

Pendahuluan

Ada dua jenis besaran fisika yang selalu dipergunakan yaitu besaran vektor dan besaran skalar. Besaran vektor mengacu pada besaran-besaran yang mempunyai arah sedangkan besaran skalar hanya digunakan untuk besaran-besaran yang tidak memerlukan arah. Perbedaan mendasar dari kedua besaran ini terletak pada perhitungan matematisnya. Perhitungan matematis pada besaran skalar, sama persis dengan aljabar biasa. Sedangkan perhitungan besaran vektor tidak bisa dioperasikan seperti aljabar biasa tetapi sangat tergantung pada besar dan arah besaran tersebut.

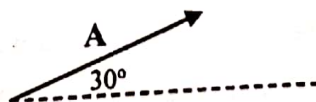
1.1 Besaran Skalar Dan Besaran Vektor

Besaran Skalar adalah besaran yang hanya memiliki besar (nilai) saja misalnya: *massa, temperatur, kerja, Volume, energi, kalor*, lain-lain.

Besaran Vektor adalah besaran yang memiliki besar (nilai) dan mempunyai arah misalnya : *pergeseran, kecepatan, gaya, luas, momentum, percepatan, medan listrik-magnet* dan lain-lain.

1.2 Notasi Dan Penggambaran Vektor

Notasi vektor ditulis menggunakan huruf cetak tebal (seperti **A**) atau dengan cara memberi tanda panah di atas huruf yang tidak dicetak tebal (seperti \vec{A}). Namun dalam buku ini, vektor akan dituliskan dengan huruf cetak tebal (**A**). Vektor digambarkan oleh segmen garis dengan anak panah pada salah satu sisinya. Besar vektor ditunjukkan oleh panjang garis dan arahnya ditunjukkan oleh tanda anak panah. Berikut adalah contoh penggambaran vektor **A** arahnya 30° terhadap sumbu-x positif:



Gambar 1-1: Vektor **A** mempunyai sudut 30° terhadap sumbu-x positif.

1.3 Melukis Resultan Vektor

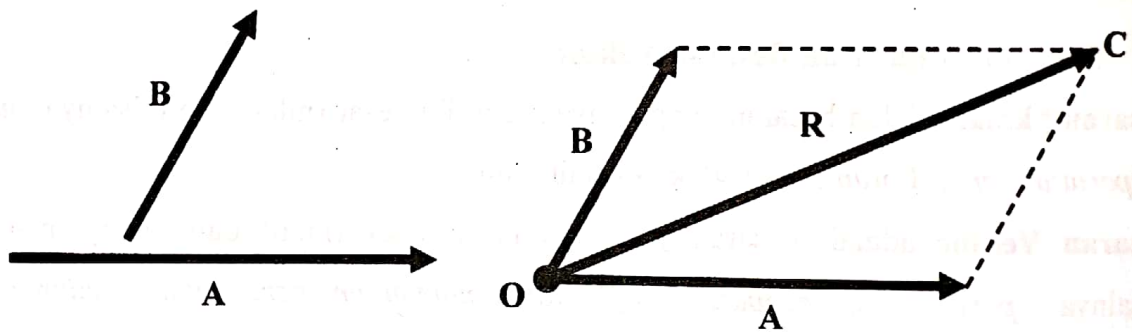
Resultan vektor adalah hasil jumlah dari dua vektor atau lebih. Pengurangan vektor dilakukan dengan cara menjumlah vektor dengan negatif dari vektor pengurang. Ada dua cara untuk resultan yaitu menggunakan metode jajaran genjang dan metode polygon.

1.3.1 Metode Jajaran Genjang

Melukis resultan dua vektor **A** dan vektor **B** dengan metode jajaran genjang.

Langkah-langkah melukis resultan vektor $R = A + B$

- Lukis vektor **A** dan Vektor **B** dengan kedua pangkal vektor berimpit.
- Lukis jajaran genjang dengan vektor **A** dan **B** sebagai sisi-sisinya.
- Diagonal jajaran genjang yang titik pangkalnya **O** sama dengan pangkal kedua vektor adalah resultan vektor. Panjang diagonal **OC** adalah besarnya resultan **R**.

