



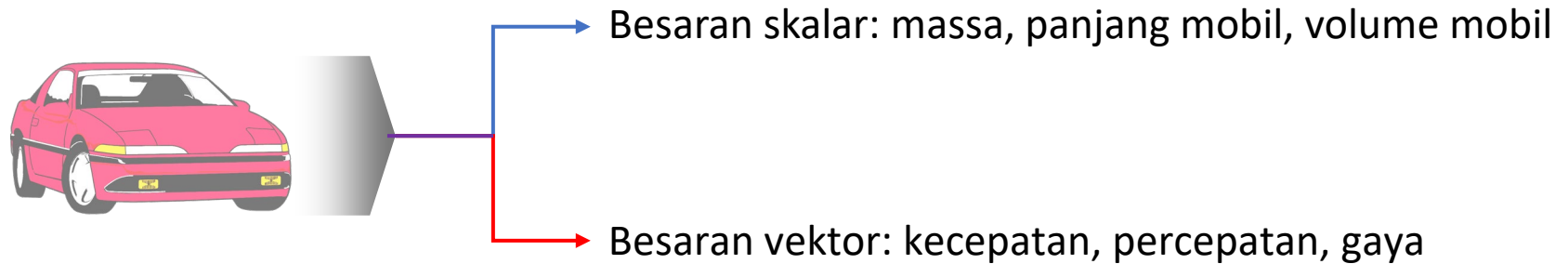
# VEKTOR

Fisika Dasar I



# Besaran Vektor dan Skalar

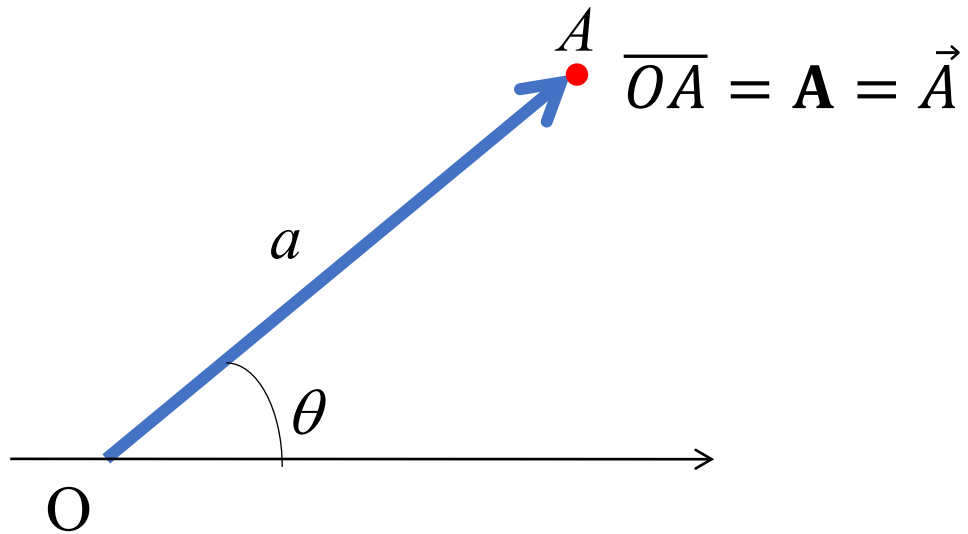
- Besaran vektor: mempunyai nilai/harga dan arah.
- Besaran skalar: mempunyai nilai/harga saja (tidak memiliki arah)





# Representasi Vektor

- Cara Geometri



Huruf tebal

Vektor  $\overline{OA}$  atau **A** atau  $\vec{A}$ :  $a \angle \theta$

Modulus/**besar** atau panjang nya:

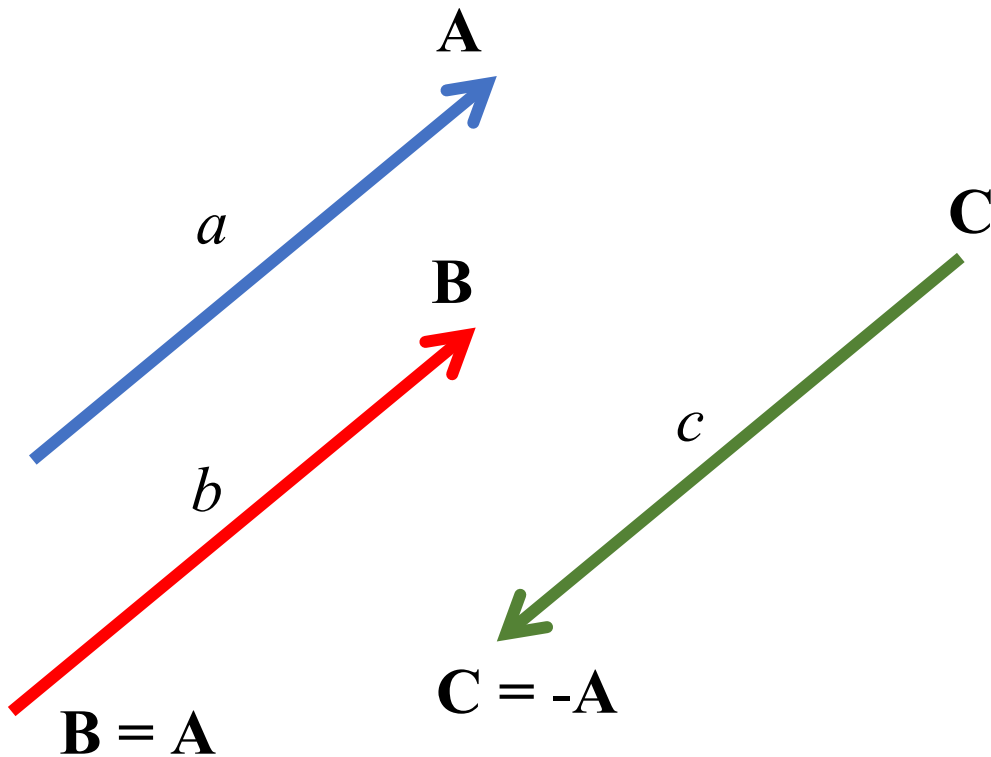
$$|\mathbf{A}| = a$$

**Arahnya**:  $\theta$  terhadap horizontal



# Representasi Vektor

- Cara Geometri



Vektor **A** dan **B** besarnya sama dan sejajar (arahnya sama) → dapat dikatakan vektor **A** = vektor **B**

