

# BAB I BESARAN & PENGUKURAN

alifis@corner --- alifis.wordpress.com

## 1.1 PENGANTAR

Untuk menggambarkan suatu fenomena fisika yang terjadi atau dialami suatu benda, diperlukan pengukuran berbagai besaran-besaran fisika. Mengukur berarti membandingkan sesuatu besaran yang diukur dengan besaran standar yang telah didefinisikan sebelumnya. Besaran-besaran fisika ini misalnya panjang, jarak, massa, waktu, gaya, kecepatan, temperatur, intensitas cahaya, dan sebagainya.

Pada bab ini disajikan materi tentang besaran-besaran fisika (pokok, tambahan dan turunan), sistem satuan dan dimensi, yang penting dalam pengukuran kuantitatif, serta materi vektor sebagai landasan analisis dalam menyelesaikan persoalan fisika. Kompetensi yang diharapkan adalah mahasiswa mampu menggunakan besaran-besaran fisika secara tepat, mampu menelusuri satuan dan dimensinya, serta mampu menerapkan analisa vektor di dalam memecahkan persoalan fisika.

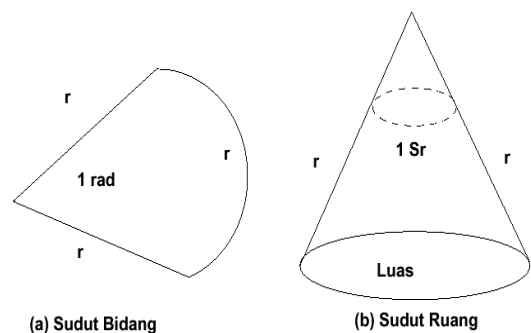
## 1.2 URAIAN MATERI

### A. Besaran Pokok

Besaran Pokok adalah besaran yang tidak tergantung pada besaran yang lain. Menurut Sistem International(SI) 1960, “*Bureau of Weight and Measures*”(Paris), besaran pokok ada 7, terlihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Besaran pokok: simbol & satuan

Besaran	Simbol	Satuan
Panjang	<i>l</i>	m-meter
Massa	<i>m</i>	kg-kilogram
Waktu	<i>t</i>	s-detik
Arus Listrik	<i>I</i>	A-ampere
Temperatur	<i>T</i>	K-kelvin
Intensitas Cahaya	<i>Lc</i>	Cd-candela
Banyak Zat	<i>N</i>	Mol



Gambar 1.1 Dua besaran tambahan

Selain besaran pokok ada juga besaran yang melengkapi besaran pokok yaitu **sudut bidang/datar** dalam Radian(Rad) dan **sudut ruang** dalam Steradian(Sr). Sudut terbesar pada sudut bidang adalah  $2\pi$  rad ( $=360^\circ$ ) dan sudut terbesar pada sudut ruang isotrop (keseluruh arah permukaan bola) adalah  $4\pi$  Sr .

Besaran pokok dipilih karena memiliki 2 sifat : (1) Bebas terhadap besaran yang lain dan (2) Bersifat lebih makroskopis sehingga mudah diukur. Contoh sifat (1) adalah massa bebas dari besaran banyaknya (kuantitas) zat yang bersatuan mol, demikian juga sebaliknya. Atas dasar itu, definisi massa adalah banyaknya zat yang dikandung benda adalah tidak benar. Contoh sifat (2) adalah besaran arus listrik dipilih sebagai besaran pokok. Padahal arus listrik merupakan jumlah muatan listrik yang melewati penampang penghantar persatuan waktu. Mengapa tidak memilih muatan listrik yang lebih mendasar? Karena mengukur arus listrik lebih mudah, disamping itu coulombmeter-pun belum memasyarakat dan hasilnya masih kurang teliti.

