Materi Kuliah
Fisika Mekanika

Besaran, Satuan dan Vektor

Dosen :
Tri Surawan M.Si

Fakultas Teknik
Universitas Jayabaya

DEFINISI ILMU FISIKA

- ”Ilmu Fisika” adalah *sains atau ilmu tentang alam dalam makna yang sangat luas*.
- Fisika mempelajari gejala alam yang tidak hidup
- Fisikawan mempelajari perilaku dan sifat materi dalam bidang yang sangat beragam :
  - mulai dari partikel sub-mikroskopis yang membentuk segala materi (fisika partikel)
  - hingga perilaku materi alam semesta sebagai satu kesatuan kosmos.
- Ilmu Fisika merupakan salah satu Ilmu Dasar atau “*Basic Science*”.
  - Ilmu Dasar lainnya adalah Biologi, Kimia, dan Matematika
- Fisika berkaitan erat dengan matematika.
  - Teori fisika banyak dinyatakan dalam notasi matematis.
  - Matematika yang digunakan dalam Fisika biasanya lebih rumit dibandingkan matematika yang digunakan dalam bidang sains lainnya.

Konsep Dasar

- Fisika adalah ilmu ekperimental, artinya berdasarkan percobaan di laboratorium yang memerlukan pengukuran.
- Mengukur : membandingkan sesuatu besaran yang diukur dengan besaran standar yang telah didefinisikan sebelumnya.
- Besaran : segala sesuatu yang dapat diukur.
- Satuan : ukuran dari suatu besaran.
- Dimensi : Cara menyusun suatu besaran dari beberapa besaran pokok
- **Besaran Fisika baru terdefinisi jika :**
  - ada nilainya (besarnya)
  - ada satuannya
    - *contoh : panjang jalan 10 km*

satuan

nilai

BESARAN

- Besaran Pokok atau Dasar
  - Besaran yang tidak tergantung pada besaran lain
- Besaran Pelengkap
  - Besaran yang melengkapi besaran pokok
- Besaran Turunan
  - Besaran yang diturunkan dari besaran pokok

BESARAN POKOK, SATUAN dan DIMENSINYA

No	Besaran Pokok	Satuan	Singkatan	Dimensi
1	Panjang	meter	m	L
2	Massa	kilogram	kg	M
3	Waktu	sekon	s	T
4	Arus listrik	Ampere	A	I
5	Suhu	Kelvin	K	θ
6	Jumlah zat	mol	Mol	N
7	Intensitas cahaya	Candela	Cd	J

Besaran Pelengkap

No	Besaran Pokok	Satuan	Singkatan	Dimensi
8	Sudut datar	Radian	rad	-
9	Sudut ruang	Steradian	Sr	-

Besaran Turunan dan dimensi

No	Besaran Turunan	Rumus	Dimensi
1	Luas	panjang x lebar	$[L]^2$
2	Volume	panjang x lebar x tinggi	$[L]^3$
3	Massa jenis	$\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$	$[m][L]^{-3}$
4	Kecepatan	$\frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu}}$	$[L][T]^{-1}$
5	Percepatan	$\frac{\text{kecepatan}}{\text{waktu}}$	$[L][T]^{-2}$
6	Gaya	massa x percepatan	$[M][L][T]^{-2}$
7	Usaha dan energi	gaya x perpindahan	$[M][L]^2[T]^{-2}$
8	Tekanan	$\frac{\text{gaya}}{\text{luas}}$	$[M][L]^{-1}[T]^{-2}$
9	Daya	$\frac{\text{usaha}}{\text{waktu}}$	$[M][L]^2[T]^{-3}$
10	Impuls dan momentum	gaya x waktu	$[M][L][T]^{-1}$

Konvensi Besaran Pokok

- **Panjang**

Satu meter didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh cahaya di dalam vakum selama waktu 1/299.791.458 detik.

Kelajuan cahaya (c) = 299.792.458 m/s

$$\approx 3{,}00 \times 10^{8} \text{ m/s}$$

- **Massa**

Satu kilogram didefinisikan massa dari silinder campuran platinum–iridium yang disimpan di International Bureau of Weights and Measures di kota Sevres, dekat Paris.

Satuan dasar untuk massa atom adalah satuan massa atom (u).

$$1 \text{ u} = 1{,}66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

- **Waktu**

Satu detik didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh atom Cesium untuk bergetar sebanyak **9 192 631 770 kali**.

Berdasarkan jam atom ini, dalam selang 300 tahun hasil pengukuran waktu tidak akan bergeser lebih dari satu sekon

Faktor Pengali (Prefix) dalam SI

NO	Faktor	Nama	Simbol
1	10^{-18}	atto	a
2	10^{-15}	femto	f
3	10^{-12}	piko	p
4	10^{-9}	nano	n
5	10^{-6}	mikro	μ
6	10^{-3}	mili	m
7	10^{3}	kilo	K
8	10^{6}	mega	M
9	10^{9}	giga	G
10	10^{12}	tera	T

Satuan

- **Satuan** adalah ukuran dari suatu besaran
- **Sistem satuan** :
  - Sistem Metrik :
    - mks (meter, kilogram, sekon)
    - cgs (centimeter, gram, sekon)
  - Sistem Non metrik (sistem British)
    - Dipakai oleh negara Inggris dan bekas negara jajahannya.
    - Contoh :
      - 1 inch = 2,54 cm
      - 1 m = 3,28 ft
      - 1 mile = 5280 ft
      - 1 mile = 1,61 km
- **Sistem Internasional (SI)**
  - Sistem satuan mks yang telah disempurnakan.
  - Yang paling banyak dipakai sekarang ini.

