BAB II

V E K T O R

2.1. Besaran Vektor Dan Skalar

Ada beberapa besaran fisis yang cukup hanya dinyatakan dengan suatu angka dan satuan yang menyatakan besarnya saja. Ada juga besaran fisis yang tidak cukup hanya dinyatakan dengan besarnya saja, tetapi harus juga diberikan penjelasan tentang arahnya.

Besaran vektor :
Besaran yang dicirikan oleh besar dan arah
Contoh besaran vektor didalam fisika adalah: kecepatan, percepatan, gaya, perpindahan, momentum dan lain-lain.

Untuk menyatakan arah vektor diperlukan sistem koordinat.

Besaran skalar :
Besaran yang cukup dinyatakan oleh besarnya saja (besarnya dinyatakan oleh bilangan dan satuan)

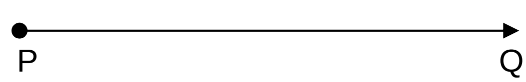
Contoh besaran skalar : waktu, suhu, volume, laju, energi, usaha dll.

Tidak diperlukan sistem koordinat dalam besaran skalar

2.2. Penggambaran, penulisan (Notasi) vektor

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

Pada gambar (2.1) digambar vektor dengan titik pangkalnya P, titik ujungnya Q serta sesuai arah panah dan nilai vektornya sebesar panjang.



Gambar 2.1 : Gambar sebuah vektor **PQ**

Titik P	: Titik Pangkal (titik tangkap)
Titik Q	: Ujung
Panjang PQ	: Nilai (besarnya) vektor tersebut = $\left\| \mathbf{PQ} \right\|$

Notasi (simbol) sebuah vektor dapat juga berupa huruf besar atau huruf kecil, biasanya berupa huruf tebal, atau berupa huruf yang diberi tanda panah di atasnya atau huruf miring.

Contoh :

Vektor **A** → (Berhuruf tebal)

Vektor $\overline{A}$ → (Huruf dengan tanda panah di atasnya)

Vektor *A* → (Huruf miring)

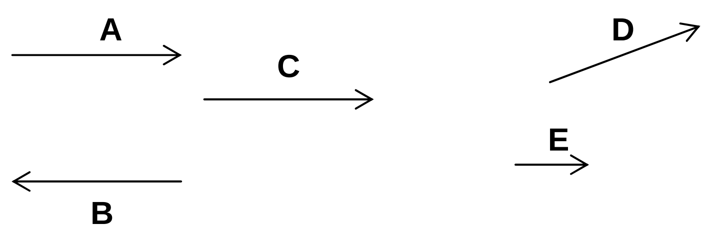
Untuk penulisan harga (nilai) dari vektor dituliskan dengan huruf biasa atau dengan memberi tanda mutlak dari vektor tersebut.

Contoh : Vektor **A**. Nilai vektor **A** ditulis dengan A atau $|A|$

Ada beberapa hal yang perlu diingat mengenai besaran vektor.

1. Dua buah vektor dikatakan sama jika mempunyai bila besar dan arah sama.
2. Dua buah vektor dikatakan tidak sama jika :
   a. Kedua vektor mempunyai nilai yang sama tetapi berlainan arah
   b. Kedua vektor mempunyai nilai yang berbeda tetapi arah sama
   c. Kedua vektor mempunyai nilai yang berbeda dan arah yang berbeda

Untuk lebih jelasnya lihat gambar di bawah ini:



Gambar 2.2 : Gambar beberapa buah vektor

Besar (nilai) vektor **A**, **B**, **C**, dan **D** sama besarnya. Nilai vektor **C** lebih kecil dari vektor **D**. Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa:

A = **C** artinya: nilai dan arah kedua vektor sama
A = **- B** artinya: nilainya sama tetapi arahnya berlawanan

Vektor **A** tidak sama dengan vektor **D** (Nilainya sama tetapi arahnya berbeda)
Vektor **D** tidak sama dengan vektor **E** (Nilai dan arahnya berbeda)