## B. Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang diturunkan dari besaran pokok. Contoh besaran turunan terlihat pada Tabel 1.2. Energi potensial ( $E_p$ ) adalah energi yang dimiliki benda bermassa ( $m$ ) yang memiliki jarak kedudukan ( $h$ ) terhadap acuan muka bumi karena pengaruh gravitasi ( $g$ ). Rumusannya,  $E_p = mgh$ . Disini,  $m$  dan  $h$  adalah besaran pokok, sedangkan  $E_p$  dan  $g$  adalah besaran turunan.

Tabel 1.2. Besaran Turunan

Besaran	Simbol	Satuan
Energi	$E$	J-Joule
Gaya	$F$	N-Newton
Daya	$P$	W-Watt
Tekanan	$P$	Pa-Pascal
Frekwensi	$f$	Hz-Hertz
Beda Potensial	$V$	V-Volt
Muatan listrik	$Q$	C-Coulomb
Fluks magnet	$\phi$	Wb-Weber

Berikut ini contoh lain penelusuran besaran turunan dari besaran pokok :

$$\text{Daya (P)} = \text{usaha (W)} \times \text{waktu (t)}$$

$$\text{Usaha (W)} = \text{gaya (F)} \times \text{perpindahan (x)}$$

$$\text{Gaya (F)} = \text{massa (m)} \times \text{percepatan (a)}$$

$$\text{Percepatan (a)} = \text{kecepatan (v)} / \text{waktu (t)}$$

$$\text{Kecepatan (v)} = \text{perpindahan(x)} / \text{waktu (t)}$$

## C. Satuan

**Satuan** adalah ukuran dari suatu besaran. Ada dua macam bentuk satuan yaitu : Metrik dan non-Metrik masing-masing terdiri atas sistem statik dan dinamik.

- Sistem statik terdiri atas sistem gravitasi dan sistem teknis (praktis) seperti *meter-kilogram-sekon dan ft-lbwt-sec/ft-lbf-sec*.
- Sistem dinamik terdiri atas sistem **egs**(*cm-gram-sekon*) dan **mks**(*meter-kilogram-sekon*).
- Satuan Internasional adalah Sistem MKS yang telah disempurnakan.

Benda	Massa (kg)
Alam semesta	$1 \times 10^{52}$
Matahari	$2 \times 10^{30}$
Bumi	$6 \times 10^{24}$
Bulan	$7 \times 10^{22}$
Bakteri	$1 \times 10^{-15}$
Atom Hidrogen	$1.67 \times 10^{-27}$
Elektron	$9.11 \times 10^{-31}$

- **Meter:** satu meter adalah panjang lintasan cahaya di ruang vakum selama  $\frac{1}{299.792.458}$  detik
- **Kilogram:** satu kilogram adalah massa kilogram Tabel 1.3. Contoh pengukuran massa bahan platina iridium (Se'vres Perancis).
- **Second:** satu detik adalah interval waktu dari 9.192.631.770 kali getar radiasi dari atom Cs<sup>133</sup>
- **Ampere:** satu ampere adalah arus tetap yang terjadi bila dua konduktor lurus sejajar dengan panjang tak berhingga berjarak satu meter diletakkan dalam ruang vakum akan menghasilkan gaya antara dua konduktor sebesar  $2 \times 10^{-7}$  N .
- **Kelvin:** satu kelvin adalah  $\frac{1}{273}$  bagian dari temperatur termodinamis dari titik triple air.
- **Candela:** satu candela adalah kuat penerangan tegak lurus permukaan yang luasnya  $\frac{1}{600000}m^2$  dari sebuah benda hitam pada titik beku platina (2046.65 K) dan tekanan 1 atm.
- **Mol:** Satu mol zat terdiri atas  $6,025 \times 10^{23}$  buah partikel. (  $6,025 \times 10^{23}$  disebut dengan bilangan avogadro ).