Vektor **A** dan **C** besarnya sama tetapi berlawanan arah → dapat dikatakan vektor **A** = - vektor **C**



# Representasi Vektor

- Cara Analitis

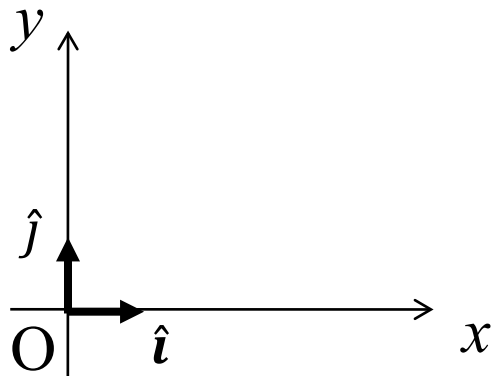
➔ Merepresentasikan vektor dalam suatu sistem koordinat, misalnya kartesian. **Tidak perlu membuat gambar atau sketsa**, cukup dinyatakan dengan **vektor satuan**:

$\hat{i}$  yang menyatakan arah ke sumbu  $x$  positif

$\hat{j}$  yang menyatakan arah ke sumbu  $y$  positif

$\hat{k}$  yang menyatakan arah ke sumbu  $z$  positif

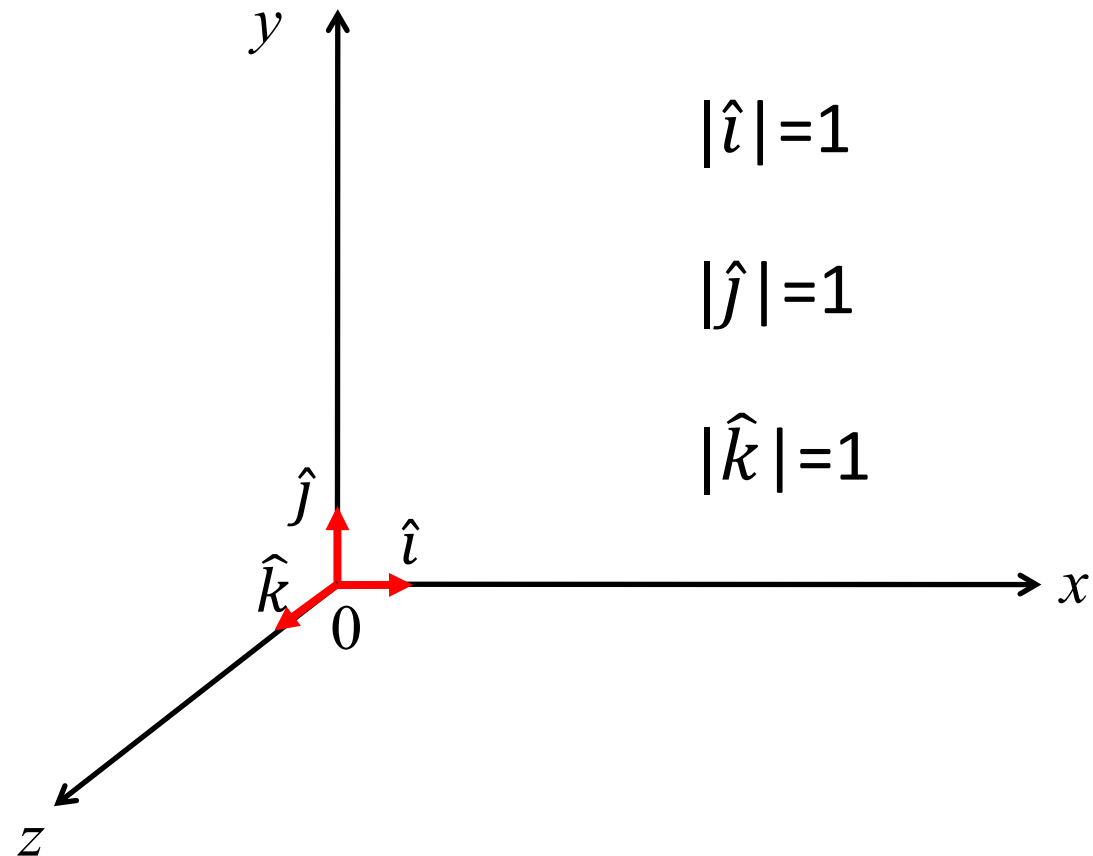
➔ **Vektor satuan** adalah vektor yang panjangnya satu satuan, yang berfungsi untuk menunjukkan arah, misal pada system koordinat kartesian dua dimensi:







