

# Kinematika

mempelajari gerak benda tanpa mempelajari penyebabnya.

***Posisi*** ; kedudukan suatu benda disuatu saat relatif terhadap suatu titik acuan.

***Lintasan*** ;  $S_{ab}$   $\rightarrow$  perpindahan suatu benda dari suatu posisi ke posisi yang lain.

***Kecepatan rata-rata*** ;  $v_{rata2}$   $\rightarrow$  lintasan benda dibagi dengan waktu tempuh

***Kecepatan sesaat*** ;  $v_{sesaat}$   $\rightarrow$  kecepatan benda pada suatu waktu

***Percepatan rata-rata*** ;  $a_{rata2}$   $\rightarrow$  beda kecepatan dari gerak benda dibagi dengan waktu tempuh

***Percepatan sesaat*** ;  $a_{sesaat}$   $\rightarrow$  percepatan benda pada suatu waktu

➤ **Lintasan ;  $S_{ab}$**  →  $\Delta x = x_b - x_a$

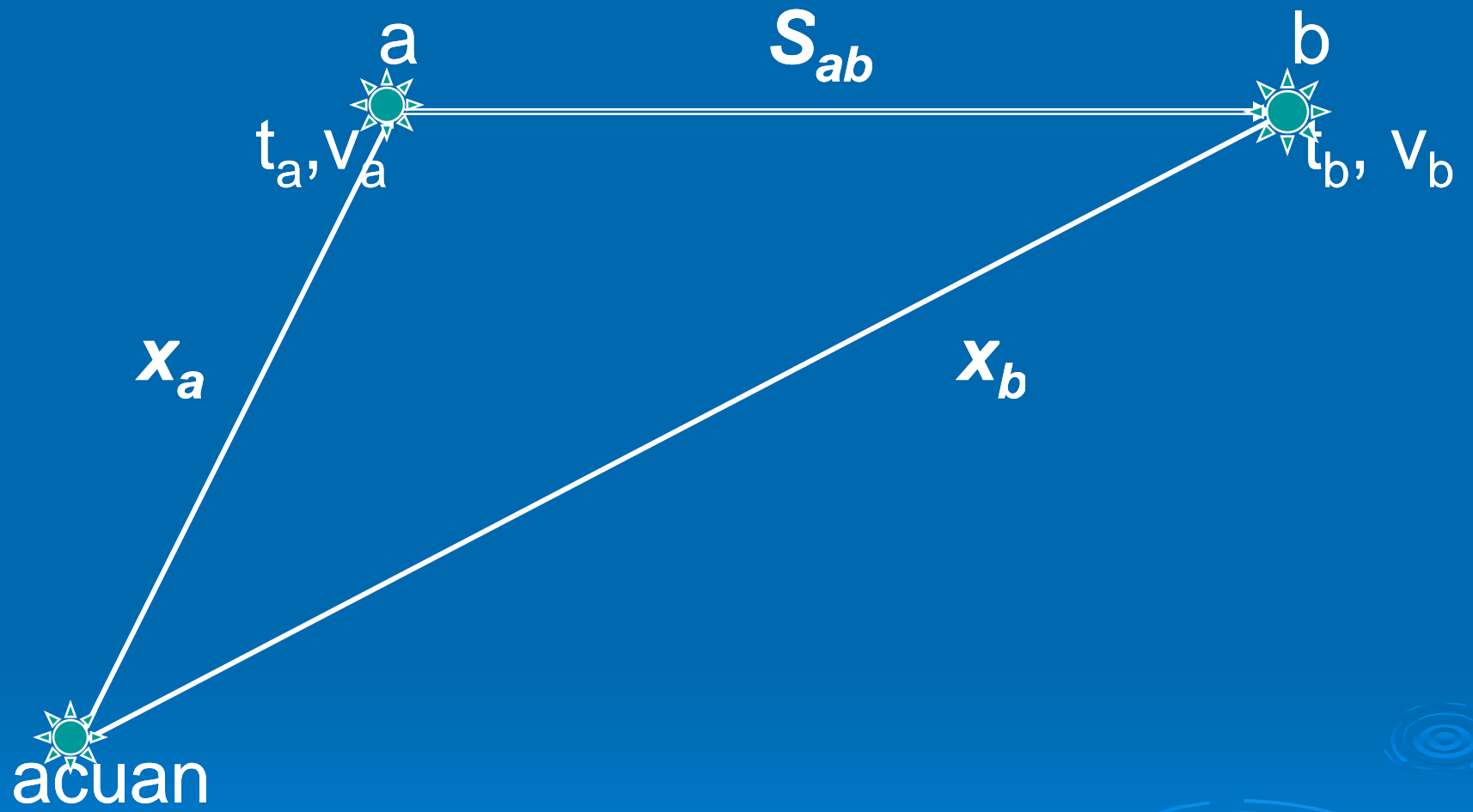
➤ **Kecepatan rata-rata ;  $v_{rata2}$**  →  $\frac{S_{ab}}{\Delta t} = \frac{x_b - x_a}{t_b - t_a}$