2.3. Penjumlahan dan pengurangan vektor

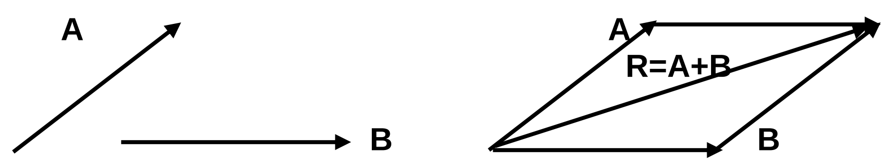
Mencari resultan dari beberapa buah vektor, berarti mencari sebuah vektor baru yang dapat menggantikan vektor-vektor yang dijumlahkan (dikurangkan)

Untuk penjumlahan atau pengurangan vektor, ada beberapa metode, yaitu:

1. Metode jajaran genjang
2. Metode segitiga
3. Metode poligon (segi banyak)
4. Metode uraian

2.3.1 Metode Jajaran Genjang

Cara menggambarkan vektor resultan dengan metode jajaran genjang adalah sebagai berikut.



Gambar 2.3 : Resultan vektor **A** + **B,** dengan metode jajaran genjang

Langkah-langkah :

a. Lukis vektor pertama dan vektor kedua dengan titik pangkal berimpit
b. Lukis sebuah jajaran genjang dengan kedua vektor tersebut sebagai sisi-sisinya
c. Resultannya adalah sebuah vektor, yang merupakan diagonal dari jajaran genjang tersebut dengan titik pangkal sama dengan titik pangkal kedua vektor tersebut

Besarnya vektor :

$$\mathbf{R} = R = \left| R \right| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos\theta} \qquad 2.1$$

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

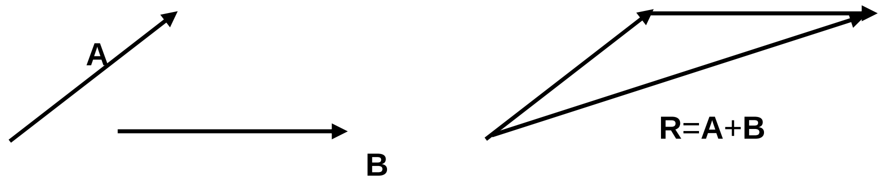
Catatan :

1. Jika vektor **A** dan **B** searah, berarti $\alpha = 0°$: R = A + B
2. Jika vektor **A** dan **B** berlawanan arah, berarti $\alpha = 180°$: R = A - B
3. Jika vektor **A** dan **B** saling tegak lurus, berarti $\alpha = 90°$: R = 0

Untuk pengurangan (selisih) vektor **R** = **A** – **B**, maka caranya sama saja, hanya vektor **B** digambarkan berlawanan arah dengan yang diketahui.

2.3.2 Metode Segitiga

Bila ada dua buah vektor **A** dan **B** akan dijumlahkan dengan cara segitiga maka tahap-tahap yang harus dilakukan adalah



Gambar 2.4 : Resultan vektor **A** + **B,** dengan metode segitiga

Langkah-langkah :

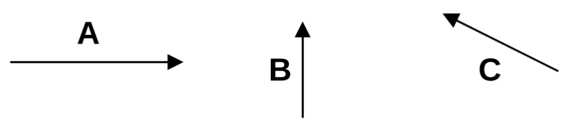
1. Gambarkan vektor **A**
2. Gambarkan vektor **B** dengan cara meletakkan pangkal vektor **B** pada ujung vektor **A**
3. Tariklah garis dari pangkal vektor **A** ke ujung vektor **B**
4. Vektor resultan merupakan vektor yang mempunyai pangkal di vektor **A** dan mempunyai ujung di vektor **B**

Jika ditanyakan **R** = **A** – **B**, maka caranya sama saja, hanya vektor **B** digambarkan berlawanan arah dengan yang diketahui

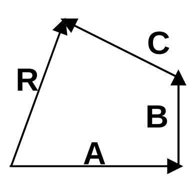
2.3.3 Metode poligon

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

Contoh :
Jumlahkan ketiga buah vektor **A**, **B**, dan **C** dengan metoda Poligon



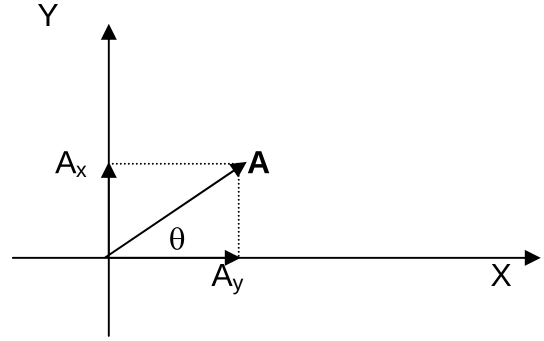
Jawab:
Resultan ketiga vektor **R** adalah **R** = **A** + **B** + **C**



