan, sedangkan berat diukur dengan neraca pegas. Neraca lengan dan neraca pegas termasuk jenis neraca mekanik. Sekarang, sudah banyak digunakan jenis neraca lain yang lebih teliti, yaitu neraca elektronik.

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

$$1 \text{ ton} = 10 \text{ kw} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$



Neraca pegas untuk mengukur



Satu kilogram standar yang disimpan di Sevres, Paris, Perancis.

WAKTU :

Cobalah kamu renungkan, apa yang terjadi seandainya dalam kehidupan kita sehari-hari tidak ada ukuran waktu yang disepakati bersama, seperti jam, hari, tanggal, bulan dan tahun? Apakah kamu bisa mengetahui usiamu dengan pasti? Apakah kamu bisa tepat pergi ke sekolah, kapan masuk, kapan pulang, kapan ujian, kapan kenaikan kelas dan kapan lulusnya?

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

Satuan dasar SI untuk waktu adalah **sekon** (s). Satu sekon standar (baku) adalah waktu yang dibutuhkan oleh atom Cesium untuk bergetar 9.192.631.770 kali. Berdasar jam atom ini, dalam selang 300 tahun hasil pengukuran waktu tidak akan bergeser lebih dari satu sekon.

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

1 hari = 24 jam

1 jam = 60 menit

1 menit = 60 sekon.

Sedangkan, untuk kejadian-kejadian yang cepat sekali bisa digunakan satuan milisekon (ms) dan mikrosekond ((is).



Kala revolusi bumi, yaitu waktu yang diperlukan oleh bumi untuk mengitari mata-hari sekali putaran, dikenal sebagai satu tahun Masehi, kira-kira lamanya 365,25 hari.

Bila dinyatakan dalam jam, berapa jamkah kala revolusi bumi ?



Beberapa alat ukur waktu; (a). jam tangan dan (b). stopwatch. *Alat manakah yang lebih akurat untuk mengukur selang waktu?*

Suhu

Suhu atau temperatur merupakan salah satu besaran pokok yang sangat sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Pada siang hari kita merasa panas, sebaliknya pada malam hari terasa dingin. Api terasa panas, sedangkan es terasa dingin. Suatu benda dikatakan *panas* berarti benda tersebut *bersuhu tinggi*, demikian juga sebaliknya, benda dikatakan *dingin* berarti benda tersebut *bersuhu rendah*. Jadi suhu menyatakan ukuran tingkat atau derajat panas atau dinginnya

suatu benda. Pada umumnya, tangan atau kulit kita dapat membedakan benda panas dan dingin, tetapi dapatkah tangan atau kulit digunakan sebagai alat ukur suhu? Alat ukur suhu yang sering digunakan adalah termometer. Sebuah termometer biasanya terdiri dari sebuah pipa kaca berongga sempit dan panjang, *disebut pipa kapiler*, yang di dalamnya berisi zat cair, biasanya alkohol atau raksa (merkuri), sedangkan bagian atas cairan adalah ruang yang hampa udara. Agar pengukuran suhu dengan menggunakan termometer dapat diketahui nilainya, maka pada dinding kaca termometer diberi skala. Tidak semua termometer menggunakan skala yang sama. Antara lain dikenal skala Celcius (C), Fahrenheit (F), dan Kelvin (K).

DIMENSI.

Jika dalam suatu pengukuran benda A.

$$A = 127 \text{ cm} = 1270 \text{ milimeter} = 1,27 \times 10^6 \text{ mikron}$$

Nilai besaran A adalah 127 apabila dinyatakan dalam cm,

Nilai besaran A adalah 1270 apabila dinyatakan dalam mm,

Nilai besaran A adalah 1,27 apabila dinyatakan dalam meter dan seterusnya.

Jadi satuan yang dipakai menentukan besar-kecilnya bilangan yang dilaporkan.