➤ **Kecepatan sesaat ;  $v_{sesaat}$**  →  $\frac{\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$

➤ **Percepatan rata-rata ;  $a_{rata2}$**  →  $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_b - v_a}{t_b - t_a}$

➤ **Percepatan sesaat ;  $a_{sesaat}$**  →

$$\frac{\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$



Suatu benda bergerak sejajar sumbu x sbb

$$x = 2 t^2 - 10 t + 6 ,$$

x dalam meter dan t dalam detik, untuk t = 0 dan 6

$$x_0 = 6 \text{ m} \quad ; \quad x_6 = 2 \cdot 6^2 - 10 \cdot 6 + 6 = 18 \text{ m}$$

$$v_{rata2} = (18 - 6) / (6 - 0) = 2 \text{ m/dt}$$

$$v_{sesaat} = 4 t - 10$$

$$v_0 = - 10 \text{ m/dt} \quad ; \quad v_6 = 4 \cdot 6 - 10 = 14 \text{ m/dt}$$

$$a_{rata2} = ( 14 + 10 ) / ( 6 - 0 ) = 4 \text{ m/dt}$$

$$a_{sesaat} = 4 \text{ m/dt}$$

Benda akan berhenti pada saat  $v_{sesaat} = 0$

$$\rightarrow t = 2,5 \text{ dt}$$

➤ Benda mengalami percepatan  $a$  konstan

$$a = \frac{dv}{dt} \longrightarrow \int_{t_0=0}^t a \cdot dt = \int_{v_0}^v dv$$

$$at = v - v_0$$

$$v = v_0 + at$$

$$v = \frac{dx}{dt} \longrightarrow \int_{t_0=0}^t v \cdot dt = \int_{x_0}^x dx$$

$$\int_{t_0=0}^t (v_0 + at) \cdot dt = \int_{x_0}^x dx$$

$$v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = x - x_0$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

➤ **Gerak satu dimensi / lurus →**

Gerak lurus beraturan ( GLB)

Gerak lurus berubah beraturan ( GLBB )

Gerak lurus berubah tidak beraturan ( GLBTTB)