# Vektor Satuan



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

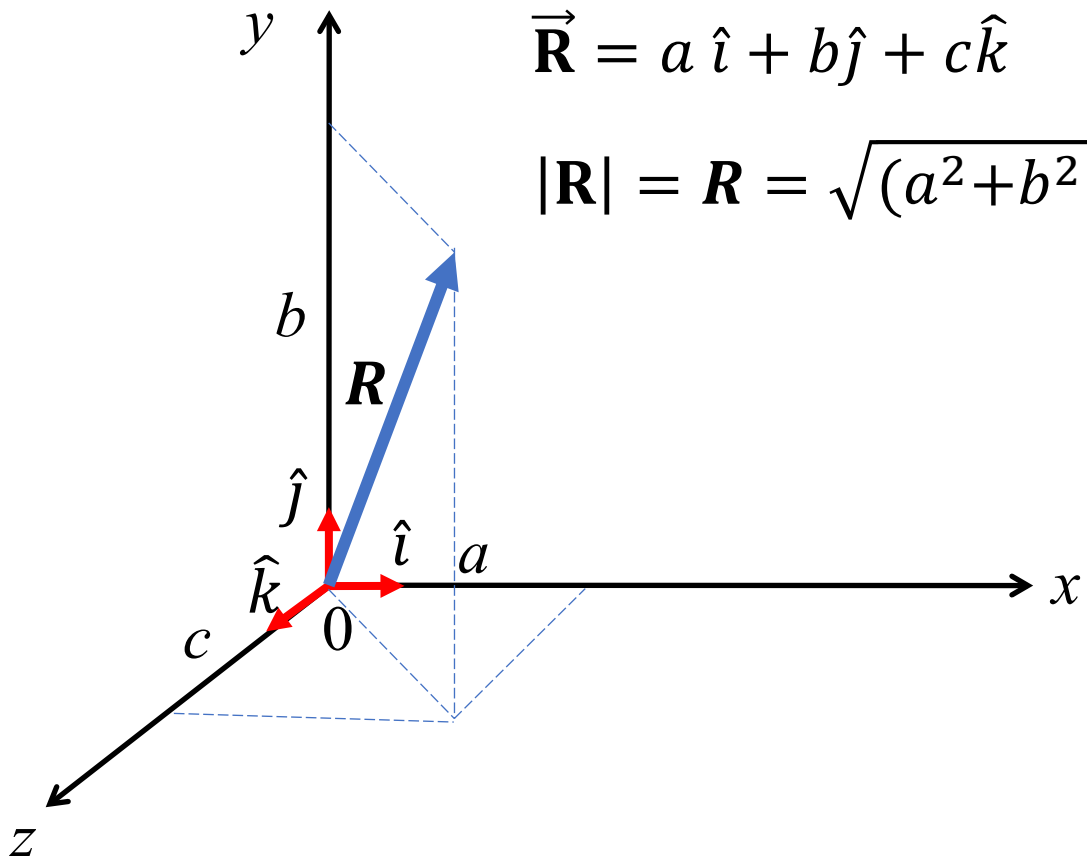
$$|\hat{j}|=1$$

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

- Vektor satuan: vektor dengan nilai/harga 1 dan memiliki arah di sumbu tertentu.
- Kegunaan: menentukan/menunjukkan arah
- Vektor satuan yang mengarah ke sumbu positif dari sumbu  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  diberi label sebagai  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$ , dan  $\hat{k}$ ; dimana tanda  $\hat{\phantom{x}}$  menunjukkan bahwa vektor tersebut merupakan vektor satuan.

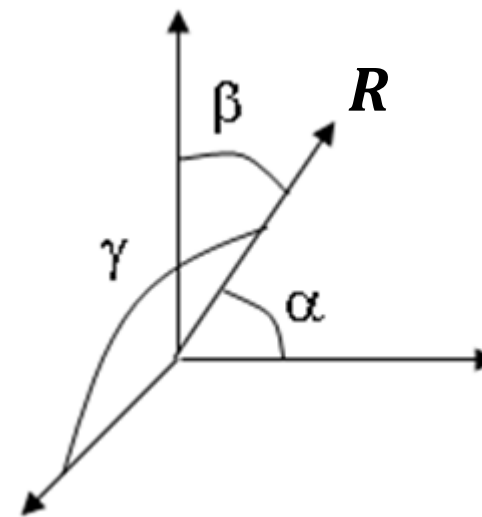


# Vektor Satuan



$$\vec{R} = a \hat{i} + b \hat{j} + c \hat{k}$$

$$|\mathbf{R}| = R = \sqrt{(a^2 + b^2 + c^2)}$$



$$\cos \alpha = \frac{a}{R}$$

$$\cos \beta = \frac{b}{R}$$

$$\cos \gamma = \frac{c}{R}$$

Vektor satuan  $\vec{R}$  = vektor itu dibagi besarnya

$$\hat{R} = \frac{\vec{R}}{R}$$

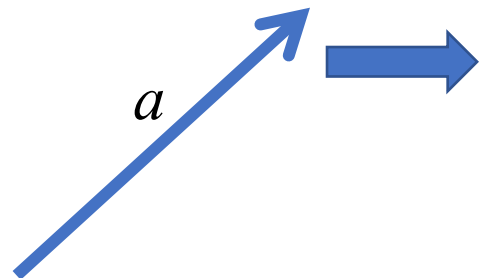
$$\hat{R} = \cos \alpha \hat{i} + \cos \beta \hat{j} + \cos \gamma \hat{k}$$