Mengapa satuan cm dapat di ganti dengan m, mm, atau mikron ?

Jawabannya, karena keempat satuan itu sama dimensinya, yakni berdimensi panjang.

Ada dua macam dimensi yaitu :

- Dimensi Primer

- Dimensi Sekunder

• Dimensi Primer yaitu :

M : untuk satuan massa.

L : untuk satuan panjang.

T : untuk satuan waktu.

• Dimensi Sekunder adalah dimensi dari semua besaran yang dinyatakan dalam massa, panjang dan waktu.

contoh : - Dimensi gaya : $M L T^{-2}$

- Dimensi percepatan : $L T^{-2}$

Catatan : Semua besaran fisis dalam mekanika dapat dinyatakan dengan tiga besaran pokok (Dimensi Primer) yaitu panjang, massa dan waktu.

Kegunaan dimensi :

Untuk Checking persamaan-persamaan fisika, dimana dalam setiap persamaan dimensi ruas kiri harus sama dengan dimensi ruas kanan.

Contoh :

$$1. P = F \cdot v$$

daya = gaya x kecepatan.

$$M L^2 T^{-3} = (M L T^{-2}) (L T^{-1})$$

$$M L^2 T^{-3} = M L^2 T^{-3}$$

$$2. F = m \cdot a$$

gaya = massa x percepatan

$$M L T^{-2} = (M) (L T^{-2})$$

$$M L T^{-2} = M L T^{-2}$$

3. Anggap bahwa periode osilasi dari suatu bandul sederhana tergantung pada :

- massa bandul (m)
- panjang tali (ℓ)
- percepatan akibat gravitasi bumi (g)

Dengan analisa dimensi tentukan rumus dri perioda bandul.

$T = K m^\alpha \ell^\beta g^\gamma \rightarrow K$ adalah konstanta tak berdimensi.

Dimensi g (percepatan gravitasi bumi) adalah LT^{-2} Jadi :

$$T = K m^\alpha \ell^\beta (\ell^\gamma t^{-2\gamma}) \rightarrow T = M^\alpha L^{\beta+\gamma} T^{-2\gamma}$$

Dari persamaan di atas diperoleh :

$$\alpha = 0 \quad ; \beta + \gamma = 0 \quad ; -2\gamma = 1$$

Dari ketiga persamaan di atas kita peroleh :

$$\alpha = 0; \quad \beta = \frac{1}{2}; \quad \gamma = -\frac{1}{2}$$

Sehingga rumus periode bandul adalah :

$$T = K \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

ANGKA - ANGKA PENTING.

“ Semua angka yang diperoleh dari hasil pengukuran disebut ANGKA PENTING, terdiri atas angka-angka pasti dan angka-angka terakhir yang ditaksir (Angka taksiran).

Hasil pengukuran dalam fisika tidak pernah eksak, selalu terjadi kesalahan pada waktu mengukurnya. Kesalahan ini dapat diperkecil dengan menggunakan alat ukur yang lebih teliti.

1. Semua angka yang bukan nol adalah angka penting.

Contoh : 14,256 (5 angka penting).

2. Semua angka nol yang terletak di antara angka-angka bukan nol adalah angka penting. Contoh : 7000,2003 (9 angka penting).

3. Semua angka nol yang terletak di belakang angka bukan nol yang terakhir, tetapi terletak di depan tanda desimal adalah angka penting.

Contoh : 70000, (5 angka penting).

4. Angka nol yang terletak di belakang angka bukan nol yang terakhir dan di belakang tanda desimal adalah angka penting.

Contoh : 23,50000 (7 angka penting).

5. Angka nol yang terletak di belakang angka bukan nol yang terakhir dan tidak dengan tanda desimal adalah angka tidak penting.

Contoh : 3500000 (2 angka penting).

6. Angka nol yang terletak di depan angka bukan nol yang pertama adalah angka tidak penting.

Contoh : 0,0000352 (3 angka penting).