➤ **Gerak dua dimensi →**

Perahu menyeberang sungai mengalir

Gerak peluru

Gerak melingkar

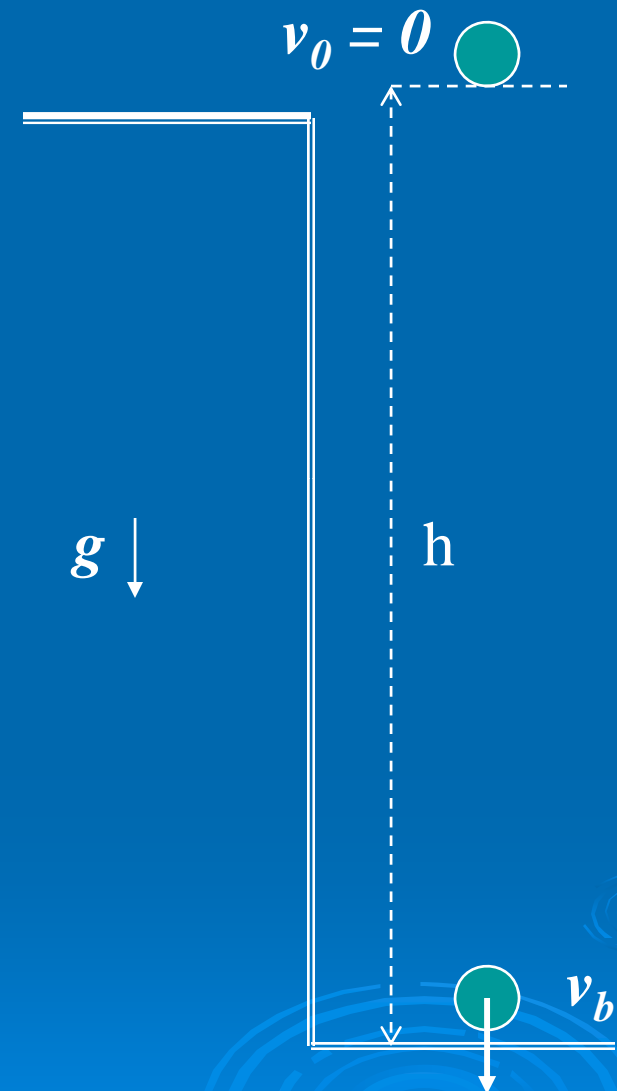
➤ **Gerak harmonis**

Gerak harmonis sederhana

Gerak harmonis teredam

➤ **Gerak saling bergantung**

- **GLBB** → gerak jatuh bebas
- Seseorang melepas benda dari ketinggian ' h ' tanpa kecepatan  $v_0 = 0$  awal maka kecepatan benda sampai di tanah  $v_b = ?$ .....
- Disini benda mengalami percepatan gravitasi  $g$  konstan yang arahnya ke bawah.
- $g = 97,8 \text{ m/dt}^2 \rightarrow 10 \text{ m/dt}^2$



$$v = v_0 + gt$$

$$v_b = gt$$

$$v_b = \sqrt{2gh}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$x - x_0 = \frac{1}{2} gt^2$$

$$h = \frac{1}{2} gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$



- Orang melempar benda keatas secara tegak lurus dengan kecepatan awal  $v_0$ .
- Disini benda mengalami percepatan gravitasi  $g$  yang arahnya berlawanan dengan gerak benda. Kecepatan benda akan menurun dan pada suatu saat akan berhenti ( $v_a = 0$ ), pada saat ini benda akan berada di titik tertinggi kemudian akan jatuh bebas.
- $t_{\text{naik}} = t_{\text{turun}} ; v_{\text{naik}} = -v_{\text{jatuh}}$



$$v = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt$$

$$t = \frac{v_0}{g}$$

$$x = x_0 + v_0 t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$x - x_0 = v_0 \left( \frac{v_0}{g} \right) - \frac{1}{2} g \left( \frac{v_0}{g} \right)^2$$