#### D. Notasi Ilmiah & Awalan dari Satuan

Untuk mempermudah penulisan bilangan-bilangan yang besar dan kecil digunakan *Notasi Ilmiah* atau *Cara Baku* (seperti terlihat pada Tabel 1.3) dengan format sebagai berikut :  $p \cdot 10^n$

dimana :  $p$ ,  $10$  ( angka-angka penting ),  $10^n$  disebut orde  $n$  bilangan bulat positif atau negatif

contoh :  $0,00000435 \rightarrow 4,35 \cdot 10^{-6}$ ,  $345000000 \rightarrow 3,45 \cdot 10^8$

Ukuran beberapa parameter di alam dalam notasi ilmiah terlihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 beberapa parameter di alam dalam notasi ilmiah

Orde	Parameter alam (meter)	Orde	Parameter alam (sekon)
$10^{-15}$	Diameter proton	$10^7$	Satu tahun
$10^{-8}$	Panjang ribosom	$10^{-2} - 10^9$	Skala hidup manusia ( dari zigot)
$10^0$	Tinggi manusia	$10^{17}$	Umur bumi
$10^{16}$	1 tahun cahaya	$10^{18}$	Umur jagat raya

Tabel 1.5 Awalan dari satuan

Orde	Awalan	Lambang	Orde	Awalan	Lambang
$10^{18}$	Exa	E	$10^{-3}$	milli	m
$10^{15}$	Peta	P	$10^{-6}$	mikro	$\mu$
$10^{12}$	Tera	T	$10^{-9}$	nano	n
$10^9$	Giga	G	$10^{-12}$	piko	p
$10^6$	Mega	M	$10^{-15}$	femto	f
$10^3$	Kilo	K	$10^{-18}$	atto	a

Sementara untuk efisiensi penulisan nilai besaran fisika, kelipatan puluhan dapat diganti dengan awalan pada satuan. Contoh:  $1000 \text{ gram} \rightarrow 1 \text{ Kg}$ ,  $K = \text{kilo} = 1000 = 10^3$ ,  $4000000000 \text{ Byte} \rightarrow 4 \text{ GB}$ ,  $G = \text{giga} = 1000000000 = 10^9$ . Awalan yang lain dapat dilihat pada Tabel 1.5

## E. Dimensi

Dimensi adalah penulisan suatu formula fisika dengan menggunakan besaran-besaran pokok, seperti Massa [M], Panjang [L], Waktu [T], Temperatur [ $\theta$  ], Arus listrik [I], Intensitas Cahaya [J], dan Jumlah Zat [N].

Dimensi suatu besaran menunjukkan cara besaran itu tersusun dari besaran pokok.

Tabel 1.6 Contoh Dimensi

Besaran	Dimensi
Kecepatan	$LT^{-1}$
Percepatan	$LT^{-2}$
Gaya	$MLT^{-2}$
Energi	$ML^2T^{-2}$
Momentum	$MLT^{-1}$

Dimensi suatu besaran dinyatakan dengan lambang huruf dan diberi tanda kurung persegi (lihat table 1.6). Dengan mengetahui dimensi dan satuan dari besaran-besaran pokok, maka dengan menggunakan analisis dimensional dapat ditentukan dimensi dan satuan dari besaran turunan.

Kegunaan Dimensi : (1). Membuktikan dua besaran fisis setara atau tidak; (2) Menentukan persamaan yang pasti salah atau mungkin benar; dan (3) Menurunkan persamaan suatu besaran fisis jika kesebandingan besaran fisis tersebut dengan besaran-besaran fisis lainnya diketahui.

Contoh :

Tentukan dimensi dan satuan dari besaran-momentum menurut Sistem Internasional.

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{Momentum (p)} &= m \times v \\ &= [m] [v] = M \cdot L T^{-1} \\ \text{Satuan } \mathbf{p} &= \text{kg m s}^{-1} \end{aligned}$$

## F. Vektor dan Skalar

Di samping besaran-besaran 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.