Ketentuan - Ketentuan Pada Operasi Angka Penting :

1. Hasil operasi penjumlahan dan pengurangan dengan angka-angka penting hanya boleh terdapat SATU ANGKA TAKSIRAN saja.

Contoh : 2,34 angka 4 taksiran

0,345 + angka 5 taksiran

2,685 angka 8 dan 5 (dua angka terakhir) taksiran.

maka ditulis : 2,69

(Untuk penambahan/pengurangan perhatikan angka dibelakang koma yang paling sedikit).

13,46 angka 6 taksiran

2,2347 - angka 7 taksiran

11,2253 angka 2, 5 dan 3 (tiga angka terakhir) taksiran

maka dituli : 11,23

2. Angka penting pada hasil perkalian dan pembagian, sama banyaknya dengan angka penting yang paling sedikit.

Contoh : 8,141 (empat angka penting)

0,22 x (dua angka penting)

1,79102

Penulisannya : 1,79102 ditulis 1,8 (dua angka penting)

1,432 (empat angka penting)

2,68 : (tiga angka penting)

0,53432

Penulisannya : 0,53432 di tulis 0,534 (tiga angka penting)

3. Untuk angka 5 atau lebih dibulatkan ke atas, sedangkan angka kurang dari 5 dihilangkan.

VEKTOR

Di samping besaran-besaran pokok yang telah kita pelajari yaitu massa, waktu, suhu, panjang, intensitas cahaya, kuat arus, dan jumlah zat, masih ada satu hal lagi dalam ilmu fisika yang perlu kita ketahui yaitu : sifat yang menyangkut arah.

Oleh karena itu besaran-besaran tersebut masih dapat dibagi dalam dua golongan yaitu : besaran *Skalar* dan besaran *Vektor*.

Besaran *Skalar* : adalah besaran yang hanya ditentukan oleh besarnya atau nilainya saja.

Contoh : panjang, massa, waktu, kelajuan, dan sebagainya.

Besaran *Vektor* : adalah Besaran yang selain ditentukan oleh besarnya atau nilainya, juga ditentukan oleh arahnya.

Contoh : kecepatan, percepatan, gaya dan sebagainya.

Notasi Vektor

Secara grafis vektor dapat dilukiskan sebagai sebuah anak panah. Panjang anak panah menunjukkan nilai atau besar vektor dan anak panah menunjukkan arah vektor.

Vektor F di tulis : \vec{F} atau \bar{F}

Besar vektor F ditulis $|\bar{F}|$ atau F

Contoh : $F = |\bar{F}| = 10$ satuan.

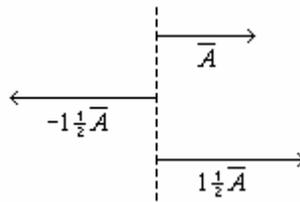
1. $A = B$, jika kedua vektor tersebut mempunyai panjang dan arah yang sama.



2. $-\bar{A}$ adalah vektor yang panjangnya sama dengan panjang \bar{A} tetapi arahnya berlawanan dengan arah \bar{A} .



3. $k \vec{A}$ adalah vektor yang panjangnya k kali panjang \vec{A} , dengan arah yang sama dengan \vec{A} jika k positif. Dan berlawanan dengan \vec{A} jika k negatif.



Sifat-sifat vektor.

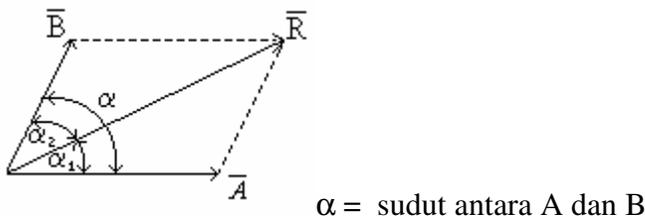
1. $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$ Sifat komutatif.
2. $\vec{A} + (\vec{B} + \vec{C}) = (\vec{A} + \vec{B}) + \vec{C}$ Sifat asosiatif.
3. $a(\vec{A} + \vec{B}) = a\vec{A} + a\vec{B}$
4. $|\vec{A}| + |\vec{B}| \geq |\vec{A} + \vec{B}|$

Operasi terhadap vektor.