# Representasi Vektor

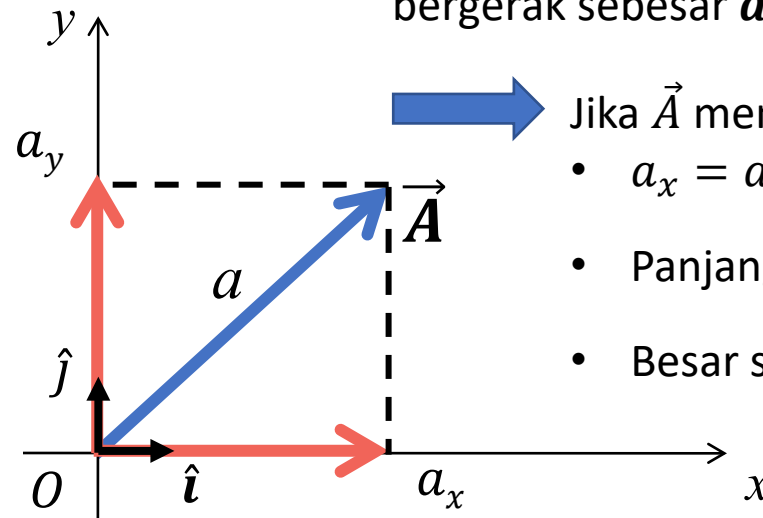
## • Cara Analitis

Misal ada vektor  $\vec{A}$   
Dengan panjang  $a$



Secara analitis, cukup dinyatakan dalam bentuk  $\vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$

Yang sebenarnya  $a_x$  dan  $a_y$  adalah proyeksi  $\vec{A}$  ke sumbu  $x$  dan  $y$ , sehingga  $\vec{A}$  dapat dikatakan vektor yang dibentuk mulai dari titik  $O$  bergerak sebesar  $a_x$  ke arah sumbu  $x$  dan sebesar  $a_y$  ke arah sumbu  $y$



Jika  $\vec{A}$  membentuk sudut  $\theta$  dengan sumbu  $x$ , maka dipenuhi:

- $a_x = a \cos \theta$  ;  $a_y = a \sin \theta$
- Panjang/modulus  $\vec{A} = |\vec{A}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$
- Besar sudut  $\theta$  dihitung dari  $\tan \theta = \frac{a_y}{a_x}$





# Operasi Matematika pada Vektor dan Skalar

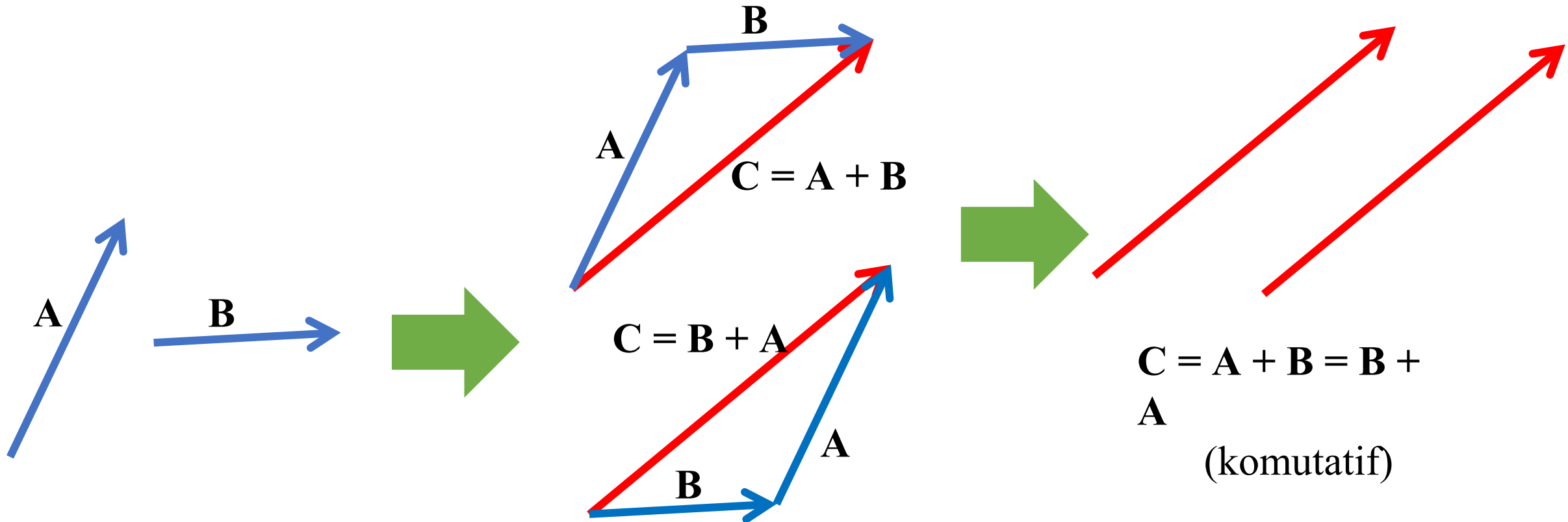
Operasi Skalar	Operasi Vektor
Penjumlahan	Penjumlahan
Pengurangan	Pengurangan
Perkalian	Perkalian titik ( <i>dot product</i> )
Pembagian	Perkalian silang ( <i>cross product</i> )
Pemangkatan	
Peng-akar-an	

Cara Geometris (kedua vektor harus dinyatakan dalam gambar)

Cara Analitis (tidak perlu digambar, kedua vektor harus dinyatakan dalam notasi vektor satuan dalam system koordinat)