### F.1 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.

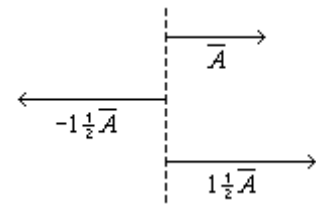
1.  $\bar{A} = \bar{B}$ , jika kedua vektor tersebut mempunyai panjang dan arah yang sama.



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



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



**Sifat-sifat vektor.**

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

**F.2 Operasi terhadap vektor**

**F.2.1 Resultan Dua Vektor**

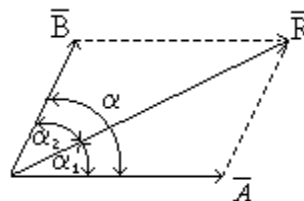
Untuk menentukan vektor resultan ( vektor pengganti ) 2 buah vektor dapat dilakukan dengan cara :

[i] *Jajaran genjang vektor.*

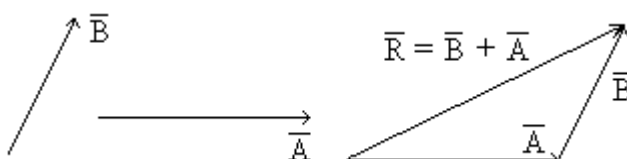
$\alpha$  = sudut antara A dan B

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

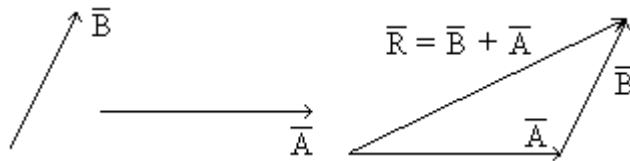
$$\text{arahnya : } \frac{|\bar{R}|}{\sin\alpha} = \frac{|\bar{A}|}{\sin\alpha_2} = \frac{|\bar{B}|}{\sin\alpha_1}$$



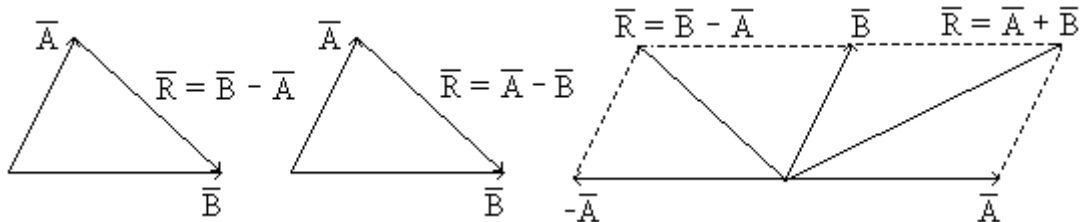
[ii] *Cara segitiga vektor.*



a. Penjumlahan dua vektor



b. Pengurangan dua vektor



Untuk Selisih dilakukan penjumlahan dengan lawannya (invers jumlah).

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

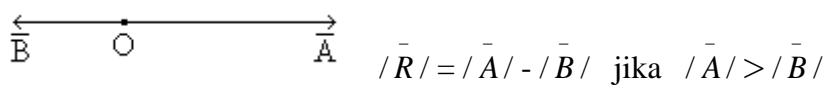
**[iii] Keadaan istimewa**

- Dua vektor yang membentuk sudut  $0^\circ$

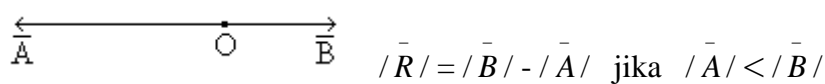


Arahnya R sama dengan arah kedua vektor

- Dua vektor yang membentuk sudut  $180^\circ$



Arahnya R sama dengan arah vektor  $\bar{A}$

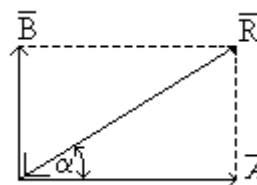


Arahnya R sama dengan arah vektor  $\bar{B}$

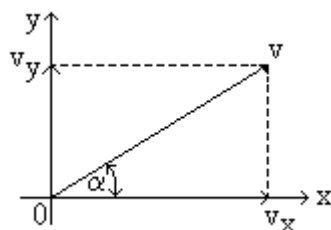
- Dua vektor yang saling tegak lurus.