RESULTAN DUA VEKTOR.

Untuk menentukan vektor resultan (vektor pengganti) 2 buah vektor dapat dilakukan dengan cara :

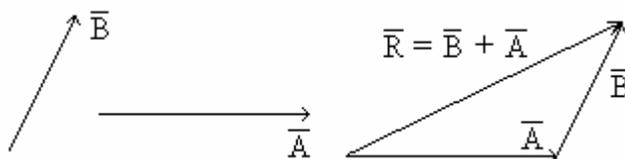
A. Jajaran genjang vektor.



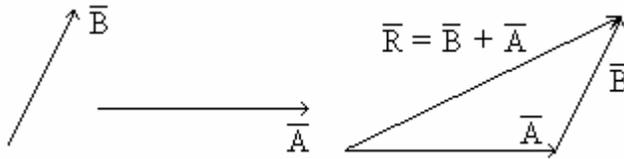
$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 + 2|\vec{A}||\vec{B}|\cos\alpha}$$

arahnya : $\frac{|\vec{R}|}{\sin\alpha} = \frac{|\vec{A}|}{\sin\alpha_2} = \frac{|\vec{B}|}{\sin\alpha_1}$

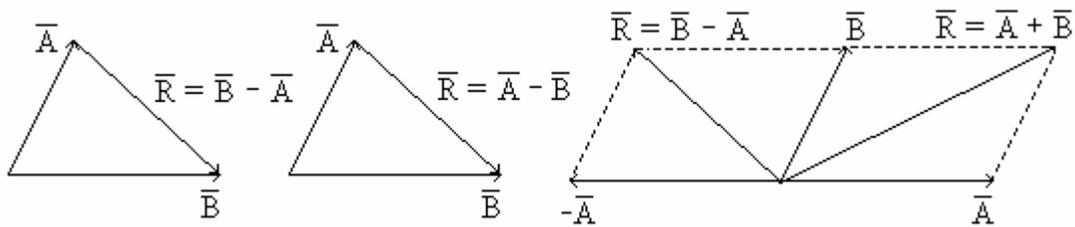
B. Cara segitiga vektor.



a. Penjumlahan dua vektor



b. Pengurangan dua vektor



Untuk Selisih dilakukan penjumlahan dengan lawannya (invers jumlah).

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

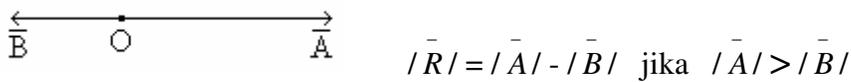
C. Keadaan istimewa

- Dua vektor yang membentuk sudut 0°

$$\frac{\sum v}{\sum x} \quad |\vec{V}| = |\vec{A}| + |\vec{B}|$$

Arahnya R sama dengan arah kedua vektor

- Dua vektor yang membentuk sudut 180°

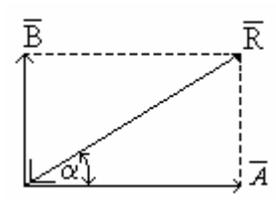


Arahnya R sama dengan arah vektor \vec{A}



Arahnya R sama dengan arah vektor \vec{B}

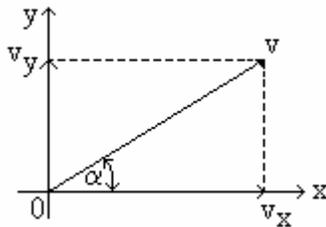
- Dua vektor yang saling tegak lurus.