Gambar 2.5. Penjumlahan vektor dengan metode poligon

2.3.4 Metode Uraian

Setiap vektor yang akan dijumlahkan (dikurangkan diuraikan terhadap komponen-komponennya (sumbu x dan sumbu y)



Gambar 2.5. Komponen – komponen sebuah vektor

Komponen vektor A terhadap sumbu X : $A_x = A \cos \theta$
Komponen vektor A terhadap sumbu Y : $A_y = A \sin \theta$

Vektor	Komponen X	Komponen Y
A **B** **C**	A_X B_X C_X	A_Y B_Y C_Y
R = **A** + **B** + **C**	$R_X = A_X + B_X + C_X$	$RY = A_Y + B_Y + C_Y$

Besar vektor R :

$$|R| = \sqrt{R_X{}^2 + R_Y{}^2} \qquad 2.2$$

Arah vektor R terhadadap sunbu X positif :

$$tg\theta = \frac{R_Y}{R_X} \qquad 2.3$$

Catatan :
Jika vektor **A** dinyatakan dengan vektor-vektor satuan **i** dan **j** maka, secara matematis vektor **A** dapat ditulis dengan

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

Yang merupakan penjumlahan kedua komponen-komponennya

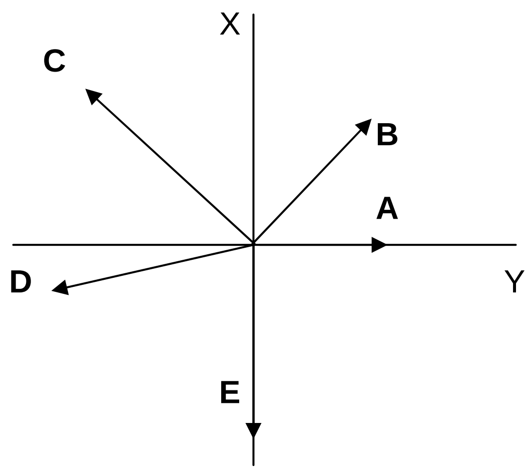
Atau $\mathbf{A} = \mathbf{A_x} + \mathbf{A_y}$

Nilai vektor A :

$$|A| = \sqrt{A_X{}^2 + A_Y{}^2} \qquad 2.4$$

Contoh :

1. Lima buah vektor digambarkan sebagai berikut :



Besar dan arah vektor pada gambar diatas :

Vektor	Besar (m)	Arah(^{0})
A	19	0
B	15	45
C	16	135
D	11	207
E	22	270

Hitung : Besar dan arah vektor resultan.
Jawab :

Vektor	Besar (m)	Arah(^{0})	Komponen X(m)	Komponen Y (m)
A	19	0	19	0
B	15	45	10.6	10.6
C	16	135	-11.3	11.3
D	11	207	-9.8	-5
E	22	270	0	-22
			R_X =8.5	RY =-5.1

Besar vektor **R** :

$$R = \sqrt{R_X{}^2 + R_Y{}^2} = \sqrt{8.5^2 + (-5.1)^2} = \sqrt{94.01} = 9.67 \text{ m}$$

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

$$\text{tg } \theta = \frac{-5.1}{8.5} = -0,6$$

$\theta = 329.03^0$ (terhadap x berlawanan arah jarum jam)

2.4 Perkalian Vektor

Untuk operasi perkalian dua buah vektor, ada dua macam operasi yaitu :

1. Perkalian skalar dengan vektor
2. Perkalian vektor dengan vektor.
    a. Perkalian titik (dot product)
    b. Perkalian silang (cross product)

2.4.1 Perkalian skalar dengan vektor

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

$$\mathbf{C} = k\,\mathbf{A} \qquad 2.5$$

2.4.2 Perkalian vektor dengan vektor

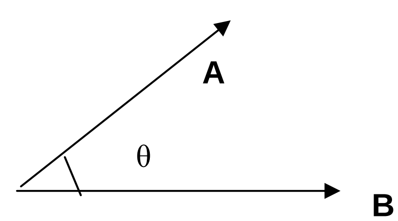
Ada dua jenis perkalian antara vektor dengan vektor. Pertama disebut perkalian titik (dot product) yang menghsilkan besaran skalar dan kedua disebut perkalian silang (cross product) yang menghasilkan besaran vektor.