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

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



**[iv] Penguraian sebuah vektor.**



$$|\bar{v}_x| = |\bar{v}| \cos \alpha$$

$$|\bar{v}_y| = |\bar{v}| \sin \alpha$$

$$|\bar{v}| = \sqrt{|\bar{v}_x|^2 + |\bar{v}_y|^2}$$

### F.2.2 Perkalian Vektor.

a. Perkalian vektor dengan skalar.

Suatu vektor jika dikalikan dengan suatu besaran skalar maka hasilnya adalah suatu vektor.

Contoh : Mengalikan vektor  $\vec{A}$  dengan suatu skalar k hasilnya adalah suatu vektor pula yang besarnya :

$k\vec{A}$  dan arahnya searah dengan  $\vec{A}$  jika  $k > 0$  berlawanan dengan  $\vec{A}$  jika  $k < 0$

b. Perkalian vektor dengan vektor.

Dalam perkalian vektor dengan vektor, kita mengenal dua bentuk perkalian , yaitu :

1. Perkalian titik (DOT PRODUCT)
2. Perkalian silang (CROSS PRODUCT)

Dalam *Perkalian Titik* antara vektor A dengan vektor B akan diperoleh besaran skalar.

Contoh :  $\vec{A} \cdot \vec{B} = C$

C besaran skalar yang besarnya  $C = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cos \theta$

dengan  $\theta$  adalah sudut antara  $\vec{A}$  dengan  $\vec{B}$

Dalam fisika misalnya, gaya ( F ), perpindahan ( x ) dan kerja ( W ) maka :

$$W = \vec{F} \cdot \vec{x} = |\vec{F}| \cdot |\vec{x}| \cos \theta$$

Dalam *Perkalian Silang* antara vektor A dengan vektor B akan diperoleh besaranvektor.

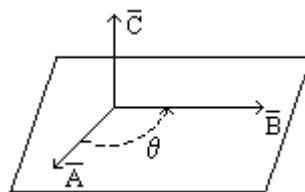
Contoh :  $\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$

$\vec{C}$  besaran skalar yang besarnya  $C = |\vec{A}| \times |\vec{B}| \sin \theta$

dengan  $\theta$  adalah sudut antara  $\vec{A}$  dengan  $\vec{B}$

Arah dari vektor  $\vec{C}$  selalu tegak lurus bidang yang dibentuk oleh vektor  $\vec{A}$  dan  $\vec{B}$  , menurut aturan sekrup kanan.

Dari vektor  $\vec{A}$  diputar ke vektor  $\vec{B}$  .



Catatan :  $\vec{A} \times \vec{B} \neq \vec{B} \times \vec{A}$

$$[\vec{A} \times \vec{B}] = - [\vec{B} \times \vec{A}]$$

Contoh besaran fisika yang merupakan hasil perkalian vektor adalah : luas, momen gaya dan gaya Lorentz.

### F.2.3 Operasi Vektor Pada Vektor Satuan.

Vektor-vektor  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$  dan  $\hat{k}$  disebut vektor satuan karena besar ketiga vektor ini sama dengan 1.

$$|\hat{i}| = |\hat{j}| = |\hat{k}| = 1$$

a. Penjumlahan.

$$\begin{aligned} 4\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k} + 3\hat{i} - 5\hat{j} - 4\hat{k} &= (4-3)\hat{i} + (3-5)\hat{j} + (5-4)\hat{k} \\ &= 7\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k} \end{aligned}$$

b. Perkalian.