$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2}$$

$$\text{arah } \vec{R} : \text{tg } \alpha = \frac{|\vec{B}|}{|\vec{A}|}$$

D. Penguraian sebuah vektor.



$$|v_x| = |v| \cos \alpha$$

$$|v_y| = |v| \sin \alpha$$

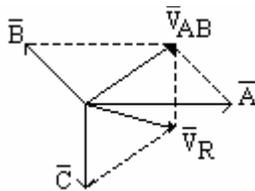
$$|v| = \sqrt{|v_x|^2 + |v_y|^2}$$

E. Memadu/menjumlahkan beberapa vektor yang sebidang antara lain.

Ada beberapa cara untuk memadu beberapa vektor sebidang antara lain:

a. Cara Grafis.

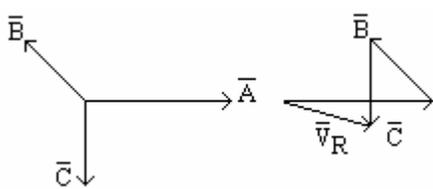
1. Cara jajaran genjang.



v_{AB} adalah resultan dari \vec{A} dan \vec{B}

v_R adalah resultan dari \vec{A} , \vec{B} dan \vec{C}

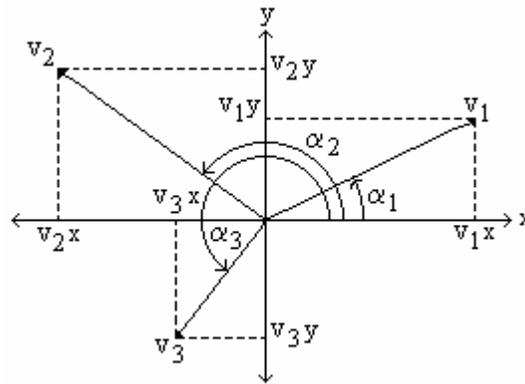
2. Cara polygon



v_R adalah resultan dari \vec{A} , \vec{B} dan \vec{C}

b. Cara analitis.

Masing-masing vektor diuraikan menjadi komponen-komponen vektor searah sumbu x dan sumbu y dari sistem koordinat Cartesius.



Vektor	α	$v_x = v \cos \alpha$	$v_y = v \sin \alpha$
v_1	α_1	$v_1 x = v \cos \alpha_1$	$v_1 y = v \sin \alpha_1$
v_2	α_2	$v_2 x = v \cos \alpha_2$	$v_2 y = v \sin \alpha_2$
v_3	α_3	$v_3 x = v \cos \alpha_3$	$v_3 y = v \sin \alpha_3$
		$\sum v_x = \dots\dots\dots$	$\sum v_y = \dots\dots\dots$

Resultan / $\bar{v}_R = \sqrt{(\sum v_x)^2 + (\sum v_y)^2}$

Arah resultan : $\text{tg } \theta = \frac{\sum v_y}{\sum v_x}$

LATIHAN SOAL.

1. Sebutkanlah alat-alat ukur yang kamu ketahui dan carilah kegunaan serta batas ketelitian pengukuran (jika ada).
2. Carilah Dimensinya :
 - a. Kecepatan ($v = \text{jarak tiap satuan waktu}$)
 - b. Percepatan ($a = \text{kecepatan tiap satuan waktu}$)
 - c. Gaya ($F = \text{massa} \times \text{percepatan}$)
 - d. Usaha ($W = \text{Gaya} \times \text{jarak perpindahan}$)
 - e. Daya ($P = \text{Usaha tiap satuan luas}$)
 - f. Tekanan ($P = \text{Gaya tiap satuan luas}$)
 - g. Momen Inersia ($I = \text{massa} \times \text{jarak kuadrat}$)
 - h. Impuls ($\text{Impuls} = \text{gaya} \times \text{waktu}$)
 - i. Momentum ($M = \text{Massa} \times \text{kecepatan}$)
 - j. Energi kinetik ($E_k = 1/2 m v^2$)

k. Energi Potensial ($E_p = m g h$)

l. Jika diketahui bahwa :

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

F = Gaya; G = Konstanta gravitasi; m = massa; R = jarak.