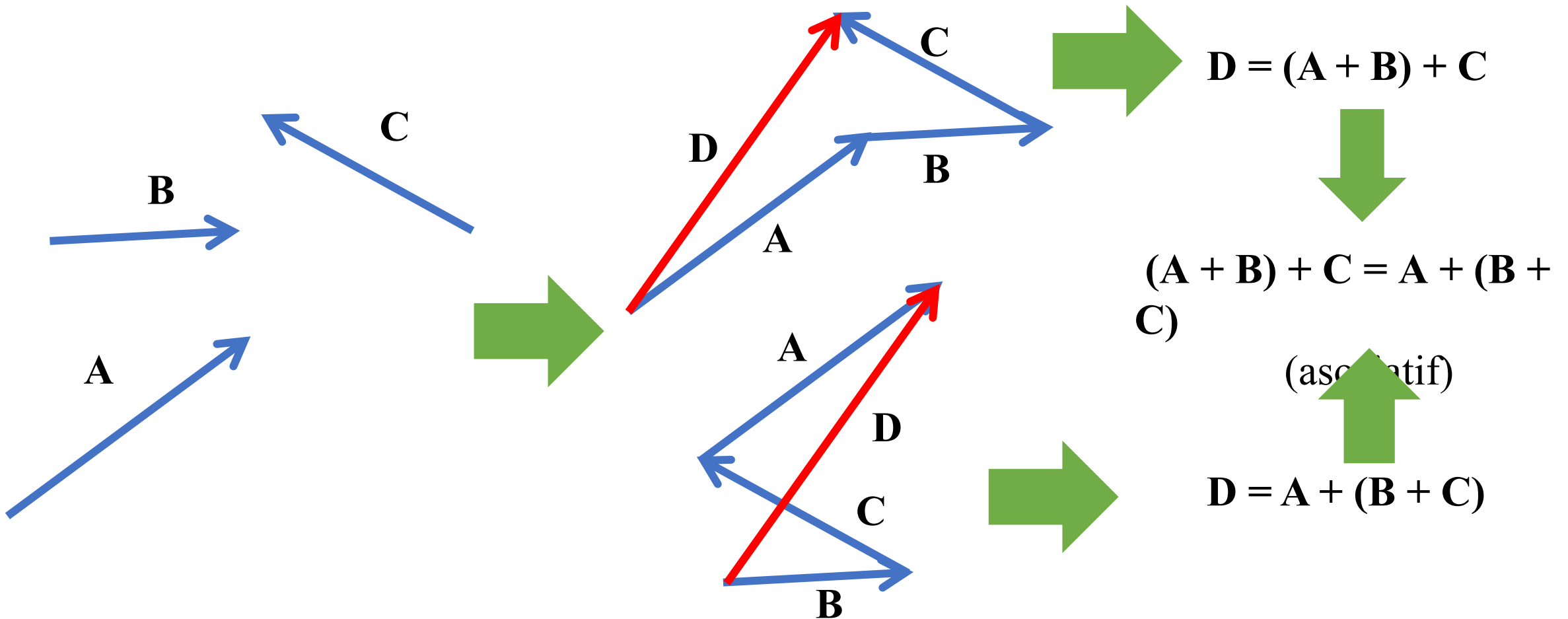


# Sifat Operasi Vektor - Penjumlahan





# Sifat Operasi Vektor - Penjumlahan





# Operasi Vektor: Penjumlahan

- Berdasarkan komponennya

$$R = |\vec{A} + \vec{B}| = ? \quad \longrightarrow \quad \vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} \quad \vec{B} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j} \quad \text{Dinyatakan dalam notasi vektor } \vec{i}, \vec{j}, \text{ dan } \vec{k}$$

$$\vec{A} + \vec{B} = (a_x + b_x) \hat{i} + (a_y + b_y) \hat{j} \quad \text{Komponen vektor yang searah dijumlahkan}$$

$$|\vec{A} + \vec{B}| = R = \sqrt{(a_x + b_x)^2 + (a_y + b_y)^2}$$

Sesuai dengan teorema *pythagoras*

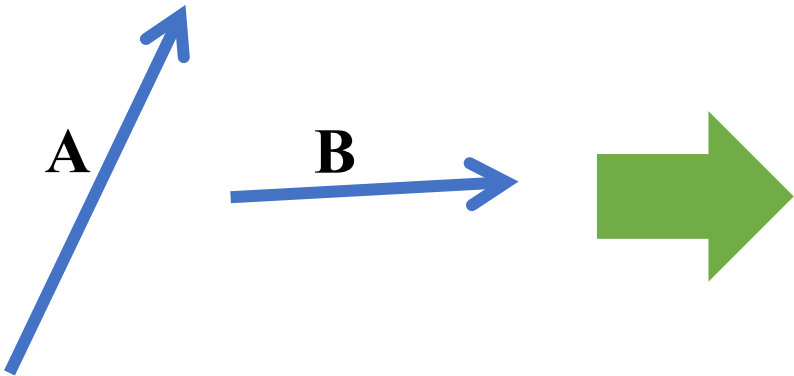
Sedangkan sudut  $\vec{A} + \vec{B}$  terhadap horizontal adalah

$$\tan \varphi = \frac{a_y + b_y}{a_x + b_x} = \frac{R_y}{R_x}$$



# Sifat Operasi Vektor - Pengurangan

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

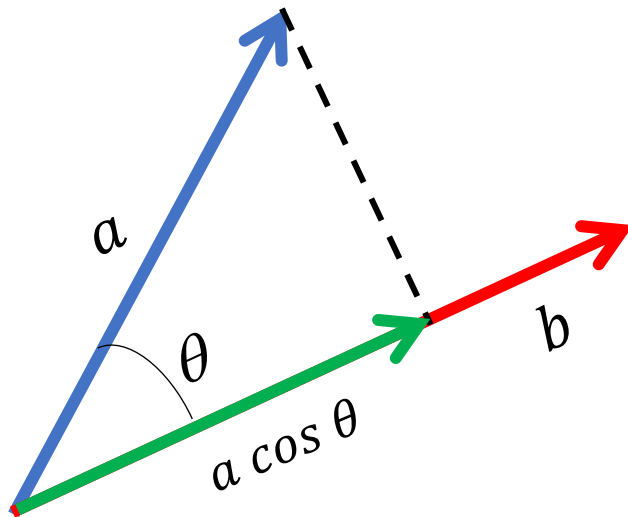




# Operasi Vektor: Perkalian Titik

- Cara Geometri

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = ?$$



- Diperoleh dengan memproyeksikan salah satu vektor ke arah vektor yang lain
- Mengalikan kedua komponen vektor yang searah tersebut, sehingga