DOT PRODUCT

Sejenis

$$\begin{aligned} \hat{i} \cdot \hat{i} &= \hat{i} \cdot \hat{i} \cos 0^\circ \\ &= (1) \cdot (1) (1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Tak Sejenis

$$\begin{aligned} \hat{i} \cdot \hat{j} &= \hat{i} \cdot \hat{j} \cos 90^\circ \\ &= (1) \cdot (1) (0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

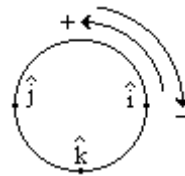
CROSS PRODUCT

Sejenis

$$\begin{aligned} \hat{i} \times \hat{i} &= \hat{i} \cdot \hat{i} \sin 0^\circ \\ &= (1) \cdot (1) (0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Tak Sejenis

Untuk mendapatkan hasil perkaliannya dapat digunakan diagram berikut ini.



Perjanjiaan tanda :

- Untuk putaran berlawanan arah jarum jam, tanda POSITIF.
- Searah jarum jam NEGATIF.

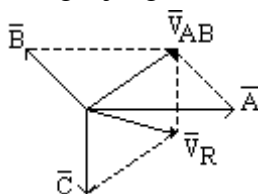
$$\begin{aligned} \hat{i} \times \hat{j} &= \hat{k} \\ \hat{j} \times \hat{i} &= -\hat{k} \end{aligned}$$

### F.3 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.

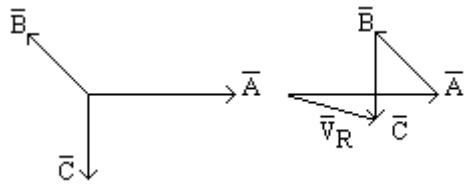


$\vec{v}_{AB}$  adalah resultan dari  $\vec{A}$  dan  $\vec{B}$

$\vec{v}_R$  adalah resultan dari  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$  dan  $\vec{C}$

2. Cara polygon

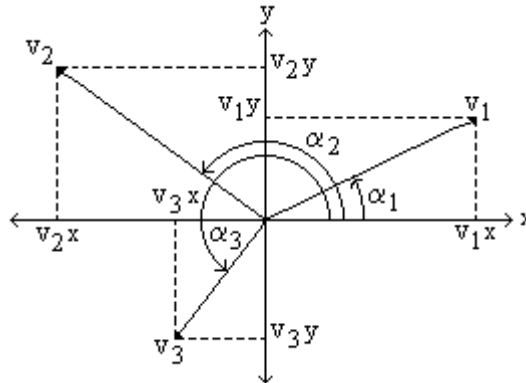




$\bar{v}_R$  adalah resultan dari  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$  dan  $\bar{C}$

**b. Cara analitis.**

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



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

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

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

**F.4 Uraian Vektor Pada Sistem Koordinat Ruang ( x, y, z )**

Telah kita lihat bagaimana suatu vektor diuraikan atas komponen-komponen pada sumbu x dan sumbu y. Untuk vektor yang terletak dalam ruang (3 dimensi), maka vektor dapat diuraikan atas komponen-komponen pada sumbu x, y dan z.

$\alpha, \beta, \gamma$  = masing-masing sudut antara vektor A dengan sumbu-sumbu x, y dan z

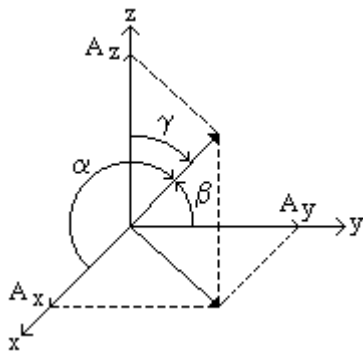
$\bar{A} = \bar{A}_x + \bar{A}_y + \bar{A}_z$

atau

$\bar{A} = / \bar{A}_x / \hat{i} + / \bar{A}_y / \hat{j} + / \bar{A}_z / \hat{k}$