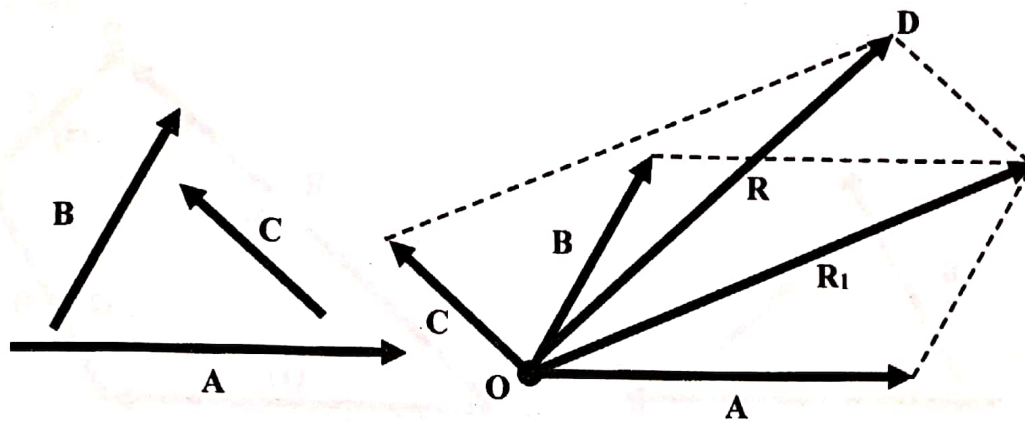


Gambar 1-2: Melukis Resultan dua vektor **A** dan vektor **B** dengan metode jajaran genjang

Melukis resultan tiga vektor **A**, vektor **B**, dan vektor **C** dengan metode jajaran genjang.

Langkah-langkah melukis resultan vektor $R = A + B + C$

- Lukis jajaran genjang 1 dengan vektor **A** dan **B** sebagai sisi-sisinya.
- Diagonal jajaran genjang yang titik pangkalnya sama dengan pangkal vektor **A** dan **B** adalah resultan vektor **R1**.
- Lukis jajaran genjang 2 dengan vektor **C** dan **R1** sebagai sisi-sisinya.
- Diagonal jajaran genjang yang titik pangkalnya sama dengan pangkal vektor **R1** dan **C** adalah resultan vektor **R**. Panjang diagonal **OD** adalah besarnya vektor **R**.



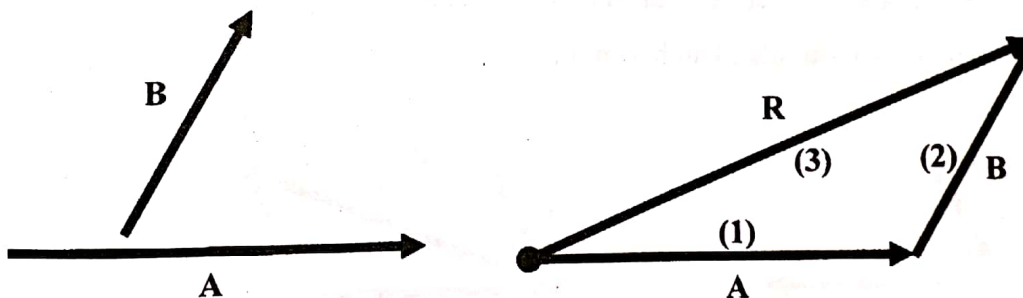
Gambar 1-3: Melukis Resultan tiga vektor A, vektor B dan vektor C dengan metode jajaran genjang

1.3.2 Metode Polygon

Melukis resultan dua vektor A dan vektor B dengan metode polygon.

Langkah-langkah melukis resultan vektor $R = A + B$

- Letakkan pangkal vektor B tepat pada ujung vektor A
- Lukis garis hubung dari pangkal vektor A sampai ujung vektor B
- panjang garis tersebut adalah besar resultan vektor R.