Carilah : Dimensi konstanta gravitasi.

m. Percepatan gravitasi ($g = \text{Gaya berat} : \text{massa}$)

n. Jika diketahui bahwa :

$$P \cdot V = n R \cdot T$$

P = tekanan; V = volume; n menyatakan jumlah mol;

T = suhu dalam Kelvin ($^{\circ}\text{K}$); R = tetapan gas

Carilah : Dimensi R

3. Sebutkan berapa banyak angka-angka penting pada angka-angka di bawah ini.

- | | | |
|-----------|-----------|------------------------|
| a. 2,7001 | d. 2,9 | g. 0,00005 |
| b. 0,0231 | e. 150,27 | h. $2,3 \cdot 10^{-7}$ |
| c. 1,200 | f. 2500,0 | i. 200000,3 |

4. Rubahlah satuan-satuan di bawah ini, ditulis dalam bentuk baku.

- $27,5 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{cm}^3$
- $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ kg} = \dots\dots\dots \text{mg}$
- $10 \text{ m/det} = \dots\dots\dots \text{km/jam}$
- $72 \text{ km/jam} = \dots\dots\dots \text{m/det}$
- $2,7 \text{ newton} = \dots\dots\dots \text{dyne}$
- $5,8 \text{ joule} = \dots\dots\dots \text{erg}$
- $0,2 \cdot 10^{-2} \text{ g/cm}^3 = \dots\dots\dots \text{kg/m}^3$
- $3 \cdot 10^5 \text{ kg/m}^3 = \dots\dots\dots \text{g/cm}^3$
- $2,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 = \dots\dots\dots \text{dyne/cm}^2$
- $7,9 \text{ dyne/cm}^3 = \dots\dots\dots \text{N/m}^3$
- $0,7 \cdot 10^{-8} \text{ m} = \dots\dots\dots \text{mikro}$
- $1000 \text{ kilo joule} = \dots\dots\dots \text{mikro joule} = \dots\dots\dots \text{Giga Joule}$

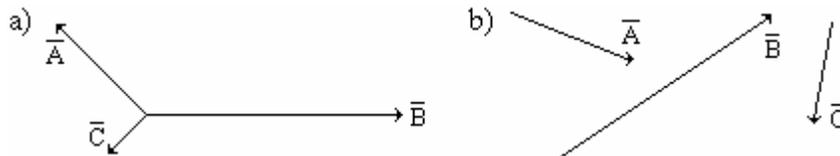
5. Bulatkan dalam dua angka penting.

- 9,8546
- 0,000749
- 6,3336
- 78,98654

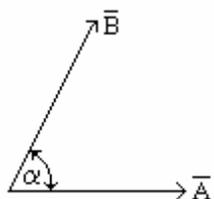
6. Hitunglah dengan penulisan angka penting.

- a. $2,731 + 8,65 = \dots\dots\dots$
- b. $567,4 - 387,67 = \dots\dots\dots$
- c. $32,6 + 43,76 - 32,456 = \dots\dots\dots$
- d. $43,54 : 2,3 = \dots\dots\dots$
- e. $2,731 \times 0,52 = \dots\dots\dots$
- f. $21,2 \times 2,537 = \dots\dots\dots$
- g. $57800 : 1133 = \dots\dots\dots$
- h. $4,876 + 435,5467 + 43,5 = \dots\dots\dots$
- i. $3,4 + 435,5467 + 43,5 = \dots\dots\dots$
- j. $1,32 \times 1,235 + 6,77 = \dots\dots\dots$