2.4.2.1 Perkalian titik (dot Product)

Perkalian titik (dot product) antara dua buah vektor **A** dan **B** menghasilkan C, didefinisikan secara matematis sebagai berikut:

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

A dan **B** vektor
C besaran skalar
Besar C didefinisikan sebagai :



$$C = \boldsymbol{A} \,.\, \boldsymbol{B}\ \cos\theta \qquad 2.6$$

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

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

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

Sifat-sifat perkalian titik :

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

Contoh:

Usaha (W) yang dilakukan oleh gaya **F** untuk memindahkan benda sejauh s didefinisikan sebagai W = **F** • s.
Jika besar gaya F = 5 N, perpindahan s = 40 m dan gaya F membentuk sudut 60°, maka hitung besar usaha W.

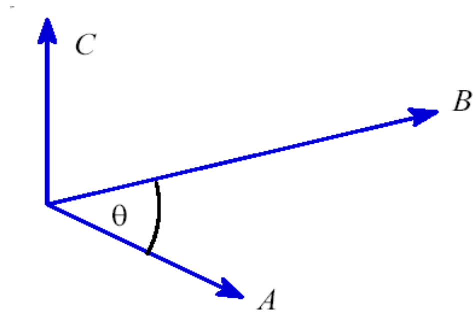
Jawab:

$W = \mathbf{F} \bullet \mathbf{s}$
$W = Fs \cos \theta$
$W = 2\text{ N} . 40\text{ m} \cos 60° = 5\text{ N} . 40\text{ m}. 0{,}5$
$W = 100\text{ N m} = 100\text{ Joule}$

2.4.2.2. Perkalian silang (cross product)

Perkalian silang (cross product) antara dua buah vektor **A** dan **B** akan menghasilkan **C**, didefinisikan sebagai berikut:

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = \mathbf{C} \qquad 2.7$$



Gambar 2.6. Perkalian vektor

A, **B**, dan **C** vektor
Nilai C didefinisikan sebagai

$$\mathbf{C} = \boldsymbol{A} . \boldsymbol{B} \sin \theta \qquad 2.8$$

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

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

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

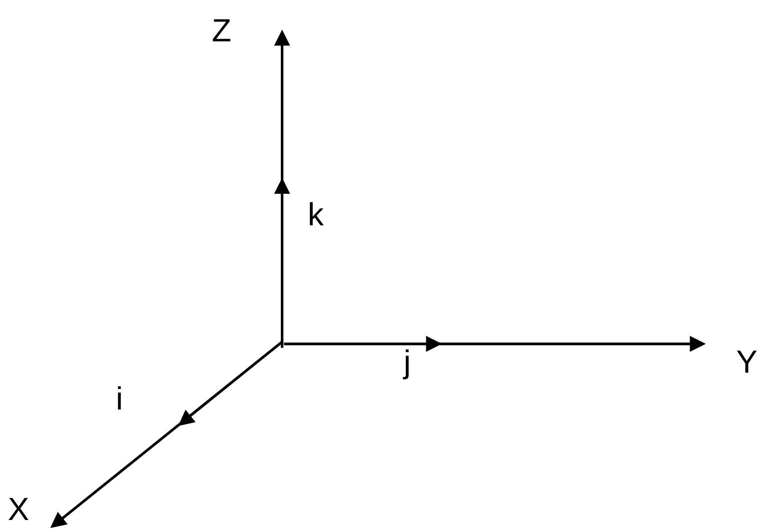
Arah vektor **C** dapat diperoleh dengan cara membuat putaran dari vektor **A** ke **B** melalui sudut θ dan arah **C** sama dengan gerak arah sekrup atau aturan tangan kanan..

Sifat-sifat perkalian silang (cross Product).