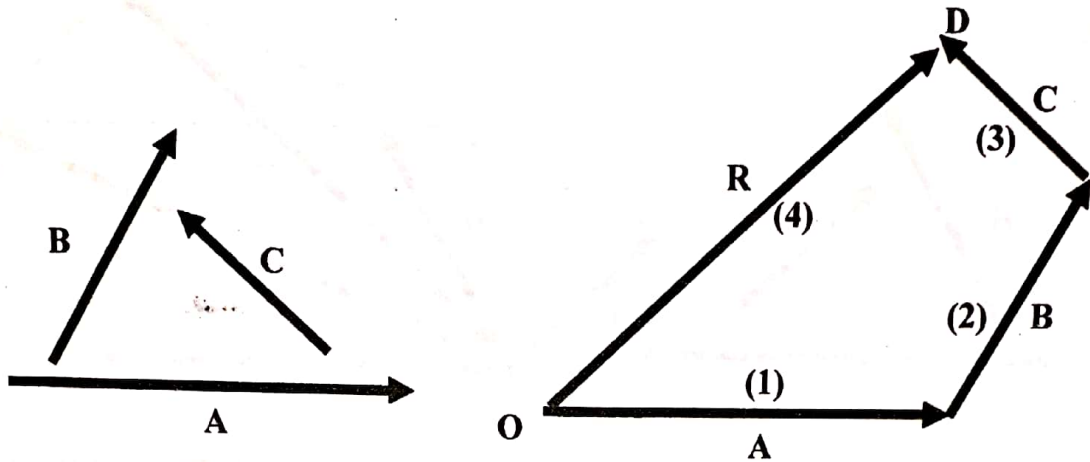
Gambar 1-4: Melukis Resultan dua vektor A dan vektor B dengan metode polygon

Melukis resultan tiga vektor A, vektor B, dan vektor C dengan metode jajaran genjang.

Langkah-langkah melukis resultan vektor $R = A + B + C$

- Letakkan pangkal vektor B tepat pada ujung vektor A.
- Letakkan pangkal vektor C tepat berimpit dengan ujung vektor B.
- Lukis garis hubung dari pangkal vektor A sampai ujung vektor C

- panjang garis tersebut adalah besar resultan vektor R .



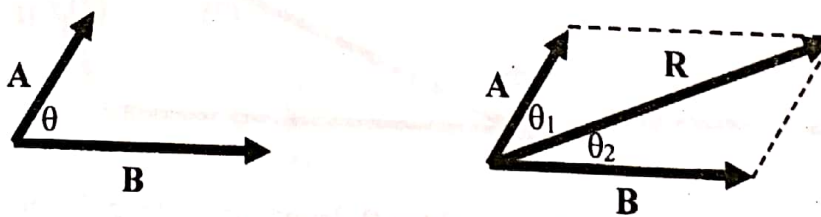
Gambar 1-5: Melukis Resultan tiga vektor A, vektor B dan vektor C dengan metode polygon

1.4 Menghitung Besar Resultan Secara Analitis

Untuk mengetahui secara tepat berapa besar resultan yang dihasilkan dan arahnya terhadap vektor pembentuk resultan maka diperlukan sebuah analisis perhitungan yang akurat.

1.4.1 Resultan Dua Buah Vektor

Misalkan diketahui dua buah vektor A dan B yang membentuk sudut θ . Resultan R dari jumlah vektor $A + B$ diperoleh dari diagonal jajaran genjang yang dibentuk oleh A serta B setelah titik awal ditempatkan berimpit.



Gambar 1-6: Resultan dari dua buah vektor A dan B
Besar resultan R dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

1-1

Arah resultan **R** terhadap vektor **A** adalah θ_1 dan terhadap vektor **B** adalah θ_2 dihitung dengan persamaan berikut:

$$\frac{\sin \theta}{R} = \frac{\sin \theta_1}{B} = \frac{\sin \theta_2}{A} \quad 1-2$$

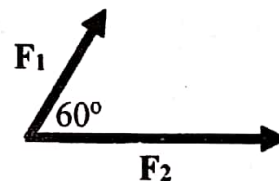
Contoh 1-1

Dua buah gaya masing-masing $F_1 = 10 \text{ N}$ dan $F_2 = 20 \text{ N}$ saling membentuk sudut 60° . Tentukan : (a) resultan **F** dari kedua gaya tersebut. (b) arah gaya resultan **F** terhadap F_1 dan F_2 .

Jawab:

Besar Resultan gaya

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha} \\ F &= \sqrt{10^2 + 20^2 + 2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot \cos 60^\circ} \\ F &= \sqrt{700} \text{ N} \end{aligned}$$

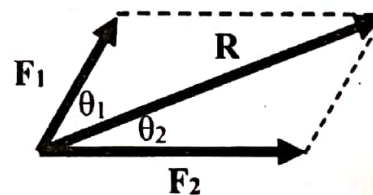


Menentukan arah gaya resultan terhadap F_1 dan F_2 .