7. Tentukan resultan vektor-vektor berikut.



8. Isilah titik-titik berikut ini untuk :



	\vec{A}	\vec{B}	R	
a.	8 satuan	$4\sqrt{3}$ satuan	30°
b.	6 satuan	$2\sqrt{2}$ satuan	45°
c.	5 satuan	10 satuan	60°
d.	3 satuan	4 satuan	90°

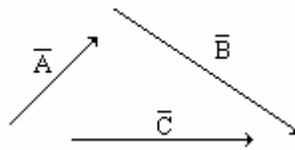
- 9. Dua vektor dari 4 satuan dan 3 satuan yang bertitik tangkap di suatu titik, menghasilkan vektor resultan sebesar $\sqrt{37}$ satuan. Hitunglah sudut yang di bentuk oleh kedua vektor tersebut.
- 10. Resultan dua buah vektor yang saling tegak lurus adalah 35 satuan. Salah satu vektor besarnya 28 satuan. Hitunglah besar vektor yang lain.
- 11. Resultan dua buah vektor yang besarnya 13 satuan dan 14 satuan adalh 15 satuan. Jika sudut yang diapit oleh vektor semula yaitu θ , maka hitunglah $\text{tg } \theta$.
- 12. Sebuah perahu bergerak arah utara dengan kecepatan 12 km/jam mendapat dorongan dari angin arahnya ke barat dengan kecepatan 5 km/jam. Maka kecepatan perahu dan arahnya menjadi.

13. Dari titik A, Badu berjalan menuju arah Timur sejauh 5 km sampai di titik B dan melanjutkan perjalanannya dengan arah Utara sejauh 10 km sampai di titik C. Berapakah jarak AC ?
14. Sebuah benda ditarik oleh dua buah gaya masing-masing besarnya 6 newton. Kedua gaya itu membentuk sudut 60° . Berapakah besar resultan kedua gaya tersebut ?
15. Dua buah vektor $v_1 = 2\frac{1}{2}$ satuan dan $v_2 = a$ satuan bertitik tangkap pada suatu titik. Jika jumlah kedua vektor itu $6\frac{1}{2}$ satuan, dan membentuk sudut 60° . Berapa nilai a?
16. Tiga buah vektor bertitik tangkap sama dan sebidang. $v_1 = 16$ satuan; $v_2 = 8$ satuan. Sudut antara v_1 dan v_2 adalah 120° . Jika resultan ketiga vektor tersebut adalah nol. Berapakah besarnya v_3 dan berapa besar sudut yang dibentuk oleh v_1 dan v_3 ?

17. Gambarkan :

a. $\vec{A} + \vec{B} - 3\vec{C}$

b. $2\vec{C} - \frac{1}{2}(2\vec{B} - \vec{A})$



18. 4 buah vektor bertitik tangkap di titik 0 pada susunan salib sumbu Cartesius. v_1 berimpit dengan sumbu x^+ besarnya 3 satuan v_2 membentuk sudut 45° dengan sumbu x^+ besarnya 4 satuan, v_3 besarnya 5 satuan dan membentuk sudut 150° dengan sumbu x^+ dan v_4 besarnya 6 satuan, membentuk sudut 240° dengan sumbu x^+ . Gambarkan resultan keempat gaya tersebut dan hitung besarnya. ($v_6 = 2,45$; $v_3 = 1,73$; $v_2 = 1,41$)

19. 5 buah vektor bertitik tangkap di 0 pada susunan salib sumbu tegak. Sudut yang dibentuk oleh masing-masing vektor dengan sumbu x^+ serta besar vektor tersebut adalah sebagai berikut :

v_1 45° 14 satuan

v_2 60° 20 satuan

v_3 180° 18 satuan

v_4 210° 30 satuan

v_5 300° 16 satuan

Tentukan resultan dari kelima vektor tersebut.