$$h_{mak} = \frac{1}{2} \left( \frac{v_0^2}{g} \right)$$

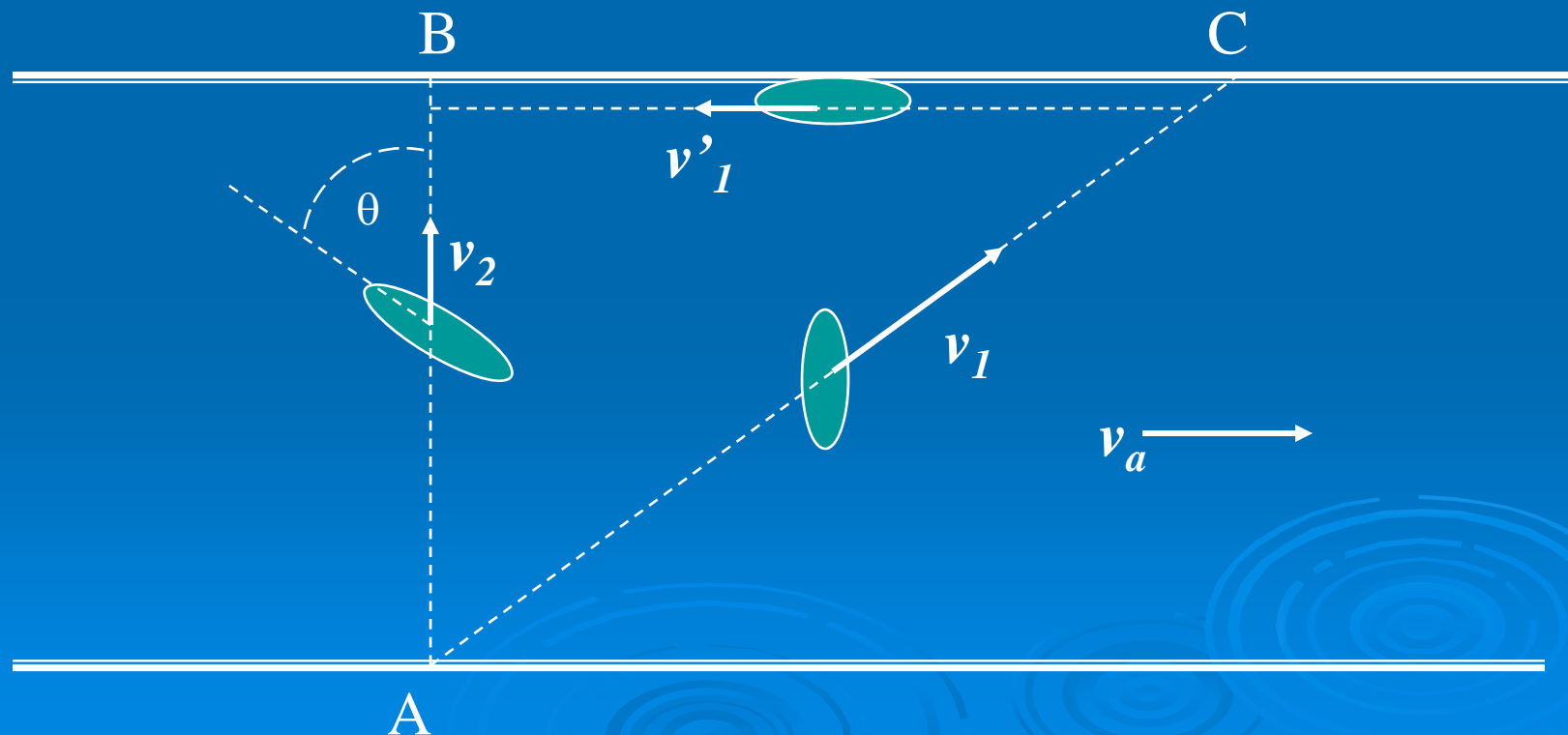
➤ perhatikan → jatuh bebas

$$v_b = \sqrt{2gh}$$

➤ → lemparan keatas

$$h_{mak} = \frac{1}{2} \left( \frac{v_0^2}{g} \right)$$

- Gerak perahu menyeberang sungai yang mengalir dari pelabuhan **A** ke **B**. (gabungan 2 kecepatan konstan)
- Kecepatan aliran air,  $v_a$
- Kecepatan perahu karena mesin di air diam,  $v_p$



- Menyeberang secara tegak lurus.

Perahu akan sampai di **C** dengan kecepatan  $v_1$  karena adanya aliran air kemudian melawan arus menuju **B** dengan kecepatan  $v_1'$

$$v_1^2 = v_p^2 + v_a^2$$

$$v_1' = v_p - v_a$$

- Waktu yang diperlukan sampai di **B**

$$t_{AC} = \frac{AB}{v_p} = \frac{AC}{v_1}$$

$$t_{CB} = \frac{CB}{v_1'} = \frac{t_{AC} v_a}{v_1'}$$

$$t_{AB} = t_{AC} + t_{CB}$$

- Menyeberang melawan arus membentuk sudut  $\theta$  terhadap aliran air sehingga