Konversi Satuan

- Untuk melakukan operasi matematik suatu besaran, baik penjumlahan, pengurangan, perkalian, ataupun pembagian dari *besaran sejenis yang satuannya tidak sama* diperlukan konversi satuan.
  - Misalnya, untuk menjumlahkan dua buah besaran kelajuan 72 km/jam + 30 m/s tidak dapat dilakukan, sebelum konversi salah satu satuan dari besaran satu ke satuan besaran lainnya.
  - Nilai 72 km/jam dapat dikonversi menjadi m/s dengan cara sebagai berikut :

    1 km = 1.000 m

    1 jam = 3.600 s

    maka :

    72 km/jam = 72.000 m / 3.600 s = 20 m/s

    Jadi,

    72 km/jam + 30 m/s = 20 m/s + 30 m/s = 50 m/s.

Dimensi

- Dimensi : Cara menyusun suatu besaran dari beberapa besaran pokok.
- Kegunaan Dimensi :
  1. Membuktikan dua besaran fisis setara atau tidak.
  2. Untuk meneliti kebenaran suatu rumus atau persamaan.
  3. Untuk menurunkan satuan dari suatu besaran.
  4. 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 (SI).

  Jawab :

  Momentum (p) = m x v

  = [m] [v] = $M\ L\ T^{-1}$

  Satuan p = kg.m/s = $kg\ m\ s^{-1}$

Contoh Soal

Buktikan bahwa dimensi Energi Potensial (EP = mgh) dan Energi Kinetik (EK = ½ mv^2) adalah identik.

Penyelesaian :

Energi Potensial : EP = mgh

Energi potensial = massa x gravitasi x tinggi

$= M \times LT^{-2} \times L$

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

Energi Kinetik : EK = ½ mv^2

Energi Kinetik = ½ x massa x kecepatan^2

$= M \times (LT^{-1})^2$

$= ML^2T^{-2}$

EP dan EK mempunyai dimensi yang sama → keduanya identik

Contoh soal

Waktu T yang diperlukan untuk satu kali osilasi dari massa m pada gaya pegas dengan konstanta k dinyatakan :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Cari dimensi k agar persamaan ini benar secara dimensional.

Penyelesaian :

Mencari nilai k dari persamaan :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{m}{k} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

Dimensi k untuk setiap variabel :

$$k = \boxed{\frac{[\mathrm{M}]}{[\mathrm{T}]^2}}$$

Atau k = $[M][T]^{-2}$

Karena $4\pi^2$ adalah bilangan, maka tidak berkontribusi pada dimensi

Contoh soal

Persamaan $x = At^3 + Bt$ menggambarkan gerakan dari obyek tertentu, dengan x memiliki dimensi panjang dan t memiliki dimensi waktu.

(a) Tentukan dimensi dari konstanta A dan B.

(b) Tentukan dimensi dari turunan dx/dt.

Penyelesaian :

(a) $x = At^3 + Bt$

$L = A\,[T^3] + B\,[T]$

Maka,

dimensi $A = [L]\,[T]^{-3}$

dimensi $B = [L]\,[T]^{-1}$

(b) $dx/dt = 3At^2 + B$

Maka :

Dimensi $dx/dt = [L]\,[T]^{-3}\,[T]^2 + [L]\,[T]^{-1}$

$= [L]\,[T]^{-1}$

Pengukuran

- Pengukuran besaran fisis tergantung batasan ketidakpastian (uncertainty) eksperimen
- Nilai ketidakpastian tergantung pada
  - Kualitas alat ukur
  - Kemampuan si pengukur
  - Metode pengukuran

Contoh soal

Berapa persentase ketidakpastian untuk pengukuran 1,57 m^2 ?

Penyelesaian :

Ketidakpastian yang diambil adalah 0,01 m.

$$\% \text{ uncertainty} = \frac{0.01 \text{ m}^2}{1.57 \text{ m}^2} \times 100\% = 0.637\% \approx \boxed{1\%}$$

Berapa persen ketidakpastian dalam pengukuran 5,48 ± 0,25 m?