20. 6 buah vektor bertitik tangkap di 0 pada susunan salib sumbu tegak sudut yang dibentuk oleh masing-masing vektor dengan sumbu x^+ serta besarnya adalah sebagai berikut :

v_1 0° 8 satuan

v_2 45° $2\sqrt{2}$ satuan

- v_3 60° 6 satuan
 v_4 135° $4\sqrt{2}$ satuan
 v_5 180° 4 satuan
 v_6 240° 6 satuan

Tentukan resultan dari keenam vektor tersebut dan arah tg sudut yang dibentuk resultan tersebut dengan sumbu x.

21. Dua buah gaya F_1 dan F_2 saling membentuk sudut 60° . Resultan kedua gaya tersebut 28 N. Jika $F_1 : F_2 = 5 : 3$ maka berapa besar masing-masing F_1 dan F_2 tersebut?
22. Dua buah vektor gaya F_1 dan F_2 bertitik tangkap sama masing-masing sebesar 8 N dan 3 N saling mengapit sudut 60° , maka selisih kedua vektor gaya tersebut besarnya
23. Dua buah vektor gaya F_1 dan F_2 saling membentuk sudut 120° akan memberikan resultan = 25 N. Jika sudut antara F_1 dengan resultan 60° . Maka besar vektor gaya F_1 dan F_2 masing-masing adalah.....
24. Sebuah titik A (0,4) dan sebuah titik B (3,4) pada sisitem koordinat cartesius. Jika $a = OA$ dan $b = OB$, maka carilah :
 - a. Besar vektor a
 - b. Besar vektor b
 - c. Besar penjumlahan vektor a dan b
 - d. Besar pengurangan vektor a dan b
25. Tiga gaya K_1 , K_2 dan K_3 bekerja pada sebuah titik dan besar $K_1 = 10$ N, $K_2 = 5$ N dan $K_3 = 5\sqrt{3}$. Jika sudut $K_1 = 0^\circ$ terhadap sumbu x ; $K_2 = 120^\circ$ terhadap K_1 ; $K_3 = 90^\circ$ terhadap K_2 . Berapa besar resultan ketiga gaya tersebut.

Penilaian Kinerja

Judul : Pengukuran Panjang, Massa dan Waktu

- I. Tujuan : siswa dapat mengukur besaran panjang, massa dan waktu dengan tepat
- II. Alat : mistar, jangka sorong, micrometer skrup, neraca lengan, neraca analitik, arloji dan stopwatch
- III. Bahan : kelereng, kawat, balok dan jam dinding
- IV. Tempat : Laboratorium Fisika
- V. Langkah Kerja :
 1. Ukur panjang diameter kelereng dengan alat ukur mistar, jangka sorong dan micrometer skrup.
 2. Lakukan sebanyak 5 kali pengukuran secara berulang.
 3. Masukkan data hasil pengukuran dalam table berikut ini

No. percobaan	Mistar	Jangka sorong	Micrometer skrup
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

4. Ukurlah massa benda (kelereng) dengan menggunakan alat ukur neraca lengan dan neraca analitik, secara berulang sebanyak 5 kali setiap alat ukur.
5. Masukkan data hasil pengukuran massa ke dalam table berikut ini.

No. Percobaan	Neraca lengan	Neraca analitik
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

6. Ukurlah gerak jarum jam dinding setiap satu putaran dengan alat ukur stopwatch dan arloji sebanyak 5 kali percobaan dan masukkan data yang diperoleh dalam table di bawah ini.

No. Percobaan	Arloji	Stopwatch
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Pertanyaan :

1. Bandingkan hasil pengukuran dari alat ukur panjang antara mistar, jangka sorong dan micrometer skrup ! alat ukur mana yang paling teliti ?
2. Bandingkan hasil pengukuran massa kelereng antara alat ukur neraca lengan dan neraca analitik ! alat ukur mana yang lebih teliti ?
3. Bandingkan hasil pengukuran waktu antara arloji dengan stopwatch ! mana yang lebih teliti ?

Kesimpulan :

=====o0o=====