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sqrt{700}} = \frac{\sin \theta_1}{F_2} = \frac{\sin \theta_2}{F_1}$$

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sqrt{700}} = \frac{\sin \theta_2}{10} \quad \rightarrow \quad \sin \theta_2 = \frac{10 \cdot \sin 60^\circ}{\sqrt{700}} \quad \rightarrow \quad \theta_2 = 19,1^\circ$$

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sqrt{700}} = \frac{\sin \theta_1}{20} \quad \rightarrow \quad \sin \theta_1 = \frac{20 \cdot \sin 60^\circ}{\sqrt{700}} \quad \rightarrow \quad \theta_1 = 40,9^\circ$$

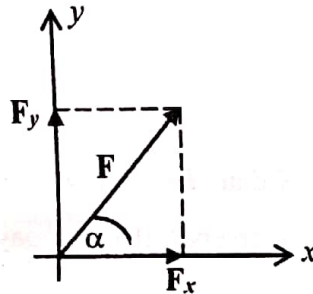


Arah gaya resultan terhadap F_1 adalah $\theta_1 = 40,9^\circ$

Arah gaya resultan terhadap F_2 adalah $\theta_2 = 19,1^\circ$

1.4.2 Penguraian Vektor

Sebuah vektor F dapat diuraikan menjadi dua buah vektor F_x dan F_y yang disebut vektor komponen dalam arah sumbu- x dan sumbu- y . Perhatikanlah cara menguraikan sebuah vektor F pada sumbu- x dan sumbu- y berikut :



Gambar 1-7: Penguraian vektor F menjadi dua buah vektor F_x dan F_y

F_x = komponen vektor F pada sumbu- x

F_y = komponen vektor F pada sumbu- y

α = sudut antara F dan F_x

maka besar komponen vektornya adalah:

$$F_x = F \cdot \cos \alpha \quad 1-3(a)$$

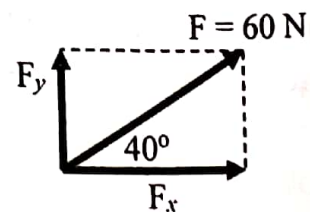
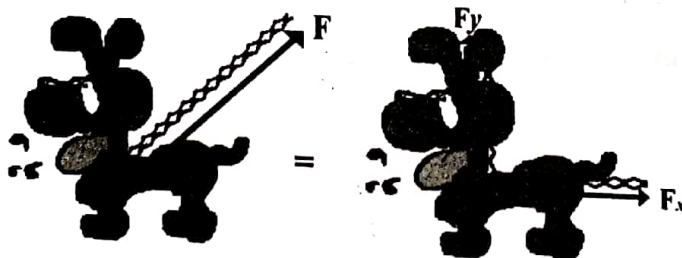
$$F_y = F \cdot \sin \alpha \quad 1-3(b)$$

$$F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2} \quad 1-3(c)$$

Contoh 1-2

Seekor anjing ditarik oleh majikannya dengan gaya 60 N membentuk sudut 40° terhadap arah mendatar. Tentukan gaya mendatar dan gaya vertikal yang dialami oleh anjing tersebut.

Jawab:



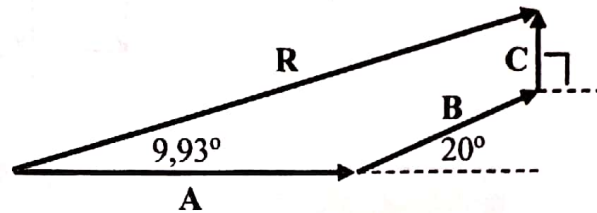
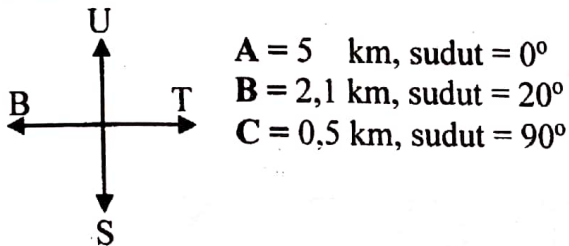
$$F_x = 60\text{ N} \times \cos 40^\circ = 45.9\text{ N}$$