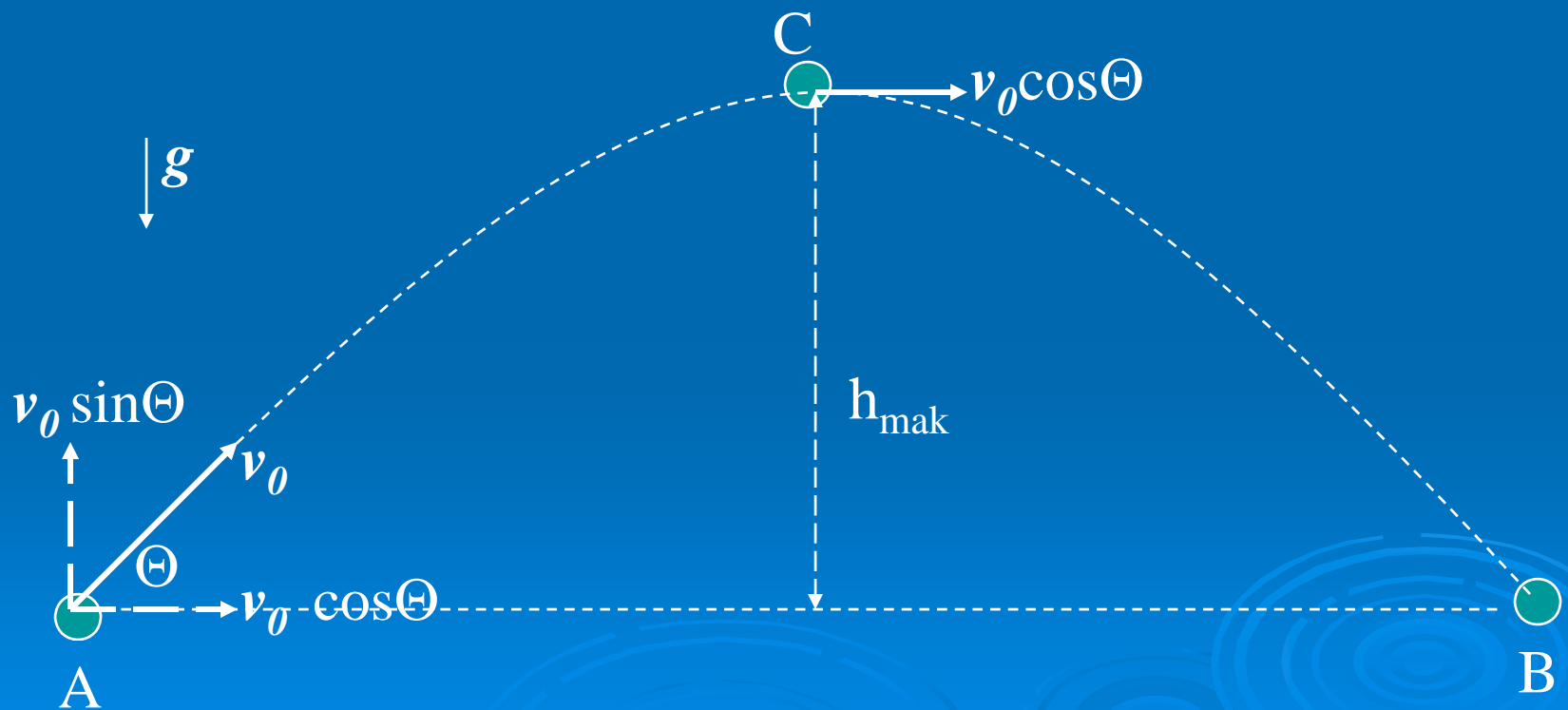
$v_p \cos \theta = -v_a$ , perahu akan tepat sampai di B dengan kecepatan  $v_2 = v_p \sin \theta$

- Waktu yang diperlukan sampai di B

$$t_{AB} = \frac{\overline{AB}}{v_2}$$

- Dari kedua cara penyeberangan  $v_p > v_a$ 
  - gerak dari C ke B
  - gerak dari A ke B  $\rightarrow \sin \theta_{\text{mak}} = 1$

- **Gerak peluru** → merupakan gabungan 2 gerak
  - *Vertikal ke atas* mengalami percepatan gravitasi  $g$
  - *Horisontal* mengalami kecepatan konstan
- Lintasan dari benda akan berupa parabola