Penyelesaian :

Ketidakpastiannya adalah 0,25 m.

$$\% \text{ uncertainty} = \frac{0.25 \text{ m}}{5.48 \text{ m}} \times 100\% = \boxed{4.6\%}$$

ANGKA PENTING

- ***Angka penting*** adalah semua angka yang diperoleh dari hasil pengukuran, yang terdiri dari angka eksak dan satu angka terakhir yang ditaksir (diragukan)
- ***Aturan angka penting*** :
  1. Semua angka bukan nol merupakan angka penting
  2. Angka nol diantara dua angka bukan nol merupakan angka penting
  3. Angka nol di sebelah kanan angka bukan nol termasuk angka penting
  4. Angka nol di sebelah kiri angka bukan nol, baik sebelum / sesudah tanda koma desimal tidak termasuk angka penting

Contoh:

81,60 $\longrightarrow$ 4 angka penting

7,03 $\longrightarrow$ 3 angka penting

0,0086 $\longrightarrow$ 2 angka penting

87,00 $\longrightarrow$ 4 angka penting

Ingat !
Sistem Indonesia : pemisah desimal $\longrightarrow$ koma (,)
pemisah ribuan $\longrightarrow$ titik (.)

- **Aturan pembulatan** :

  1. Angka kurang dari 5 dibulatkan ke bawah
  2. Angka lebih dari 5 dibulatkan ke atas
  3. Jika angka persis 5 maka :

     dibulatkan ke atas jika angka sebelum 5 ganjil,

     dibulatkan ke bawah jika angka sebelum 5 genap.

- **Aturan penjumlahan & pengurangan** :

  Hasil dari penjumlahan/pengurangan harus memiliki angka penting sebanyak angka penting terkecil dari bilangan-bilangan yang dijumlahkan/dikurangkan.

- **Aturan perkalian & pembagian** :

  Hasil dari perkalian / pembagian dengan menggunakan angka penting mengikuti jumlah angka penting yang paling sedikit

Contoh
Penjumlahan & Pengurangan

- Jumlahkan !

  123 m + 5,35 m = ?

  123 m + 5,35 m = 128,35 m ⟶ salah

  123 m + 5,35 m = 128 m ⟶ benar

  Jumlah angka penting pada jawaban akhir harus sama dengan jumlah angka penting terkecil dari bilangan-bilangan penjumlahan

Contoh
Perkalian & Pembagian

- Kalikan !

  2,04 m x 3,5 m = ?

  2,04 m x 3,5 m = 7,140 m $\longrightarrow$ salah

  2,04 m x 3,5 m = 7,1 m $\longrightarrow$ benar

- Bagilah !

  6,7825 m : 2,5 m = ?

  6,7825 m : 2,5 m = 2,713 m $\longrightarrow$ salah

  6,7825 m : 2,5 m = 2,7 m $\longrightarrow$ benar

Operasi Akar

- $\sqrt{46} = 6,7823 \longrightarrow$ salah
- $\sqrt{46} = 6,8 \longrightarrow$ benar

- $\sqrt{225} = 15 \longrightarrow$ salah
- $\sqrt{225} = 15,0 \longrightarrow$ benar

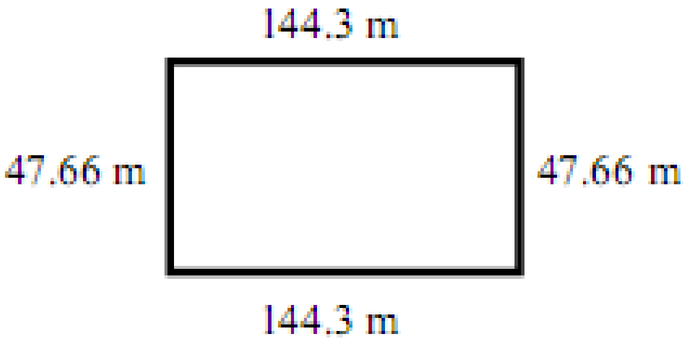
Contoh Soal

Lahan parkir memiliki panjang 144,3 m dan lebar 47,66 m. Berapa keliling lahan tersebut dengan memperhitungkan angka penting?

Penyelesaian :

Aturan angka penting untuk penambahan :

jumlah angka penting hasil penambahan sama dengan jumlah angka penting terkecil dari bilangan-bilangan yang dijumlahkan.



Keliling lahan tersebut adalah :

= 144,3 + 47,66 + 144,3 + 47,66 m

= 383,92 m

= 383,9 m

Penulisan Notasi Ilmiah

- Seringkali dalam perhitungan memperoleh deretan bilangan yang cukup panjang, sehingga menyulitkan penulisan.
- Untuk mempermudah, digunakan bilangan sepuluh berpangkat yang disebut notasi ilmiah.
- Dalam notasi ilmiah, angka hasil perhitungan yang panjang dinyatakan dengan :

$$a,b \times 10^n$$

  - Nilai a hanya boleh satu angka.
  - Nilai b boleh satu angka atau lebih.
  - n adalah bilangan bulat (negatif, nol, positif)

- Contoh penulisan notasi ilmiah :
  - 750.000.000 m ditulis $7,5 \times 10^8$ m
  - 0,0004562 g ditulis $4,562 \times 10^{-4}$ g

Contoh Soal

Tuliskan bilangan-bilangan berikut dalam notasi ilmiah :

(a) 1,156 (d) 328,65
(b) 21,8 (e) 0,219
(c) 0,0068 (f) 444

Penyelesaian :

(a) 1,156 $= 1,156 \times 10^{0}$
(b) 21,8 $= 2,18 \times 10^{1}$
(c) 0,0068 $= 6,8 \times 10^{-3}$
(d) 328,65 $= 3,2865 \times 10^{2}$
(e) 0,219 $= 2,19 \times 10^{-1}$
(f) 444 $= 4,44 \times 10^{2}$

Contoh Soal

Tambahkan ($9{,}2 \times 10^3$ s) + ($8{,}3 \times 10^4$ s) + ($0{,}008 \times 10^6$ s) dengan memperhitungkan angka penting.