1. bersifat anti komutatif : **A** x **B** = - **B** x **A**
2. jika A dan B saling tegak lurus maka : **A** x **B** = ***A.B***
3. jika A dan B searah atau berlawanan arah : **A** x **B** = 0

2.5 Vektor Satuan

Vektor satuan adalah sebuah vektor yang didefinisikan sebagai satu satuan vektor. Jika digunakan sistem koordinat Cartesian (koordinat tegak) tiga dimensi, yaitu sumbu x dan sumbu y dan sumbu Z, vektor satuan pada sumbu x adalah i, vektor satuan pada sumbu y adalah j dan pada sumbu z adalah k. Nilai dari satuan vektor-vektor tersebut besarnya adalah satu satuan .



Gambar 2.7 : vektor satuan

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

$$\mathbf{i} \times \mathbf{I} = \mathbf{j} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} \times \mathbf{k} = \mathbf{0}$$

$$\begin{array}{ll} \mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} & \mathbf{j} \times \mathbf{i} = -\mathbf{k} \\ \mathbf{k} \times \mathbf{I} = \mathbf{j} & \mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j} \\ \mathbf{j} \times \mathbf{k} = \mathbf{i} & \mathbf{k} \times \mathbf{j} = -\mathbf{i} \end{array}$$

Penulisan suatu vektor **A** dalam koordinat katesian bedasarkan komponen-komponennya adalah :

$$\mathbf{A} = A_x\, i + A_y\, j + A_z\, k \qquad 2.9$$

Dimana A_x , A_y dan A_z adalah komponen A arah sumbu X, Y dan Z

Contoh perkalian titik dan perkalian silang dua buah vektor A dan B .

1. Pekalian titik.

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \,.\, \mathbf{B} &= (A_x\, i + A_y\, j + A_z\, k) \,.\, (A_x\, i + A_y\, j + A_z\, k) \\ &= AxBx\ i.i + AxBy\ i.j + AxBz\ i.k + AyBx\ j.i + AyBy\ j.j + AyBz\ j.k + \\ &\quad AzBx\ k.i + AzBy\ k.j + AzBz\ k.k \end{aligned}$$

$$\mathbf{A} \,.\, \mathbf{B} = AxBx + AyBy + AzBz \qquad 2.30$$

2. Perkalian silang.

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \times \mathbf{B} &= (A_x\, i + A_y\, j + A_z\, k) \times (A_x\, i + A_y\, j + A_z\, k) \\ &= AxBx\ ixi + AxBy\ ixj + AxBz\ ixk + AyBx\ jxi + AyBy\ jxj + AyBzjxk + \\ &\quad AzBx\ kxi + AzBy\ kxj + AzBz\ kxk \\ &= AxBy\ k - AxBz\ j - AyBx\ k + AyBz\ i + AzBx\ j - AzBy\ I \end{aligned}$$

$$\mathbf{A \times B} = (AyBz - AzBy)\, i - (AxBz - AzBx)\, j + (AxBy - AyBx) k \qquad 2.31$$

Salah satu cara untuk menyelesaikan perkalian silang adalah dengan metode determinan :

$$AxB = \begin{vmatrix} i & j & k \\ Ax & Ay & Az \\ Bx & By & Bz \end{vmatrix} \qquad 2.32$$

untuk mencari determinan matriksnya dengan mengunakan metode Sarrus :

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = \begin{array}{ccc|cc} i & j & k & i & j \\ Ax & Ay & Az & Ax & Ay \\ Bx & By & Bz & Bx & By \end{array}$$

= iAyBz + j AzBx + kAxBy – kAyBx – iAzBy – j AxBz

= (AyBz – AzBy) i – (AxBz – AzBx)j + (AxBy – AyBx)k 2.33

Cara lain yang mirip dengan metode diatas adalah dengan cara mereduksi determinan matriks 3x3 menjadi determinan matriks 2x2 sehingga lebih mudah menghitungnya :

$$AxB = \begin{vmatrix} i & j & k \\ Ax & Ay & Az \\ Bx & By & Bz \end{vmatrix}$$

$$= i\begin{vmatrix} Ay & Az \\ By & Bz \end{vmatrix} - j\begin{vmatrix} Ax & Az \\ Bx & Bz \end{vmatrix} + k\begin{vmatrix} Ax & Ay \\ Bx & By \end{vmatrix}$$

= (AyBz – AzBy) i – (AxBz – AzBx)j + (AxBy – AyBx)k 2.34

Contoh

1. Diketahui koordinat titik A adalah (2,-3,4). Tuliskan dalam bentuk vektor dan berapa besar vektornya ?

   Jawab :

   Vektor A = 2i – 3j + 4k

   A = $|A| = \sqrt{2^2 + (-3)^2 + 4^2}$ = $\sqrt{29}$ satuan

2. Tiga buah vektor dalam koordinat kartesius :

   A = 3i + j, B = - 2i, C = i + 2j

   Tentukan jumlah ketiga vector dan kemana arahnya?