$$F_y = 60\text{ N} \times \sin 40^\circ = 38.6\text{ N}$$

Contoh 1-3

Sebuah mobil berjalan ke arah timur sejauh 5 km diwakili oleh vektor A, kemudian melanjutkan perjalanan hingga menempuh jarak 2,1 km arahnya 20° terhadap sumbu-x positif diwakili oleh vektor B dan akhirnya ke utara sejauh 0,5 km yang diwakili oleh vektor C. Tentukan resultan perpindahan mobil tersebut dan kemana arahnya?

Jawab:



$$A_x = 5 \cdot \cos 0^\circ = 5 \text{ km}$$

$$A_y = 5 \cdot \sin 0^\circ = 0 \text{ km}$$

$$B_x = 2,1 \cdot \cos 20^\circ = 1,97 \text{ km}$$

$$B_y = 2,1 \cdot \sin 20^\circ = 0,718 \text{ km}$$

$$C_x = 0,5 \cdot \cos 90^\circ = 0 \text{ km}$$

$$C_y = 0,5 \cdot \sin 90^\circ = 0,5 \text{ km}$$

$$R_x = A_x + B_x + C_x$$

$$R_y = A_y + B_y + C_y$$

$$= 5 + 1,97 + 0$$

$$= 0 + 0,718 + 0,5$$

$$= 6,97$$

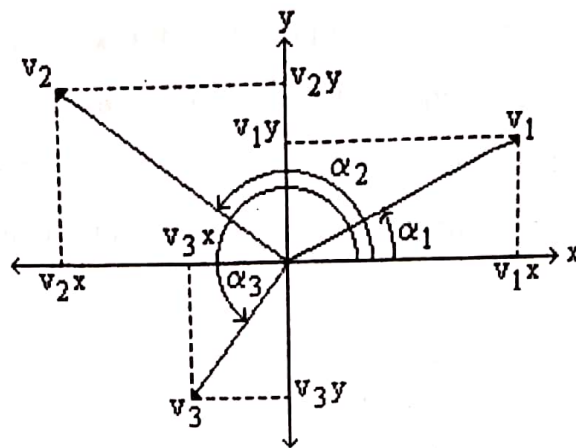
$$= 1,22$$

$$R = 6,97 i + 1,22 j \quad \text{besar resultan } R = \sqrt{(6,97)^2 + (1,22)^2} = 7,08$$

$$\text{Arah resultan } \theta: \quad \tan \theta = \frac{1,22}{6,97}, \text{ maka } \theta = 9,93^\circ$$

1.4.3 Resultan Dua Vektor Atau Lebih

Metode ini dianjurkan bila jumlah vektor yang dijumlahkan lebih dari satu. Misalkan diketahui 3 buah vektor v_1 , v_2 , dan v_3 , masing-masing membentuk sudut α_1 , α_2 , α_3 , terhadap sumbu-x positif. Tiap-tiap vektor diuraikan menjadi komponen-komponen vektor searah sumbu-x dan sumbu-y dari sistem koordinat kartesius.



Vektor	α	$v_x = v \cos \alpha$	$v_y = v \sin \alpha$
v_1	α_1	$v_{1x} = v \cos \alpha_1$	$v_{1y} = v \sin \alpha_1$
v_2	α_2	$v_{2x} = v \cos \alpha_2$	$v_{2y} = v \sin \alpha_2$
v_3	α_3	$v_{3x} = v \cos \alpha_3$	$v_{3y} = v \sin \alpha_3$
		$\sum v_x = \dots\dots\dots$	$\sum v_y = \dots\dots\dots$