Penyelesaian :

Untuk menambahkan bilangan dengan angka penting, sesuaikan semua bilangan yang akan ditambahkan agar memiliki pangkat yang sama.

$$
\begin{aligned}
(9.2 \times 10^3\ \mathrm{s}) + (8.3 \times 10^4\ \mathrm{s}) + (0.008 \times 10^6\ \mathrm{s}) \\
&= (9.2 \times 10^3\ \mathrm{s}) + (83 \times 10^3\ \mathrm{s}) + (8 \times 10^3\ \mathrm{s}) \\
&= (9.2 + 83 + 8) \times 10^3\ \mathrm{s} \\
&= 100.2 \times 10^3\ \mathrm{s} \\
&= \boxed{1 \times 10^5\ \mathrm{s}}
\end{aligned}
$$

Contoh Soal

Kalikan 3,079 x 10^2 m dengan 0,068 x 10^{-1} m, dengan memperhitungkan angka penting.

Penyelesaian :

Jika mengalikan bilangan-bilangan, maka hasilnya harus memiliki jumlah angka penting paling sedikit dari bilangan-bilangan yang dikalikan.

$$(3{,}079 \times 10^2 \text{ m}) \times (0{,}068 \times 10^{-1} \text{ m}) = 0{,}209372 \times 10^1 \text{ m}^2$$
$$= 2{,}1 \text{ m}^2$$

Besaran Vektor

- Dalam fisika, besaran dibedakan menjadi dua macam yaitu :
  - Besaran vektor adalah besaran yang memiliki nilai dan arah.
    - contohnya : *berat, gaya, kecepatan, percepatan, dll.*
  - Besaran skalar adalah besaran yang hanya memiliki nilai saja, tidak tergantung arah.
    - contohnya : *massa, waktu, volume, jarak, dll.*
- Besaran vektor memiliki notasi penulisan yang berbeda.
  - Besaran vektor dapat dituliskan dengan huruf kapital tebal, contoh vektor A dituliskan **A**.
  - Ada yang menuliskan besaran vektor dengan menambahkan tanda panah di atas huruf kapital tebal, contoh vektor A dituliskan **Ā**.
  - Vektor dapat juga dituliskan dengan huruf kecil tebal.

  misalnya **a**.

Notasi Vektor

- Sebuah vektor digambarkan dengan sebuah anak panah yang terdiri dari titik pangkal (titik tangkap), ujung dan panjang anak panah.
- Panjang anak panah menyatakan nilai vektor dan arah panah menunjukkan arah vektor.

  - Titik P : Titik Pangkal (titik tangkap) vektor
  - Titik Q : Ujung Vektor
  - Panjang PQ : Nilai (besar) vektor = |PQ|

Notasi Vektor

- Notasi (simbol) sebuah vektor dapat berupa huruf besar atau huruf kecil, berupa huruf tebal, atau huruf yang diberi tanda panah di atasnya atau huruf miring.
  - Contoh :
    - Vektor **A** → (Berhuruf tebal)
    - Vektor **Ā** → (Huruf dengan tanda panah di atasnya)
    - Vektor *A* → (Huruf miring)
- Penulisan besar (nilai) vektor dituliskan dengan huruf biasa atau dengan memberi tanda mutlak dari vektor tersebut.
  - Contoh :
    - Nilai vektor **Ā** ditulis dengan A atau |A|.

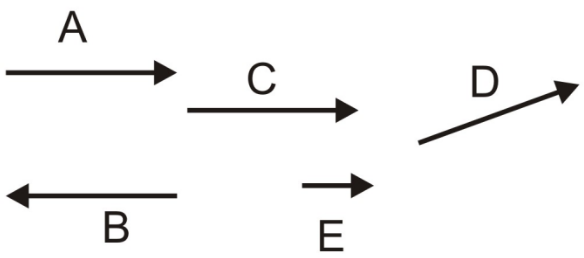
Ketentuan Vektor

Dua buah vektor dikatakan ***sama*** jika mempunyai besar dan arah sama.

Dua buah vektor dikatakan ***tidak sama*** jika :

- Kedua vektor mempunyai *nilai yang sama* tetapi *berlainan arah*.
- Kedua vektor mempunyai *nilai yang berbeda* walaupun *arah sama*.
- Kedua vektor mempunyai *nilai yang berbeda* dan *arah yang berbeda*.

Contoh :



A = C *karena* nilai dan arah kedua vektor sama

A = -B *karena* nilainya sama, arahnya berlawanan.