$/ \bar{A}_x / = \bar{A} \cos \alpha$

$/ \bar{A}_y / = \bar{A} \cos \beta$



$$A_z / A = \cos \gamma$$

Besaran vektor A

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

dan  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$ ,  $\hat{k}$  masing-masing vektor satuan pada sumbu x, y dan z

### 1.3 LATIHAN SOAL

1. Tentukan satuan dari besaran-besaran di bawah ini
  - a. Debit air yang mengalir melalui suatu pipa Q. (Q merupakan volume (V) persatuan waktu (t)).
  - b. Momen gaya ( $\tau$ ) (momen gaya  $\tau$  merupakan perkalian antara gaya F dan lengan (l))
2. Carilah Dimensinya :
  - a. Tekanan ( P = Gaya tiap satuan luas )
  - b. Momen Inersia ( I = massa x jarak kuadrat )
  - c. Impuls ( Impuls = gaya x waktu )
  - d. Momentum ( M = Massa x kecepatan )
  - e. Energi kinetik ( Ek = 1/2 m v<sup>2</sup> )
  - f. Jika diketahui bahwa :

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

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

Carilah : Dimensi konstanta gravitasi.

- g. Percepatan gravitasi ( g = Gaya berat : massa )
- h. Jika diketahui bahwa :

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

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

T = suhu dalam Kelvin ( <sup>0</sup>K ); R = tetapan gas

Carilah : Dimensi R

3. Rubahlah satuan-satuan di bawah ini, ditulis dalam bentuk baku.
  - a. 27,5 m<sup>3</sup> = ..... cm<sup>3</sup>
  - b. 0,5.10<sup>-4</sup> kg = ..... mg
  - c. 10 m/det = ..... km/jam
  - d. 72 km/jam = ..... m/det
  - e. 0,2.10<sup>-2</sup> g/cm<sup>3</sup> = ..... kg/m<sup>3</sup>

f.  $3 \cdot 10^5 \text{ kg/m}^3 = \dots\dots\dots \text{ g/cm}^3$

g.  $0,7 \cdot 10^{-8} \text{ m} = \dots\dots\dots \mu\text{m}$

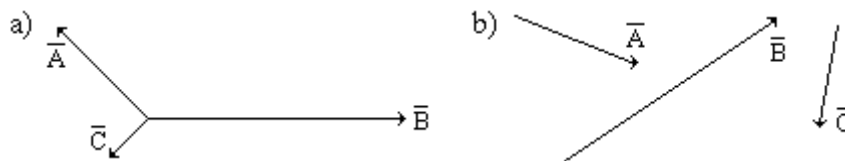
h.  $1000 \text{ KJ} = \dots\dots\dots \mu\text{J} = \dots\dots\dots \text{GJ}$

4. Besar-besaran di bawah ini, mana yang merupakan besaran skalar dan mana yang merupakan besaran vektor?

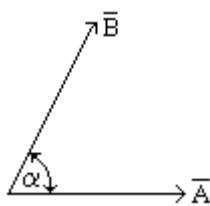
- a. Waktu (detik)
- b. Perpindahan (m)
- c. Kecepatan (m/s)
- d. Laju (m/s)
- e. Percepatan ( $\text{m/s}^2$ )
- f. Usaha (Joule atau  $\text{Kg m}^2/\text{s}^2$ )
- g. Temperatur ( $^\circ\text{C}$ )
- h. Momentum (p) ( $\text{Kg m/s}$ )

5. Sebuah benda beratnya diudara sebesar 600 Newton. Jika dimasukkan ke dalam air, benda tersebut mengalami gaya tekan ke atas sebesar 200 Newton. Berapakah berat benda, jika berada di dalam air dan kemana arah vektor berat tersebut?

6. Tentukan resultan vektor-vektor berikut.



7. Isilah titik-titik berikut ini untuk :



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

8. 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.

9. Resultan dua buah vektor yang besarnya 13 satuan dan 14 satuan adalh 15 satuan. Jika sudut yang diapit oleh vektor semula yaitu  $\theta$ , maka hitunglah  $\text{tg } \theta$ .