Resultan $R = \sum v_x i + \sum v_y j$ dan besar resultan R adalah

$$R = \sqrt{(\sum v_x)^2 + (\sum v_y)^2} \quad 1-4(a)$$

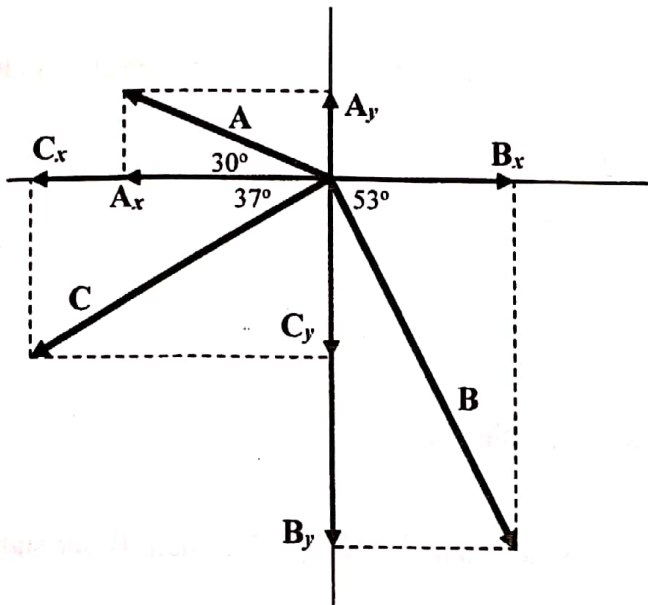
Arah Resultan terhadap sumbu-x positif adalah θ , dimana :

$$\tan \theta = \frac{\sum v_y}{\sum v_x} \quad 1-4(b)$$

Contoh 1-4

Diketahui tiga buah vektor: $A = 10$ km membentuk sudut 30° terhadap sumbu-x negatif, $B = 25$ km membentuk sudut -53° terhadap sumbu-x positif dan $C = 10$ km membentuk sudut -37° terhadap sumbu-x negative. Hitung besar resultan dan arahnya terhadap sumbu-x positif.

Jawab: Bila masing-masing vektor diuraikan diperoleh :



$$A_x = -10 \text{ km} \cos 30^\circ = -8.66 \text{ km}$$

$$A_y = 10 \text{ km} \sin 30^\circ = 5 \text{ km}$$

$$B_x = 25 \text{ km} \cos 53^\circ = 15 \text{ km}$$

$$B_y = -25 \text{ km} \sin 53^\circ = -20 \text{ km}$$

$$C_x = -10 \text{ km} \cos 37^\circ = -8 \text{ km}$$

$$C_y = -10 \text{ km} \sin 37^\circ = -6 \text{ km}$$

Kemudian semua komponen vektor dimasukkan dalam tabel berikut:

Vektor	v_x	v_y
A	$A_x = -8.66 \text{ km}$	$A_y = 5 \text{ km}$
B	$B_x = 15 \text{ km}$	$B_y = -20 \text{ km}$
C	$C_x = -8 \text{ km}$	$C_y = -6 \text{ km}$
	$\Sigma v_x = -1.66 \text{ km}$	$\Sigma v_y = -21 \text{ km}$

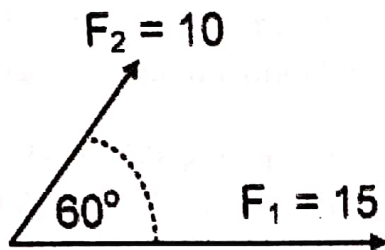
Resultan $R = -1.66 i - 21 j$ km, dan besar resultan R dan arahnya θ terhadap sumbu-x positif adalah

$$R = \sqrt{(\Sigma v_x)^2 + (\Sigma v_y)^2} = \sqrt{(-1.66)^2 + (-21)^2} = 21.1 \text{ km}$$

$$\tan \theta = \frac{\Sigma v_y}{\Sigma v_x} = \frac{-21}{-1.66} = 12.65 \quad \rightarrow \theta = 265.5^\circ$$

Soal-Soal Latihan

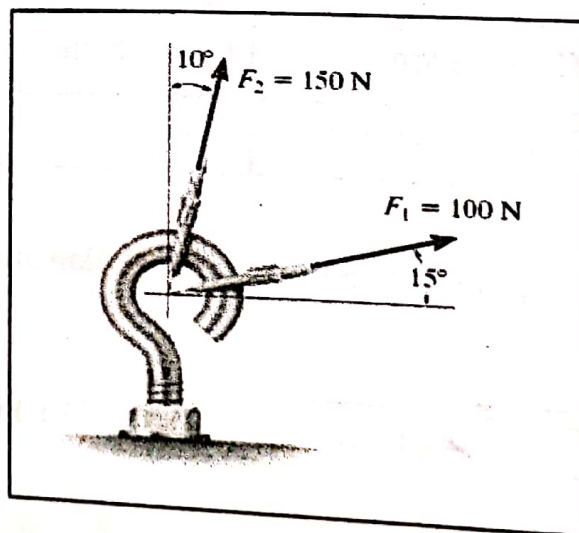
1. Dua buah vektor masing-masing $F_1 = 15$ satuan dan $F_2 = 10$ satuan mengapit sudut 60° .