A ≠ D *karena* nilainya sama, arahnya berbeda.

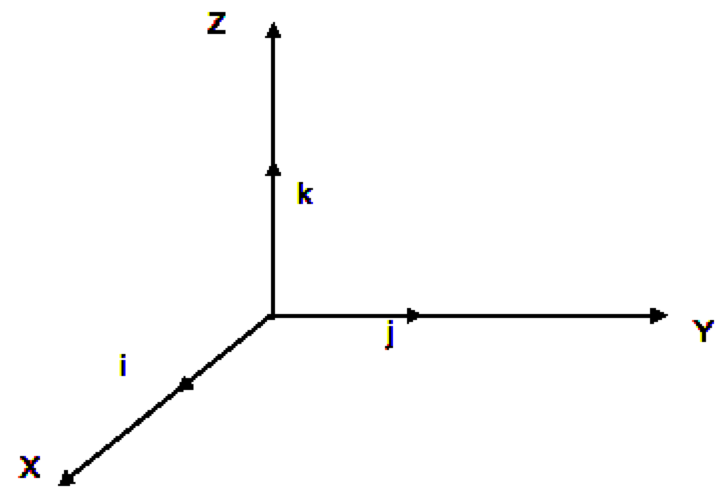
D ≠ E *karena* nilai dan arahnya berbeda

Vektor Satuan

Vektor satuan adalah sebuah vektor yang didefinisikan sebagai satu satuan vektor.

Jika digunakan sistem koordinat Kartesian tiga dimensi, yaitu *sumbu X*, *sumbu Y* dan *sumbu Z,* maka:

- Vektor satuan pada sumbu x adalah **i**
- Vektor satuan pada sumbu y adalah **j**
- Vektor satuan pada sumbu z adalah **k**



Penulisan suatu vektor A dalam koordinat kartesian berdasarkan komponen-komponennya adalah :

$$\mathbf{A} = A_x\,\mathbf{i} + A_y\,\mathbf{j} + A_z\,\mathbf{k}$$

Dimana :

A_x adalah komponen A arah sumbu X.
A_y adalah komponen A arah sumbu Y.
A_z adalah komponen A arah sumbu Z.

Sifat-sifat perkalian titik vektor satuan :

$i\,.\,i = j\,.\,j = k\,.\,k = 1$
$i\,.\,j = j\,.\,k = i\,.\,k = 0$

Sifat-sifat perkalian silang vektor satuan :

$i \times i = j \times j = k \times k = 0$

$i \times j = k \qquad j \times i = -k$
$k \times i = j \qquad i \times k = -j$
$j \times k = i \qquad k \times j = -i$

Penjumlahan dan Pengurangan Vektor

Mencari resultan dari beberapa buah vektor, berarti mencari sebuah vektor baru yang dapat menggantikan vektor-vektor yang dijumlahkan atau dikurangkan.

Untuk penjumlahan atau pengurangan vektor, ada beberapa metode, antara lain :

- Metode jajaran genjang
- Metode segitiga
- Metode poligon (segi banyak)
- Metode uraian

Metode Jajaran Genjang

- Langkah-langkah :
  - Lukis vektor pertama dan vektor kedua dengan titik pangkal berimpit.
  - Lukis sebuah jajaran genjang dengan kedua vektor tersebut sebagai sisi-sisinya.
  - Resultannya adalah sebuah vektor yang merupakan diagonal dari jajaran genjang tersebut dengan titik pangkal sama dengan titik pangkal kedua vektor tersebut.

Besar vektor adalah :

$$R = |R| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

θ adalah sudut yang dibentuk oleh vektor **A** dan vektor **B**.

Arah vektor **R** adalah : $\quad \mathrm{tg}\,\alpha = \frac{R_y}{R_x}$

Contoh soal

Dua buah vektor satu sama lain membentuk sudut 60°. Besar kedua vektor tersebut sama, yakni 5 satuan. Tentukan besar resultannya

Penyelesaian :

Misalnya, kedua vektor tersebut adalah **A** dan **B**. Besarnya, | A | = | B | = 5 dan sudutnya θ = 60°.

Maka, resultannya adalah :

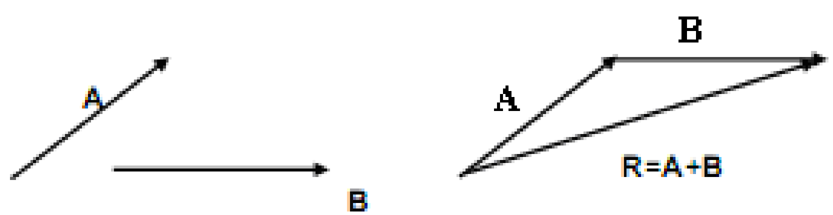
$$R = \sqrt{5^2 + 5^2 + 2(5)(5)\cos 60^\circ}$$