   Jawab :

   R = A + B + C
   = (3i+j)+(-2i)+(i+2j)
   = 2i + 3j

Besar vektornya :

$R = \sqrt{2^2 + 3^2}$

$= \sqrt{13}$ satuan

Arahnya :

$\text{tg } \theta = \frac{3}{2}$

$= 1,5$

$\theta = 56,3^0$

3. Tentukanlah hasil perkalian titik dan perkalian silang dari dua buah vector berikut ini :

   A = 2i – 2j + 4k
   B = i – 3j + 2k

   Jawab :

   Perkalian titik :
   A. B = 2.1 +(-2)(-3) + 4.2
   = 16
   Perkalian silang :

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

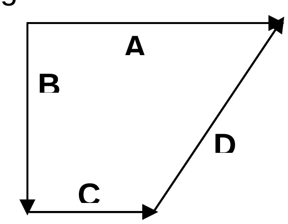
   = {(-2).2 – 4.(-3)}i – { 2.2 – 4.1}j + {2.(-3) – (-2).1}k
   = (-4+12)i – (4-4)j + (-6+4)k
   = 8i – 0 j – 2 k
   = 8i – 2k

SOAL – SOAL LATIHAN

A. PILIHAN GANDA :

1. Yang ketiganya termasuk besaran vektor adalah.....
   A. perpindahan, kuat medan listrik, usaha
   B. perpindahan, daya, impuls
   C. jarak, momentum, percepatan
   D. gaya, momentum, momen
   E. gaya, tekanan, impuls

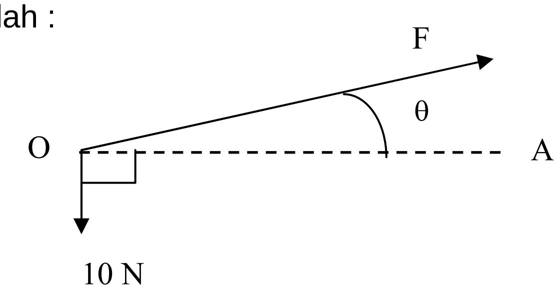
2. Empat buah vektor **A, B, C,** dan **D** memiliki arah dan besar seperti pada gambar berikut. Pernyataan yang benar adalah :
   A. **A + B + C = D**
   B. **A + B + D = C**
   C. **A + C + D = B**
   D. **B + C + D = A**
   E. **A + B + C + D = 0**



3. Dua gaya masing-masing 10 N bekerja pada suatu benda. Sudut di antara kedua gaya itu adalah 120°. Besar resultannya adalah : .
   A. 10 N
   B. 14 N
   C. 17 N
   D. 20 N
   E. 25 N

4. Jika besar vektor **A, B,** dan **C** masing-masing 12, 5, dan 13 satuan, dan **A + B = C**, maka sudut antara **A** dan **B** adalah :
   A. 0°
   B. 30°
   C. 45°
   D. 60°
   E. 90°

5. Perhatikan gambar di bawah. Dua buah vektor masing-masing besarnya 10 N dan F newton menghasilkan vektor resultan dengan besar 20 N dan dalam arah OA. Jika θ adalah sudut antara **F** dengan arah OA, maka nilai sin θ adalah :