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = a b \cos \theta$$





# Operasi Vektor: Perkalian Titik

- Cara Analitik

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = ? \quad \longrightarrow \quad \vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} \quad \vec{B} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j} \quad \text{Dinyatakan dalam notasi vektor satuan } \vec{i}, \vec{j}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j}) \cdot (b_x \hat{i} + b_y \hat{j})$$

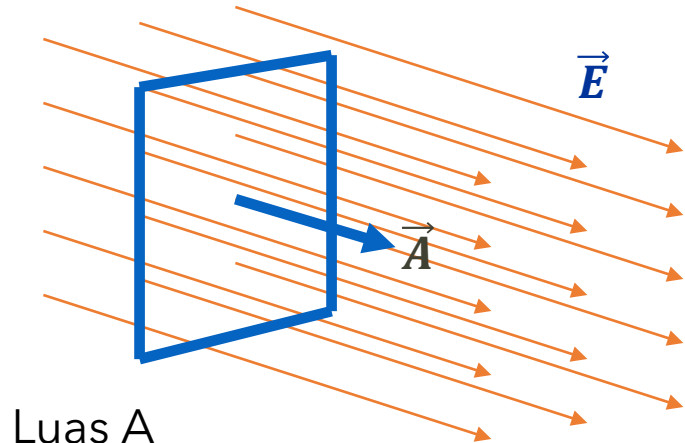
$$= a_x b_x (\hat{i} \cdot \hat{i}) + a_x b_y (\hat{i} \cdot \hat{j}) + \dots + a_y b_y (\hat{j} \cdot \hat{j})$$

Dengan menerapkan:  $\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{i} \cdot \hat{i} = 1 \cdot 1 \cdot \cos 0^\circ = 1$  karena searah ;  $\hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{i} = 1 \cdot 1 \cdot \cos 90^\circ = 0$  karena tegak lurus, maka

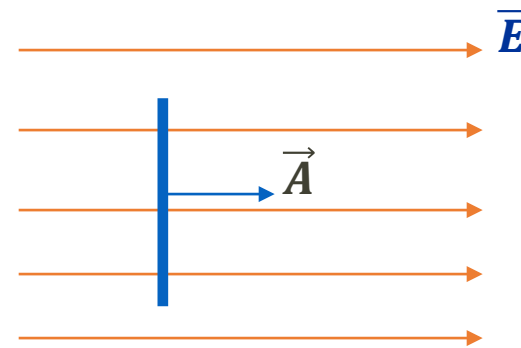
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \underbrace{a_x b_x + a_y b_y}_{\text{Skalar}}$$

# Contoh: Fluks Listrik

---



**Dimana fluxnya adalah :**  
$$\Phi = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

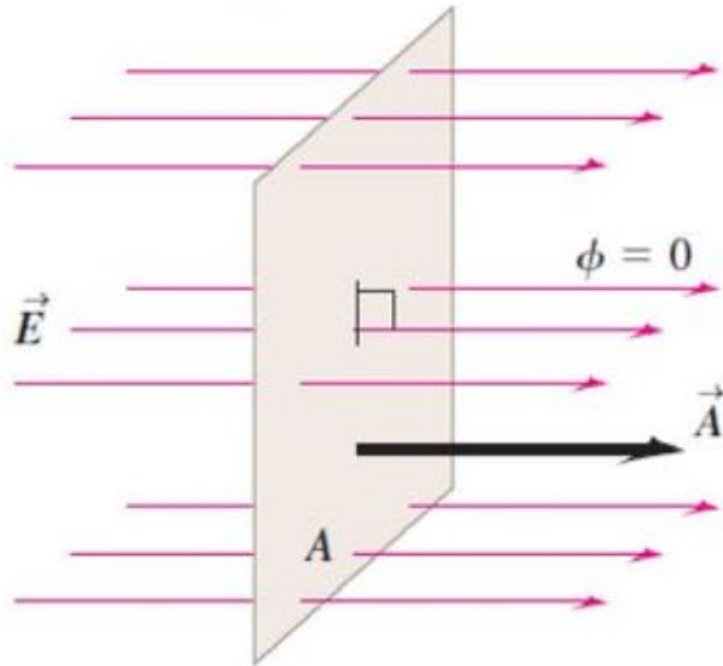


Normal ke permukaan,  
besar A  
 $\vec{A} \equiv \text{blue arrow}$

# Contoh: Fluks Listrik

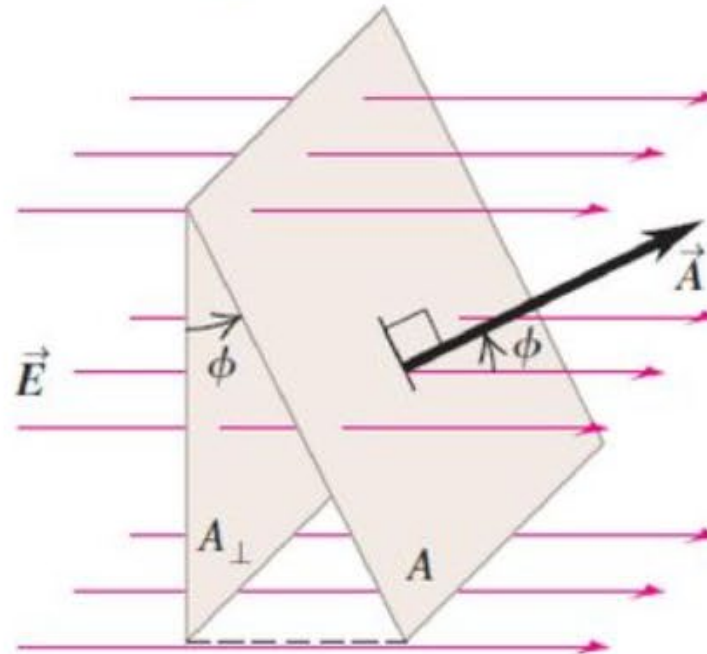
(a) Surface is face-on to electric field:

- $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  are parallel (the angle between  $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  is  $\phi = 0$ ).
- The flux  $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA$ .