$$= \sqrt{5^2 + 5^2 + (2)(5)(5)(0,5)}$$

$$= 5\sqrt{3} \text{ satuan}$$

Metode Segitiga

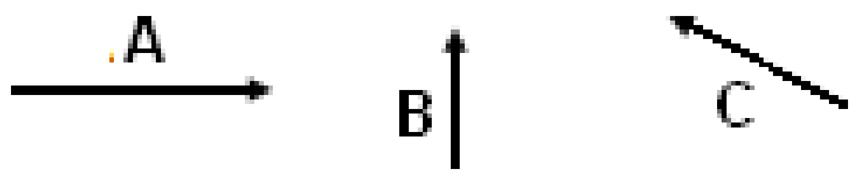
- Langkah-langkah :
  - Gambarkan vektor **A**.
  - Gambarkan vektor **B** dengan cara meletakkan pangkal vektor **B** pada ujung vektor **A**.
  - Tariklah garis dari pangkal vektor A ke ujung vektor **B**.
  - Vektor resultan merupakan vektor yang memiliki pangkal di vektor **A** dan mempunyai ujung di vektor **B**.



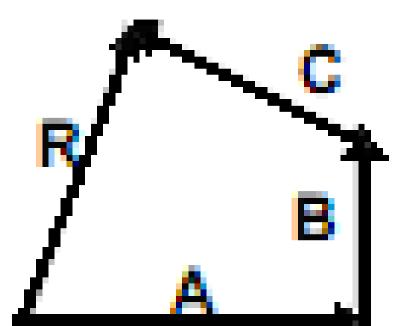
  - Besar vektor **R** adalah :
    - Panjang dari titik pangkal vektor **A** sampai ujung vektor **B**.
- Jika yang ditanyakan **R** = **A** – **B**, maka digunakan caranya sama, hanya vektor **B** digambarkan berlawanan arah dengan vektor **B** yang sekarang.

Metode Poligon

Pada metode ini, tahapannya sama dengan metode segitiga, hanya saja metode ini digunakan untuk menjumlahkan **lebih dari dua vektor**.



Resultan vektor **R** adalah **R= A + B + C**



Metode Uraian

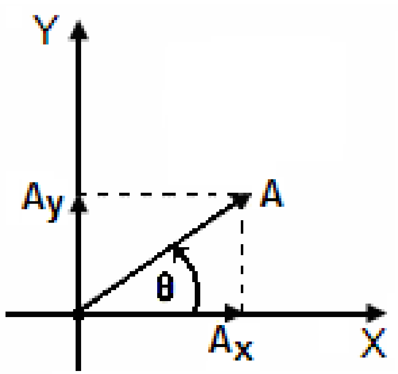
Setiap vektor yang akan dijumlahkan atau dikurangkan harus diuraikan menjadi komponen terhadap sumbu X dan komponen terhadap sumbu Y.

- Komponen vektor **A** terhadap sumbu X adalah :

$$A_x = A \cos \theta$$

- Komponen vektor **A** terhadap sumbu Y adalah :

$$A_y = A \sin \theta$$



Vektor	Komponen X	Komponen Y
A B C	Ax Bx Cx	Ay By Cy
R = A + B + C	Rx = Ax + Bx + Cx	Ry = Ay + By + Cy

Besar vektor **R** :

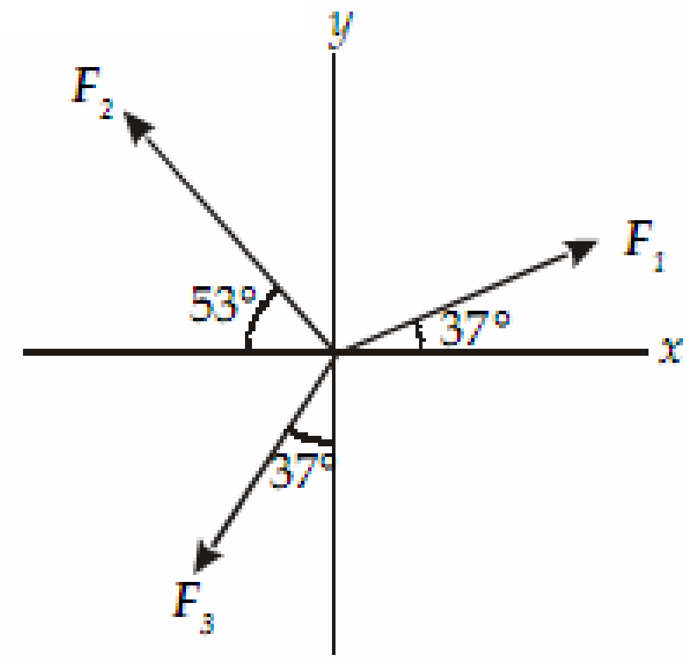
$$|R| = \sqrt{Rx^2 + Ry^2}$$

Arah vektor **R** terhadap sumbu X positif :