A. $\frac{1}{5}$ D. $\frac{1}{2}$

B. $\frac{1}{3}$ E. $\frac{1}{5}\sqrt{2}$

C. $\frac{1}{5}\sqrt{5}$

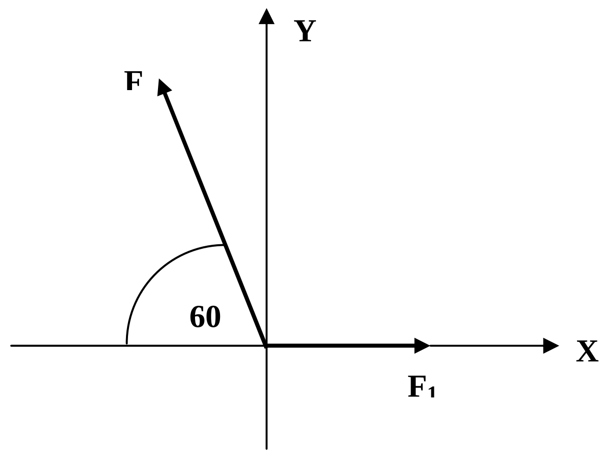
6. Dua vektor **A** dan **B** besarnya 40 dan 20 satuan. Jika sudut antara kedua vektor itu adalah 60° , maka besar dari **A – B** adalah :
   A. 20 D. $40\sqrt{3}$
   B. $20\sqrt{3}$ E.60
   C. 30

7. Jika dua vektor **P** dan **Q** sama panjang dan tegak lurus satu sama lain **(P ⊥ Q)**, maka sudut apit antara **P + Q** dan **P – Q** adalah :
   A. 30° D. 90°
   B. 45° E. 120°
   C. 60°

8. Dua buah vektor memiliki besar yang sama. Jika hasil bagi selisih dan resultan antara kedua vektor tersebut $\frac{1}{2}\sqrt{2}$, maka cosinus sudut apit antara kedua vektor tersebut adalah :
   A. $\frac{1}{3}$ D. $\frac{1}{2}\sqrt{3}$
   B. $\frac{1}{2}$ E. 1
   C. $\frac{1}{2}\sqrt{2}$

9. Manakah dari kumpulan gaya-gaya berikut yang tidak dapat memberikan jumlah vektor sama dengan nol :
   A. 10, 10, dan 10 N D. 10, 20, dan 40 N
   B. 10, 20, dan 20 N E. 20, 20, dan 40 N
   C. 10, 10, dan 20 N

10. Dua buah vektor masing-masing adalah F_1 = 10 satuan dan F_2 = 16 satuan. Resultan kedua vektor pada sumbu-X dan sumbu-Y adalah:

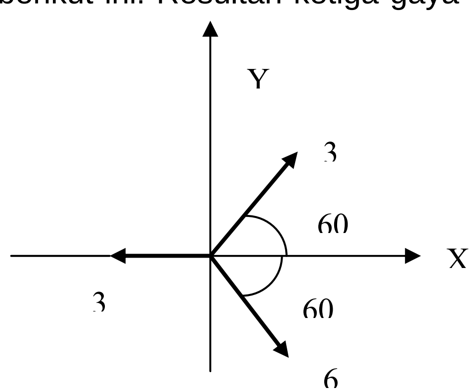


A. 2 satuan dan 8 satuan
B. 2 satuan dan $8\sqrt{3}$ satuan
C. $2\sqrt{3}$ satuan dan 8 satuan
D. 18 satuan dan 8 satuan
E. 18 satuan dan $8\sqrt{3}$ satuan

11. Komponen-komponen X dan Y dari vektor **A** masing-masing adalah 4 m dan 6 m. Komponen-komponen X dan Y dari vektor **(A + B)** masing-masing adalah 0 dan 9 m. Panjang vektor **B** adalah :
    A. 4 m
    B. 5 m
    C. 6 m
    D. 9 m
    E. 10 m

12. Diberikan dua vektor **A** = 6 meter ke utara dan **B** = 8 meter ke timur. Besar dari vektor 2**A** – **B** adalah :
    A. 4 m
    B. $4\sqrt{5}$ m
    C. 10 m
    D. $2\sqrt{52}$ m
    E. 20 m

13. Perhatikan gambar gaya-gaya berikut ini! Resultan ketiga gaya tersebut adalah :
    A. 0 N
    B. 2 N
    C. $2\sqrt{3}$ N
    D. 3 N
    E. $3\sqrt{3}$ N



14. Besaran yang diperoleh dari perkalian titik antara dua buah vektor adalah:
    1. usaha
    2. fluks listrik
    3. fluks magnetik
    4. fluks jajar genjang

    Pernyataan yang benar adalah :

    A. 1, 2, 3
    B. 1, 3
    C. 2, 4
    D. hanya 4
    E. 1, 2, 3, 4

15. Besaran yang diperoleh dari perkalian silang antara dua vektor adalah :
    A. gaya dan momentum sudut
    B. kopel dan gaya
    C. momen dan momentum sudut
    D. momen dan usaha
    E. usaha dan kopel

B. ESSAY :

1. 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 (m/s^2)
   f. Usaha (Joule atau Kg m^2/s^2)
   g. Temperatur (°C)
   h. Momentum (p) (Kg m/s)

2. Besaran-besaran pada soal no 1, tentukan besaran mana yang merupakan besaran pokok dan besaran mana yang merupakan besaran turunan?