10. 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....

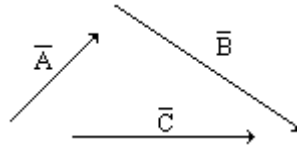
11. Sebuah benda ditarik oleh dua buah gaya masing-masing besarnya 6 newton. Kedua gaya itu membentuk sudut  $60^\circ$ . Berapakah besar resultan kedua gaya tersebut ?

12. Tiga buah vektor bertitik tangkap sama dan sebidang.  $v_1 = 16$  satuan;  $v_2 = 8$  satuan. Sudut antara  $v_1$  dan  $v_2$  adalah  $120^\circ$ . Jika resultan ketiga vektor tersebut adalah nol. Berapakah besarnya  $v_3$  dan berapa besar sudut yang dibentuk oleh  $v_1$  dan  $v_3$  ?

13. Gambarkan :

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

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



14. 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  $45^\circ$  dengan sumbu  $x^+$  besarnya 4 satuan,  $v_3$  besarnya 5 satuan dan membentuk sudut  $150^\circ$  dengan sumbu  $x^+$  dan  $v_4$  besarnya 6 satuan, membentuk sudut  $240^\circ$  dengan sumbu  $x^+$ . Gambarkan resultan keempat gaya tersebut dan hitung besarnya. ( $v_6 = 2,45$  ;  $v_3 = 1,73$  ;  $v_2 = 1,41$ )

15. 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 :

- $v_1$   $45^\circ$  14 satuan
- $v_2$   $60^\circ$  20 satuan
- $v_3$   $180^\circ$  18 satuan
- $v_4$   $210^\circ$  30 satuan
- $v_5$   $300^\circ$  16 satuan

Tentukan resultan dari kelima vektor tersebut.

16. Dua buah gaya  $F_1$  dan  $F_2$  saling membentuk sudut  $60^\circ$ . Resultan kedua gaya tersebut 28 N. Jika  $F_1 : F_2 = 5 : 3$  maka berapa besar masing-masing  $F_1$  dan  $F_2$  tersebut?

17. Sebuah titik A ( 0,4 ) dan sebuah titik B ( 3,4 ) pada sistem koordinat cartesius. Jika  $a = \vec{OA}$  dan  $b = \vec{OB}$ , maka carilah :

- a. Besar vektor a
- b. Besar vektor b
- c. Besar penjumlahan vektor a dan b
- d. Besar pengurangan vektor a dan b

18. 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.

19. Dua buah vektor  $A = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$  dan  $B = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$

- a. Tentukan besar tiap vektor.
- b. Tulis pernyataan untuk jumlah vektor A+B dengan menggunakan vektor satuan.
- c. Tentukan besar dan arah jumlah vektor A+B
- d. Tulis pernyataan untuk selisih vektor A-B dengan menggunakan vektor-vektor satuan.

e. Tentukan besar dan arah selisih vektor A-B

f. Tentukan  $A \cdot B$

g. Tentukan  $A \times B$

20. Sudut apit antara vektor  $a = 2 \hat{i} + 3 \hat{j} + 4 \hat{k}$  dan  $B = -\hat{i} - 2 \hat{j} + 2 \hat{k}$  adalah .....

### Daftar Pustaka

Crowell Benjamin, 2005, *Newtonian Physics*, Creative Commons Attribution-ShareAlike.

Dede, 2007, PPT file: *Besaran Dalam Ilmu Fisika*, free-ebook, dede@fisikau.ac.id

Jonifan,dkk, 2008, *Fisika Mekanika*, Open Course at OCW Gunadarma.

Miller, F.J.R., 1989, *College Physics*, McGraw-Hill.

Jati, Bambang Murdaka Eka. 2008. *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu-Ilmu Eksakta dan Teknik*. Yogyakarta. ANDI

Tippler, P.A., 1991, *Physics fir Scientists and Engineers*, Worth Publisher.