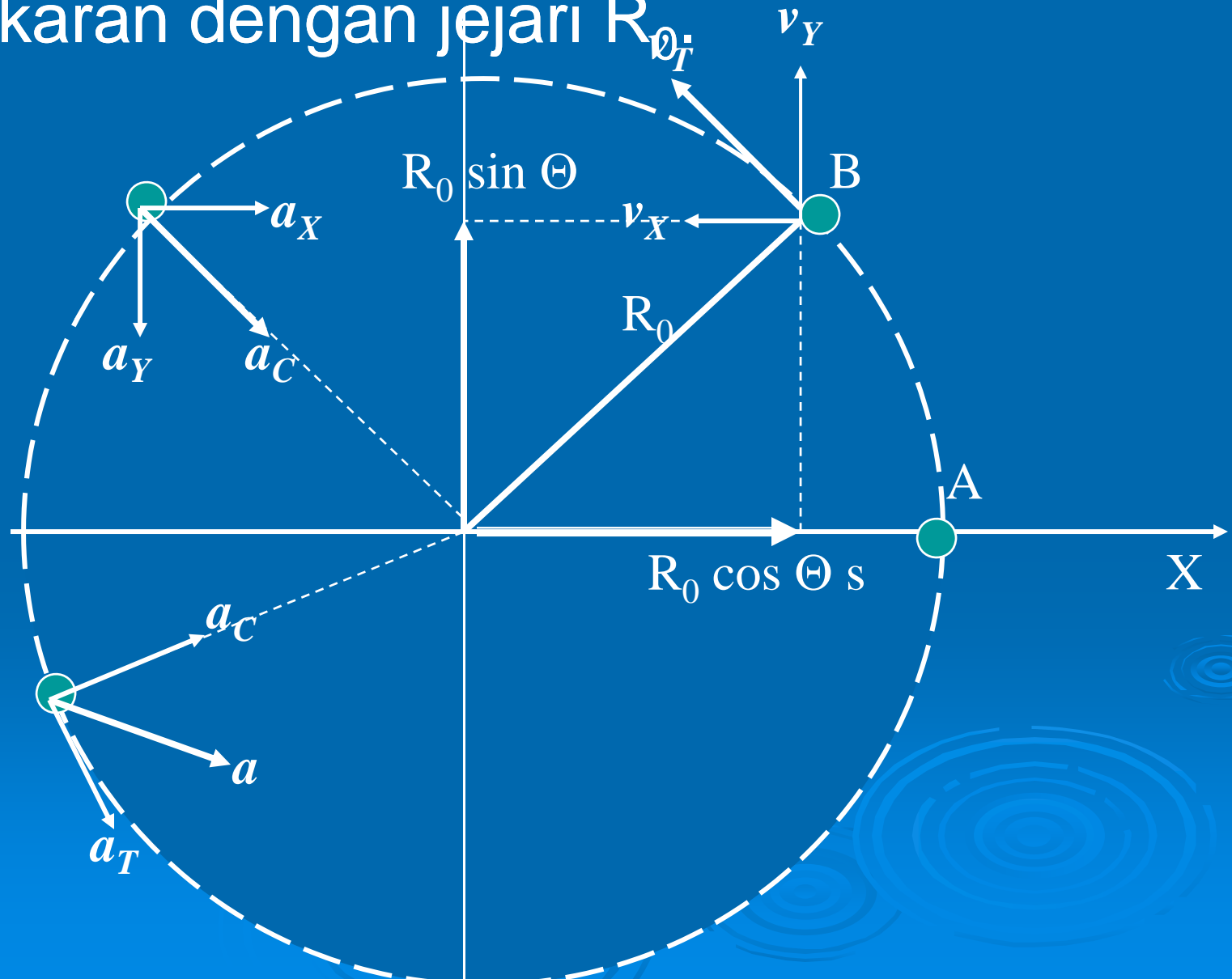
- Titik C merupakan titik tertinggi dan  $v_c$  arahnya horisontal.
- Menggunakan persamaan sebelumnya didapat

$$h_{mak} = \frac{1}{2} \left( \frac{v_{0y}^2}{g} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{v_0^2 \sin^2 \Theta}{g} \right)$$

- $t_{naik} = t_{turun}$ ;  $t_{AB} = 2t_{AC} = 2 \frac{v_0 \sin \Theta}{g}$

$$\overline{AB} = 2v_0 \cos \Theta \frac{v_0 \sin \Theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\Theta}{g}$$

- **Gerak melingkar** → lintasan benda berupa lingkaran dengan jejari  $R_0$





*Lintasan* =  $S_{AB}$  ; *Lintasan sudut putar* =  $\Theta_{AB}$

Dalam satu putaran

lintasan  $S_{AB} = 2\pi R$  ;