3. Kita definisikan bahwa untuk vektor satuan gaya digambarkan 0,25 cm, artinya tiap satu newton, digambarkan dengan suatu vektor yang panjangnya 0,25 cm. Bila ada suatu vektor gaya besarnya 60 newton, maka berapakah panjang vektor yang harus digambarkan untuk menunjukkan gaya tersebut?

4. Tentukan besar (nilai) dan gambarkan pada sistem koordinat kartesian untuk dua dimensi, dari vektor-vektor di bawah ini:
   a. A = 7 i
   b. D = 3 i + 4 j
   c. C = 5 j

5. Tentukan besar dan arah dari vektor-vektor di bawah ini, jika komponen masing-masing di dalam koordinat Kartesian telah diketahui
   a. A_x = 6 cm, A_y = 8 cm b. F_x=3N, F_y=4N

6. Sebuah perahu bergerak dari suatu tepi sungai, tegak lurus aliran sungai dengan kecepatan 12 m/detik dan kecepatan aliran sungai adalah 5 m/detik. Jika lebar sungai 120 m, berapa jauhkah dan dimana perahu tersebut berada pada tepi lain dari sungai tersebut

7. Dua buah vektor terletak pada bidang xy. Besar kedua vektor masing-masing 3 clan 4 satuan: Kedua vektor masing-masing membentuk sudut 55^0 dan 280^0 terhadap sumbu x. Hitunglah besar dari perkalian titik dan perkalian silang kedua vektor ini !

8. Dua buah vektor saling tegak lurus. Resultannya 20 satuan, sedangkan salah satu vektor membuat sudut 30^0 dengan resultan. Berapa besar dar vektor-vektor ini!

9. Ada 3 buah vektor a, b, dan c yang sebidang. Besar vektor itu berturut-turut 10, 15 dan 20 satuan. Jika resultan dari dua vektor yang mana saja adalah sama besar dan berlawanan arah dengan vektor yang lain, tentukan sudut antara vektor a dan c!

10. Dua buah vektor a dan b masing-masing sebesar 10 dan 5 satuan mengapit sudut 30^0. Hitung besar selisih kedua vektor itu !

11. Dua buah vektor sebidang saling mengapit sudut θ. Jika besar jumlah dari kedua vektor itu sama dengan 4 kali besar selisih kedua vektor, hitung θ (besar kedua vektor sama)!

12. Diketahui jumlah 2 vektor empat kali besar vektor yang lebih kecii dan sudut yang dibentuk oleh vektor resultan itu dan dengan vektor yang lebih kecil adalah 30^0 bagaimanakah perbandingan kedua vektor ini? Hitung juga sudut apitnya !

13. Dua vektor yang besarnya sama membentuk sudut θ. Resultan dari kedua vektor itu adalah $\sqrt{3}$ dari besar masing-masing vektor. Hitung θ !

14. Sebuah vektor besarnya 6 satuan hendak diurai menjadi 2 buah vektor yang saling menyiku. Salah satu komponen vektor itu membuat sudut 60^0 dengan vektor tersebut. Hitung besar dari komponen-komponen vektor ini!
15. Jumlah dua buah vektor besarnya dua kali besar vektor yang lebih kecii. Jika kedua vektor membentuk sudut α ($\tan\alpha = 4/3$), berapakah perbandingan kedua vektor itu?

16. Dua buah vektor yang besarnya 6 dan 5 satuan mengapit sudut 30^0. Hitung sudut antara resultan vektor dengan vektor yang pertama !

17. Besar dari resultan vektor a dan b sama dengan besar selisih dari kedua vektor itu. Buktikan bahwa kedua vektor itu saling tegak lurus.
    (petunjuk : gunakan (a + b) . (a + b) = (a - b) . (a - b), untuk membuktikan bahwa : a . b = 0.) !

18. Jika : $a + b = c$ dan $a^2 + b^2 = c^2$, buktikan bahwa a dan b saling tegak lurus!