

# Gerak melingkar

# Komponen gerak melingkar

## ❖ Linear

- Panjang lintasan dan perpindahan
- Kelajuan linear dan kecepatan linear
- Percepatan linear : percepatan tangensial dan percepatan sentripetal

## ❖ Anguler

- Sudut putaran
- Kelajuan anguler dan kecepatan anguler
- Percepatan anguler

Kelajuan linear

- Rata-rata :  $v_r = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
- Sesaat :  $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{ds}{dt}$

Kecepatan linear

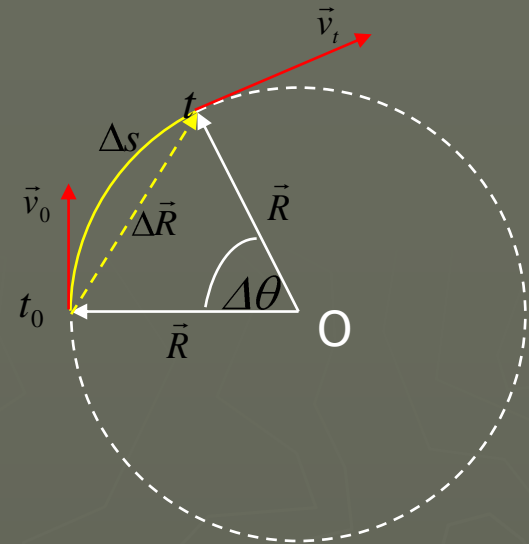
- Rata-rata :  $\vec{v}_r = \frac{\Delta \vec{R}}{\Delta t}$
- Sesaat :  $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{R}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v} = \frac{d\vec{R}}{dt}$

Kelajuan anguler

- Rata-rata :  $\omega_r = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$
- Sesaat :  $\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \Rightarrow \omega = \frac{d\theta}{dt}$

Kecepatan anguler

- Rata-rata :  $\vec{\omega}_r = \frac{\Delta \vec{\theta}}{\Delta t}$
- Sesaat :  $\vec{\omega} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\theta}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{\omega} = \frac{d\vec{\theta}}{dt}$



Percepatan linear (ingat kembali !) :

$$\vec{a} = \vec{a}_T + \vec{a}_{Sp} \quad \Rightarrow \quad a = \sqrt{a_T^2 + a_{Sp}^2}$$

Percepatan anguler

Rata-rata :  $\vec{\alpha}_r = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t}$

Sesaat :  $\vec{\alpha}_r = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} \rightarrow \vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$

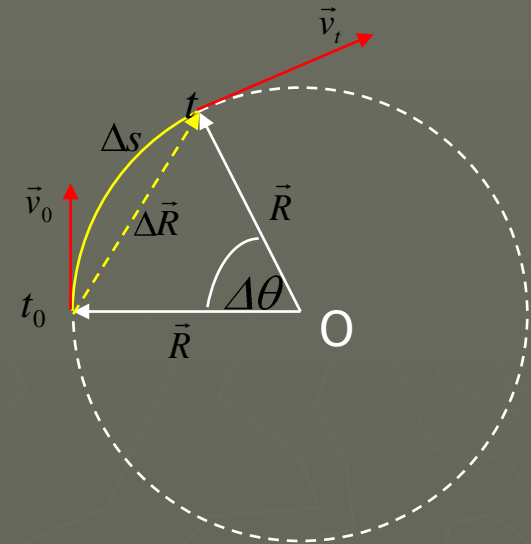
# Hubungan antara komponen linear dan komponen anguler

(Skalar) :

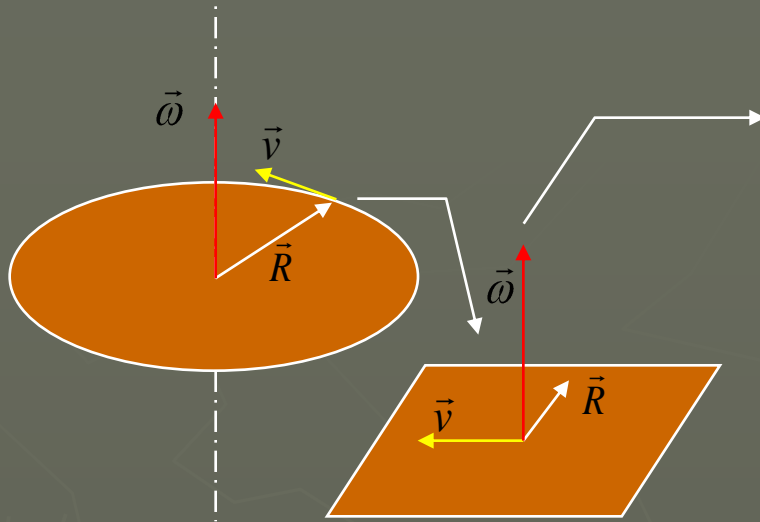
$$\Rightarrow \frac{\Delta s}{2\pi R} = \frac{\Delta\theta}{2\pi} \Rightarrow \Delta s = \Delta\theta R$$

$$\Rightarrow \Delta s = \Delta\theta R \rightarrow \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta\theta R}{\Delta t} \Rightarrow v = \omega R$$

$$\Rightarrow v = \omega R \rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta\omega R}{\Delta t} \Rightarrow a_T = \alpha R$$



Vektor :