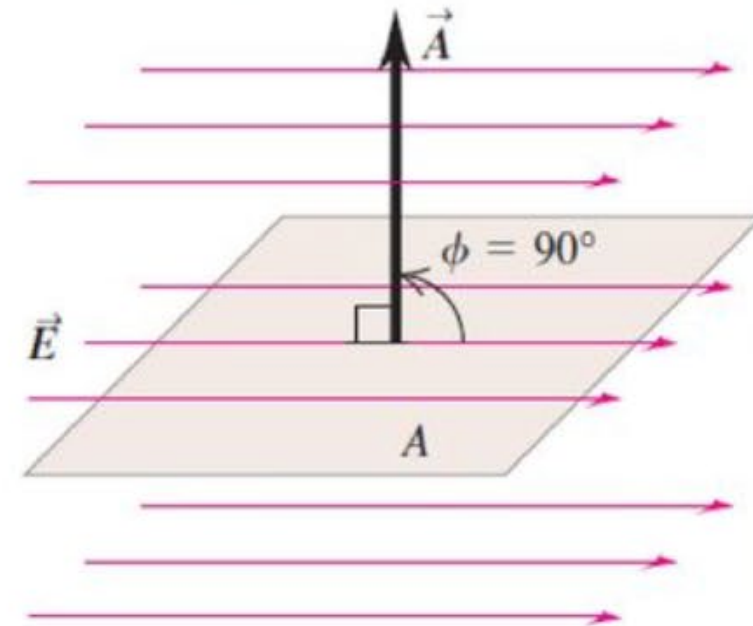
(b) Surface is tilted from a face-on orientation by an angle  $\phi$ :

- The angle between  $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  is  $\phi$ .
- The flux  $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos \phi$ .



(c) Surface is edge-on to electric field:

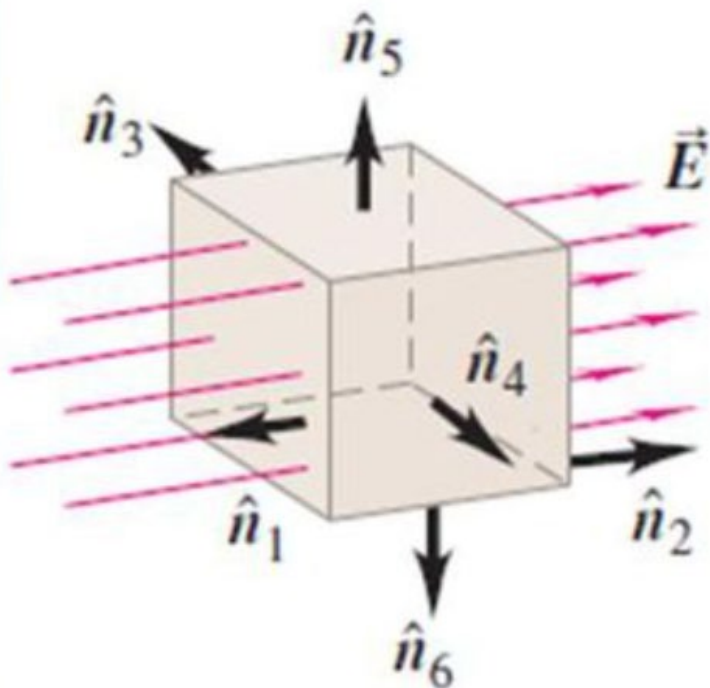
- $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  are perpendicular (the angle between  $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  is  $\phi = 90^\circ$ ).
- The flux  $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos 90^\circ = 0$ .



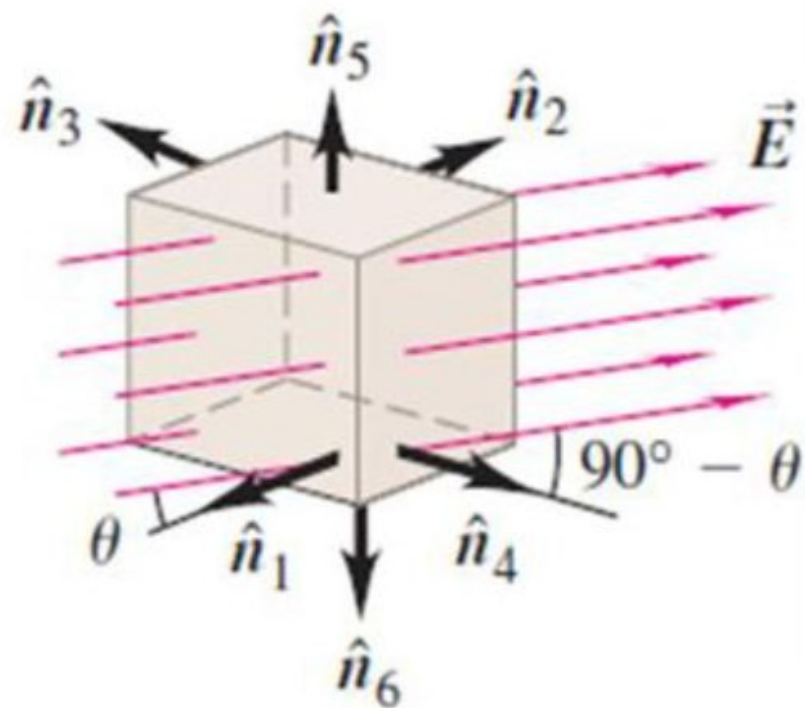
# Contoh: Fluks Listrik

1. Tentukan jumlah fluks listrik yang melewati kubus berikut!

(a)