$$\text{tg}\,\theta = \frac{R_y}{R_x}$$

Contoh soal

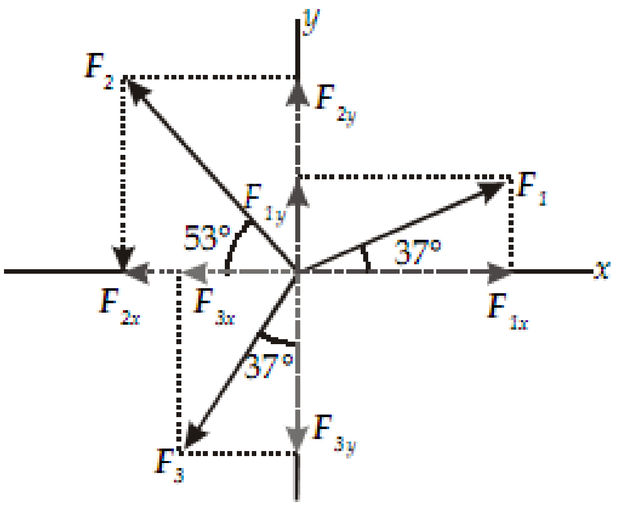
Tiga buah vektor gaya masing-masing besarnya
F_1 = 10 N, F_2 = 30 N, dan F_3 = 20 N.
Arah ketiga vektor tersebut ditunjukkan pada gambar.



Tentukanlah besar resultan ketiga vektor.

Penyelesaian

Uraian setiap vektor pada sumbu-x dan sumbu-y, seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Besar komponen setiap vektornya :

F_{1x} = F_1 cos 37° = 10 N x 0,8 = 8 N
F_{1y} = F_1 sin 37° = 10 N x 0,6 = 6 N

F_{2x} = -F_2 cos 53° = -30 N x 0,6 = -18 N
F_{2y} = F_2 sin 53° = 30 N x 0,8 = 24 N

F_{3x} = -F_3 sin 37° = -20 N x 0,6 = -12 N
F_{3y} = -F_3 cos 37° = -20 N x 0,8 = -16 N

Resultan pada sumbu-x dan sumbu-y masing-masing:

$$\sum R_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 8 + (-18) + (-12) = -22\ \text{N}$$
$$\sum R_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 6 + 24 + (-16) = 14\ \text{N}$$

Resultannya adalah :

$$R = \sqrt{\left(\sum R_x\right)^2 + \left(\sum R_y\right)^2} = \sqrt{(-22\ \text{N})^2 + (14\ \text{N})^2} = \sqrt{484\ \text{N} + 196\ \text{N}} = \sqrt{680\ \text{N}} = 26{,}1\ \ \text{N}$$

Perkalian Vektor

- Operasi perkalian vektor yaitu :
  - Perkalian skalar dengan vektor
  - Perkalian vektor dengan vektor.
    - Perkalian titik (dot product)
    - Perkalian silang (cross product)

Perkalian Skalar dengan Vektor

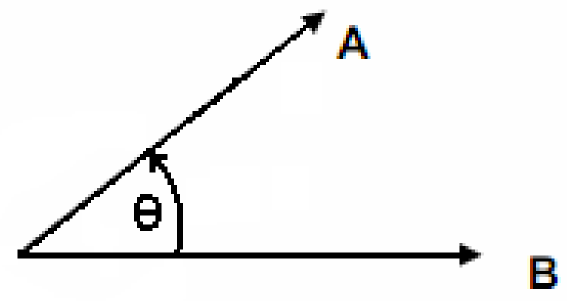
- Sebuah besaran skalar dengan nilai sebesar k, dapat dikalikan dengan sebuah vektor **A**
- Hasilnya sebuah vektor baru **C** yang nilainya sama dengan nilai k dikali nilai **A**.
  - Jika nilai k positif, maka arah **C** searah dengan **A**
  - Jika nilai k negatif, maka arah **C** berlawanan dengan arah **A**.
- Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\mathbf{C} = k\,\mathbf{A}$$

Perkalian Vektor dengan Vektor

Perkalian titik (dot Product)

- Perkalian titik (dot product) antara dua buah vektor **A** dan **B** menghasilkan besaran skalar **C**,



- Secara matematis sebagai berikut:

$$\mathbf{A} \bullet \mathbf{B} = C$$

  Dimana :

  A dan **B** adalah vektor

  C adalah besaran skalar

- Besar C adalah :

$$C = A \cdot B \ \cos \theta$$

Dimana :

A = |A| = besar vektor **A**

B = |B| = besar vektor **B**

θ = sudut antara vektor **A** dan vektor **B**

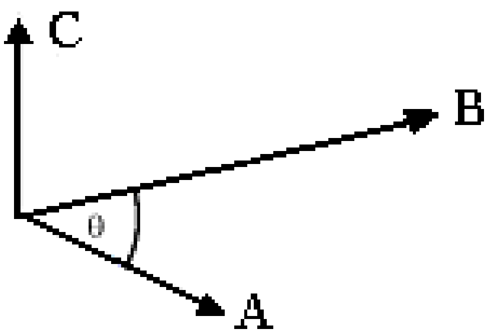
Sifat- sifat perkalian titik :

- bersifat komutatif :
  $\mathbf{A} \bullet \mathbf{B} = \mathbf{B} \bullet \mathbf{A}$
- bersifat distributif :
  $\mathbf{A} \bullet (\mathbf{B} + \mathbf{C}) = \mathbf{A} \bullet \mathbf{B} + \mathbf{A} \bullet \mathbf{C}$
- jika **A** dan **B** saling tegak lurus maka :
  $\mathbf{A} \bullet \mathbf{B} = 0$
- jika **A** dan **B** searah :
  $\mathbf{A} \bullet \mathbf{B} = A.B$
- jika **A** dan **B** berlawanan arah maka :
  $\mathbf{A} \bullet \mathbf{B} = -A.B$

Perkalian Vektor dengan Vektor

Perkalian silang (cross product)

- Perkalian silang (cross product) antara dua buah vektor **A** dan **B** akan menghasilkan vektor **C**.