$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{R}$$

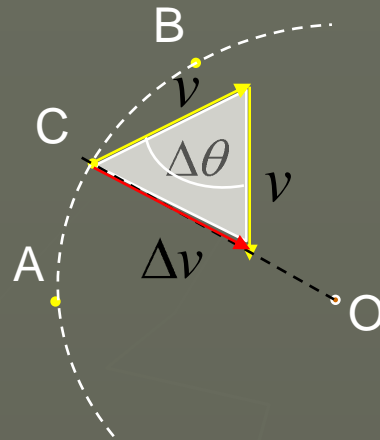
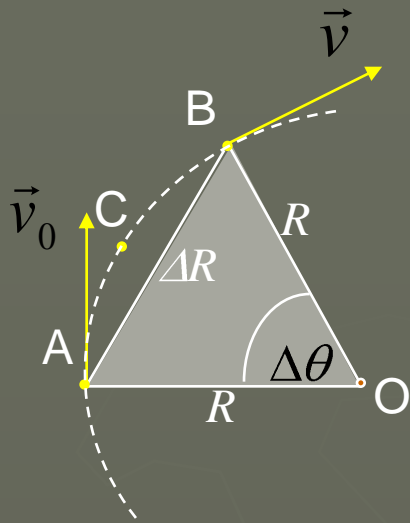
Besar :  $v = \omega R$

Arah :  $\vec{\omega}$  tegak lurus  $\vec{v}$  dan  $\vec{\omega}$  tegak lurus  $\vec{R}$

Dengan cara yang sama :

$$\Delta \vec{S} = \Delta \vec{\theta} \times \vec{R} \quad \Rightarrow \quad \Delta S = \Delta \theta R$$

$$\vec{a}_T = \vec{\alpha} \times \vec{R} \quad \Rightarrow \quad a_T = \alpha R$$



Besar :

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta R}{R}$$

$$\Delta v = \frac{v \Delta R}{R}$$

$$v = v_0 \Rightarrow \vec{v} \neq \vec{v}_0 \rightarrow \Delta \vec{v} \neq 0$$

Arah : menuju ke pusat lingkaran  $\rightarrow$  sentripetal

$$a_T = 0$$

$$a_{sp} = \frac{v^2}{R}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Gerak melingkar beraturan

$\vec{a}_T = 0$   
 $\vec{a}_T = \vec{\alpha} \times \vec{R}$

Benda yang bergerak melingkar beraturan tidak memiliki percepatan angular

$$\vec{\alpha} = 0$$

$$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

$$\int_{\vec{\omega}_0}^{\vec{\omega}_t} d\vec{\omega} = \int_0^t \vec{\alpha} dt \Rightarrow \vec{\omega}_t = \vec{\omega}_0$$

Benda yang bergerak melingkar beraturan memiliki kecepatan angular tetap

$$\vec{\omega}_t = \vec{\omega}_0 = \vec{\omega}$$

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\theta}}{dt}$$

$$\int_{\vec{\theta}_0}^{\vec{\theta}_t} d\vec{\theta} = \int_0^t \vec{\omega} dt \rightarrow \vec{\theta}_t = \vec{\omega}t + \vec{\theta}_0$$

Benda yang bergerak melingkar beraturan memiliki posisi angular fungsi linear waktu

Persamaan angular gerak melingkar beraturan



# Gerak melingkar beraturan

- Lintasan lingkaran

- Laju linear tetap :  $v = \frac{ds}{dt} \rightarrow \int_{s_0}^{s_0+N \cdot 2\pi R} ds = \int_0^{NT} v dt \rightarrow N \cdot 2\pi R = vNT \Rightarrow v = \frac{2\pi R}{T}$

- Laju anguler tetap :  $\omega = \frac{d\theta}{dt} \rightarrow \int_{\theta_0}^{\theta_0+N \cdot 2\pi} d\theta = \int_0^{NT} \omega dt \rightarrow N \cdot 2\pi = \omega NT \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$

- Besar kecepatan linear tetap = laju linear, arah kecepatan menyinggung lintasan atau tegak lurus jari-jari

- Kecepatan anguler tetap, besarnya sama dengan laju anguler

- Tidak memiliki percepatan tangensial, percepatan linearnya adalah berupa percepatan sentripetal  $\rightarrow a_{sp} = \frac{v^2}{R}$

- Tidak memiliki percepatan anguler  $\rightarrow \alpha = 0$

# Gerak melingkar berubah beraturan

$$\vec{\alpha} = \text{tetap}$$

$$a_T = \alpha R$$

$$a_T = \frac{dv}{dt}$$

$$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

$$\int_{\omega_0}^{\omega_t} d\vec{\omega} = \int_0^t \vec{\alpha} dt$$

$$\int_{v_0}^{v_t} dv = \int_0^t a_T dt$$

$$\vec{\omega}_t = \vec{\alpha}t + \vec{\omega}_0$$

$$v = \omega R \rightarrow \omega_t R = \alpha R t + \omega_0 R$$

$$v_t = a_T t + v_0$$

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\theta}}{dt}$$

$$\int_{\theta_0}^{\theta_t} d\vec{\theta} = \vec{\alpha}t + \vec{\omega}_0 dt$$

$$v = \frac{dS}{dt}$$

$$\int_{S_0}^{S_t} dS = \int_0^t a_T t + v_0 t dt$$

$$\vec{\theta}_t = \frac{1}{2} \vec{\alpha} t^2 + \vec{\omega}_0 t + \vec{\theta}_0$$

$$S = \theta R \rightarrow \theta_t R = \frac{1}{2} \alpha R t^2 + \omega_0 R t + \theta_0 R$$

$$S = \frac{1}{2} a_T t^2 + v_0 t + S_0$$

## Tugas :

Buat dan interpretasikan grafik-grafik :

- a. Posisi angular fungsi waktu
- b. Kecepatan angular fungsi waktu
- c. Percepatan angular fungsi waktu

Untuk :

- 1) Gerak melingkar beraturan
- 2) Gerak melingkar berubah beraturan