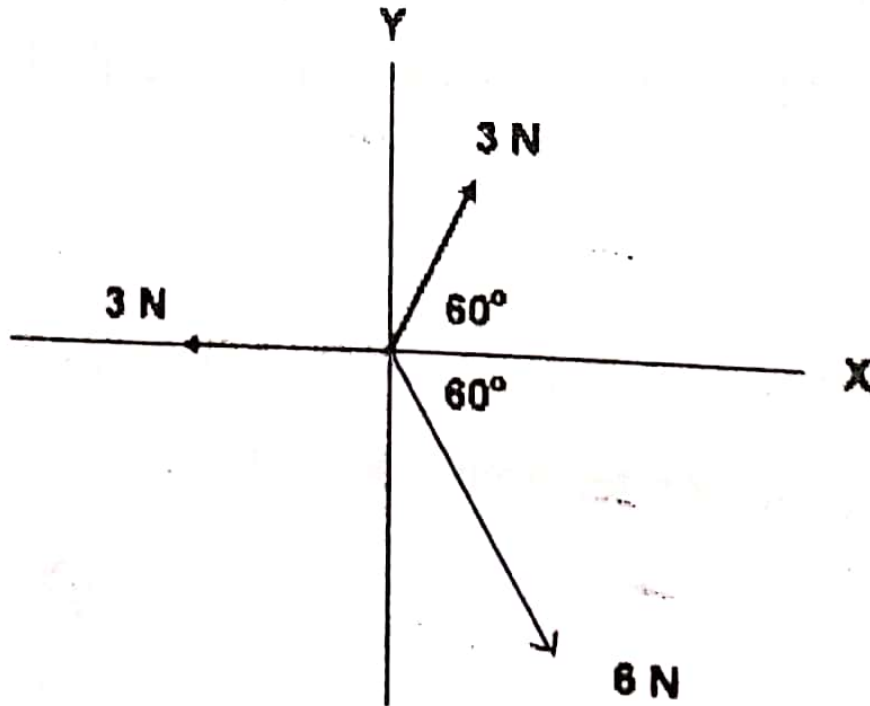
Tentukan arah resultan kedua vektor dan arahnya!

2. Vektor $|\vec{A}| = 5$ satuan, $|\vec{B}| = 3$ satuan, sedangkan $|\vec{A} + \vec{B}| = 7$ satuan. Besar sudut apit kedua vektor tersebut adalah

3. Tentukan resultan R, besar resultan dan arahnya bila dua buah gaya $F_1 = 100$ N dan $F_2 = 150$ N bekerja pada sebuah baut seperti gambar berikut

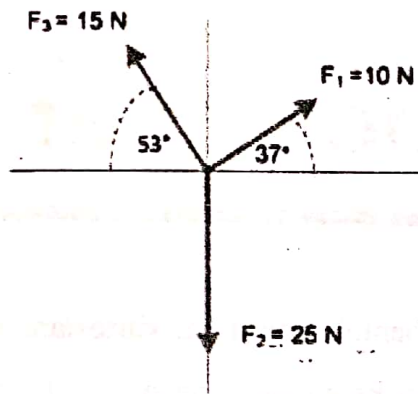


13. Perhatikan gambar gaya-gaya di bawah ini!



Tentukan besar resultan dan arahnya dari ketiga gaya tersebut.

14. Diberikan 3 buah vektor $F_1 = 10 \text{ N}$, $F_2 = 25 \text{ N}$ dan $F_3 = 15 \text{ N}$ seperti gambar berikut.



Tentukan:

- Resultan ketiga vektor
 - Arah resultan terhadap sumbu X
- [$\sin 37^\circ = (3/5)$, $\sin 53^\circ = (4/5)$]
 [$\cos 37^\circ = (4/5)$, $\cos 53^\circ = (3/5)$]

15. Resultan dari vector vector berikut adalah ...