(b)





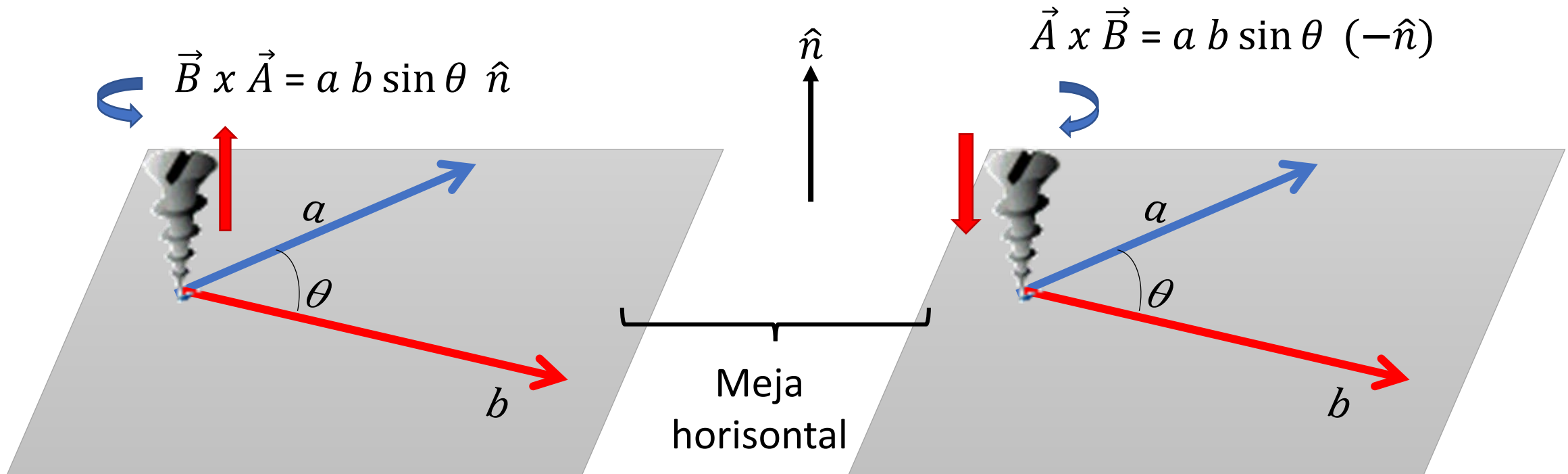
# Operasi Vektor: Perkalian Silang

Hasil = vektor (besar & arah)

Besar  $\rightarrow |\vec{A} \times \vec{B}| = a b \sin \theta$

Arah ???

- ➔ Hasil perkalian silang antara dua vektor selalu mempunyai arah tegak lurus dengan vektor pengalinya (searah  $\hat{n}$  atau  $-\hat{n}$ ), sesuai dengan arah putaran sekrup, **menghasilkan besaran vektor**





# Operasi Vektor: Perkalian Silang

- Cara Analitis →  $\vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$   
 $\vec{B} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k}$  Dinyatakan dalam notasi vektor satuan  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$

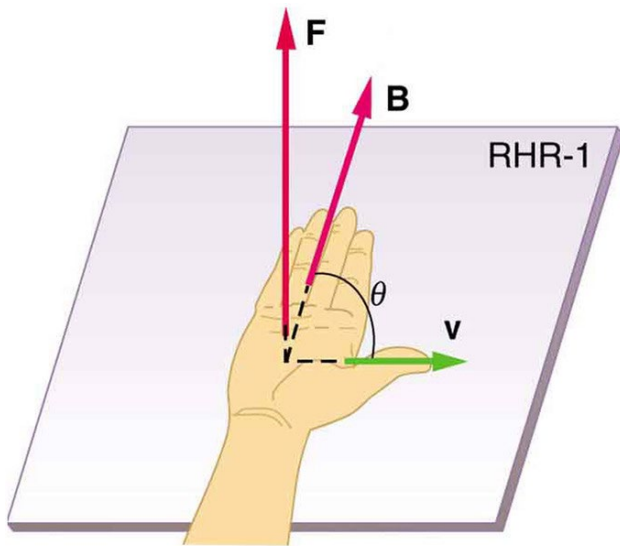
$$\vec{A} \times \vec{B} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}) \times (b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k})$$

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = (a_y b_z - a_z b_y) \hat{i} - (a_x b_z - a_z b_x) \hat{j} + (a_x b_y - a_y b_x) \hat{k}$$



# Contoh: Gaya magnet ( $\vec{F}_B$ )



$$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{F}_B = q \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_B = q \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} \\ v_x & v_y \\ B_x & B_y \end{vmatrix} \hat{k} - \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{k} \\ v_x & v_z \\ B_x & B_z \end{vmatrix} \hat{j} + \begin{vmatrix} \hat{j} & \hat{k} \\ v_y & v_z \\ B_y & B_z \end{vmatrix} \hat{i}$$

$$\vec{F}_B = q[(v_y B_z - v_z B_y)\hat{i} + (v_z B_x - v_x B_z)\hat{j} + (v_x B_y - v_y B_x)\hat{k}]$$



## Contoh soal

- Elektron bergerak dengan kecepatan  $\vec{v} = (2 \cdot 10^6 \hat{i} + 3 \cdot 10^6 \hat{j}) \text{ m/s}$  dalam medan magnet seragam  $\vec{B} = (0,03 \hat{i} - 0,15 \hat{j}) \text{ T}$ , tentukan gaya pada elektron karena medan magnet?