Lintasan sudut putar  $\Theta_{AB} = 2\pi$

$$S = \Theta R$$

$$\text{Kecepatan} = v = \frac{dx}{dt}$$

$$\text{kecepatan sudut} = \omega = \frac{d\Theta}{dt}$$

➤  $X = R \cos \Theta = R \cos \omega t$

➤  $Y = R \sin \Theta = R \sin \omega t$

Bila  $v = \text{konstan} \rightarrow \omega = \text{konstan}$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -\omega R \sin \omega t \dots \dots \dots v_y = \frac{dy}{dt} = \omega R \cos \omega t$$

$$v_T = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \omega R$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = -\omega^2 R \cos \omega t \dots \dots a_y = \frac{dv_y}{dt} = -\omega^2 R \sin \omega t$$

$$a_C = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \omega^2 R$$

$v_T$  = kecepatan tangential  $\rightarrow$  arah tegak lurus jejari

$a_C$  = percepatan sentripetal  $\rightarrow$  arah menuju pusat putaran

Bila  $v$  merupakan fungsi waktu  $\rightarrow v = v(t)$

maka  $\omega$  juga merupakan fungsi waktu  $\rightarrow \omega = \omega(t)$

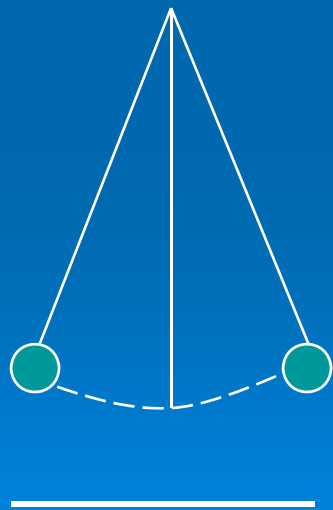
$$a_T = \frac{dv_T}{dt} = \frac{d(\omega R)}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = \alpha$$

$\alpha$  = percepatan sudut putar

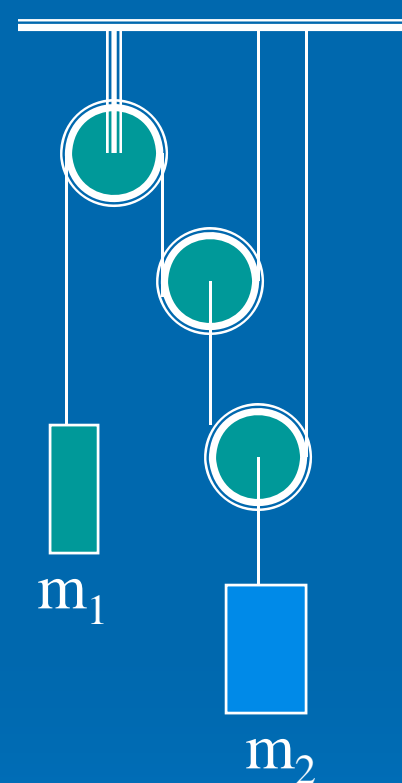
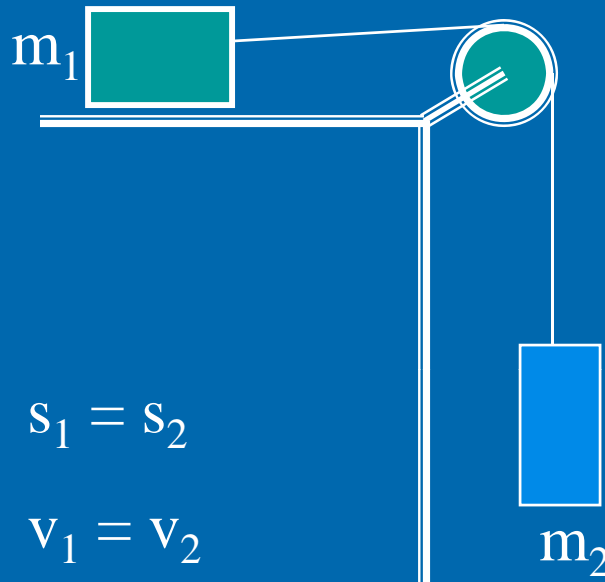
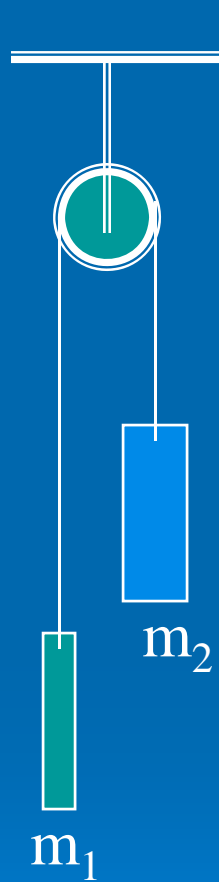
Disini benda akan mengalami 2 percepatan sekaligus yaitu  $a_C$  dan  $a_T$  sehingga