- Secara matematis sebagai berikut:

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = \mathbf{C}$$

Dimana :

A, **B**, dan **C** adalah besaran vektor

- Nilai vektor C adalah :

$$C = A \,.\, B \sin \theta$$

Dimana :

A = |A| = besar vektor **A**

B = |B| = besar vektor **B**

θ = sudut antara vektor **A** dan vektor **B**

Sifat-sifat perkalian silang :

- bersifat anti komutatif :

  A x **B** = - **B** x **A**

- jika **A** dan **B** saling tegak lurus :

  A x **B** = A.B

- jika **A** dan **B** searah atau berlawanan arah :

  A x **B** = 0

Contoh perkalian titik

Dua buah vektor : **A** dan **B**

$\mathbf{A} \bullet \mathbf{B} = (Ax\,\mathbf{i} + Ay\,\mathbf{j} + Az\,\mathbf{k}) \,.\, (Bx\,\mathbf{i} + By\,\mathbf{j} + Bz\,\mathbf{k})$

$= AxBx\,\mathbf{i.i} + AxBy\,\mathbf{i.j} + AxBz\,\mathbf{i.k} + AyBx\,\mathbf{j.i} +$
$AyBy\,\mathbf{j.j} + AyBz\,\mathbf{j.k} + AzBx\,\mathbf{k.i} + AzBy\,\mathbf{k.j} +$
$AzBz\,\mathbf{k.k}$

$= AxBx + AyBy + AzBz$

Sifat-sifat perkalian titik vektor satuan :

i . i = j . j = k . k = 1

i . j = j . k = i . k = 0

Contoh Soal :

Tentukanlah hasil perkalian titik dari dua buah vektor berikut :

$A = 2i – 2j + 4k$

$B = i – 3j + 2k$

Penyelesaian :

$A \bullet B = 2 \,.\, 1 + (-2)(-3) + 4 \,.\, 2$

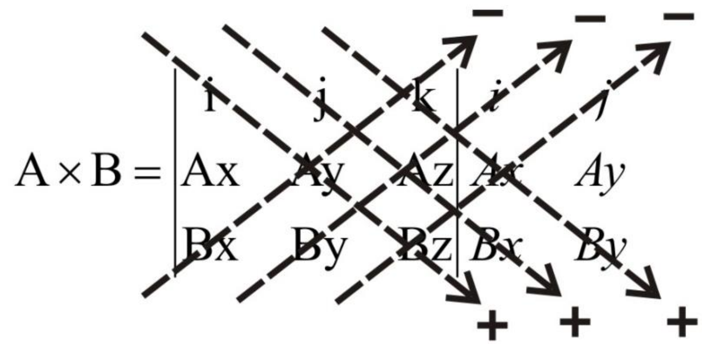
$= 2 + 6 + 8$

$= 16$

Contoh perkalian silang

Dua buah vektor **A** dan **B**

A x **B** = (Ax **i** + Ay **j** + Az **k**) x (Bx **i** + By **j** + Bz **k**)
= AxBx **ixi** + AxBy **ixj** + AxBz **ixk**
+ AyBx **jxi** + AyBy **jxj** + AyBz **jxk**
+ AzBx **kxi** + AzBy **kxj** + AzBz **kxk**
= AxBy **k** - AxBz j - AyBx **k** + AyBz **i**
+ AzBx **j** – AzBy **k**
= (AyBz – AzBy) **i** – (AxBz – AzBx) **j**
+ (AxBy – AyBx) **k**



Sifat-sifat perkalian silang vektor satuan :

i x i = j x j = k x k = 0

i x j = k	j x i = - k
k x i = j	i x k = - j
j x k = i	k x j = - i

Contoh Soal :

Tentukanlah hasil perkalian silang dari dua buah vektor berikut ini :

A = 2i – 2j + 4k
B = i – 3j + 2k

Penyelesaian :

$$\mathbf{A\,x\,B} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 2 & -2 & 4 \\ 1 & -3 & 2 \end{vmatrix}$$

A x **B** = {(-2).2 – (-3).4} **i** – { 4.1 - 2.2} **j** +
{2.(-3) – 1.(-2)} **k**
= (-4 + 12) **i** – (4 - 4) **j** + (-6 + 2) **k**
= 8 **i** – 0 **j** – 4 **k**
= 8 **i** – 4**k**

Terima Kasih