$$a = a_C + a_T$$

- **Gerak harmonis** merupakan suatu gerak benda yang selalu berulang-alik atau berperiodik → ayunan, getaran pegas.
- Gerak ini selalu melalui titik kesetimbangan dan apabila gerak benda diproyeksikan akan merupakan garis lurus.



➤ **Gerak saling bergantungan** → gerak suatu benda dipengaruhi oleh gerak benda lain.



$$s_1 = s_2$$

$$v_1 = v_2$$

$$a_1 = a_2$$

$$s_1 = 4s_2$$

$$v_1 = 4v_2$$

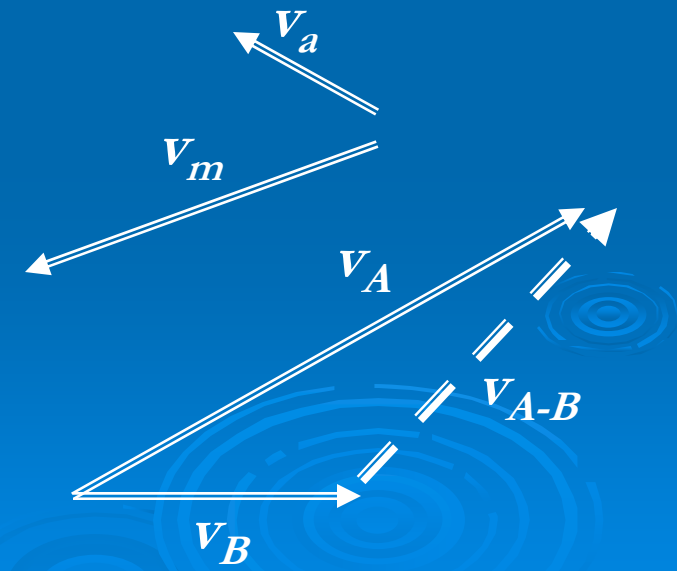
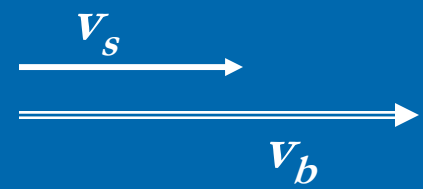
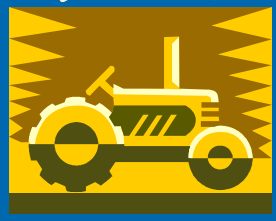
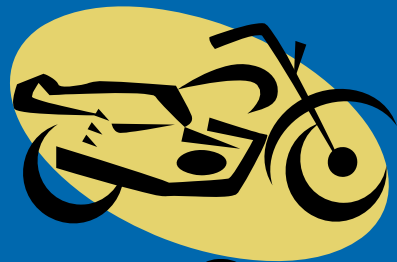
$$a_1 = 4a_2$$

$$s_1 = 2^{n-1} s_2$$

$$v_1 = 2^{n-1} v_2$$

$$a_1 = 2^{n-1} a_2$$

Kecepatan relatif → kecepatan suatu benda relatif terhadap benda lain yang bergerak



Kecepatan relatif A terhadap B =  $v_{A-B}$   
 $v_{A-B} = v_A - v_B$

**Percepatan koriolis** → percepatan yang dialami benda bila benda bergerak di atas bidang berputar dengan arah radial.

Bila proyeksi lintasan dari gerakan benda dilihat dari atas maka akan kelihatan seperti obat nyamuk bakar.

