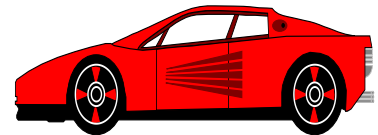
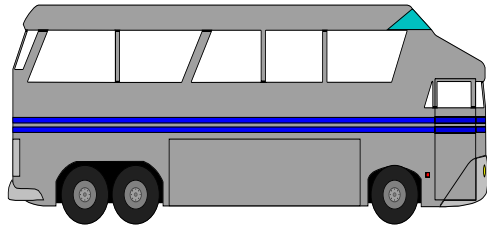


# DINAMIKA

**tinjauan gerak benda atau partikel yang melibatkan gaya-gaya yang menyebabkan gerak terjadi**

# GAYA

membahas mekanika sama artinya  
dengan membahas karya-karya  
Newton (Bapaknya Mekanika)



# Hukum Newton I :

“sebuah benda tetap berada pada keadaan awalnya yang diam atau bergerak dengan kecepatan tetap, kecuali benda tersebut dipengaruhi gaya luar”



benda cenderung mempertahankan keadaan awalnya



benda mempunyai sifat lembam

Hukum Newton II :  $\vec{F} = m \vec{a}$

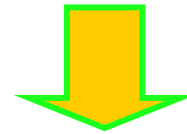
**gaya :**

suatu pengaruh pada sebuah benda yang mengakibatkan perubahan kecepatan benda

Hukum Newton III :  $\vec{F} = -\vec{F}$



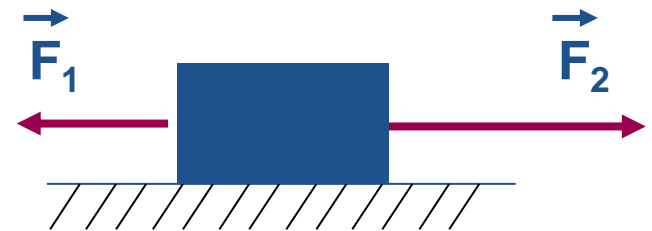
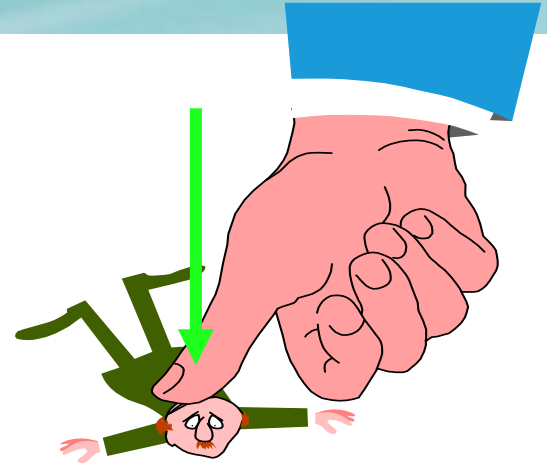
**gaya selalu terjadi berpasangan**



**gaya aksi = gaya reaksi**

# Sifat-sifat gaya :

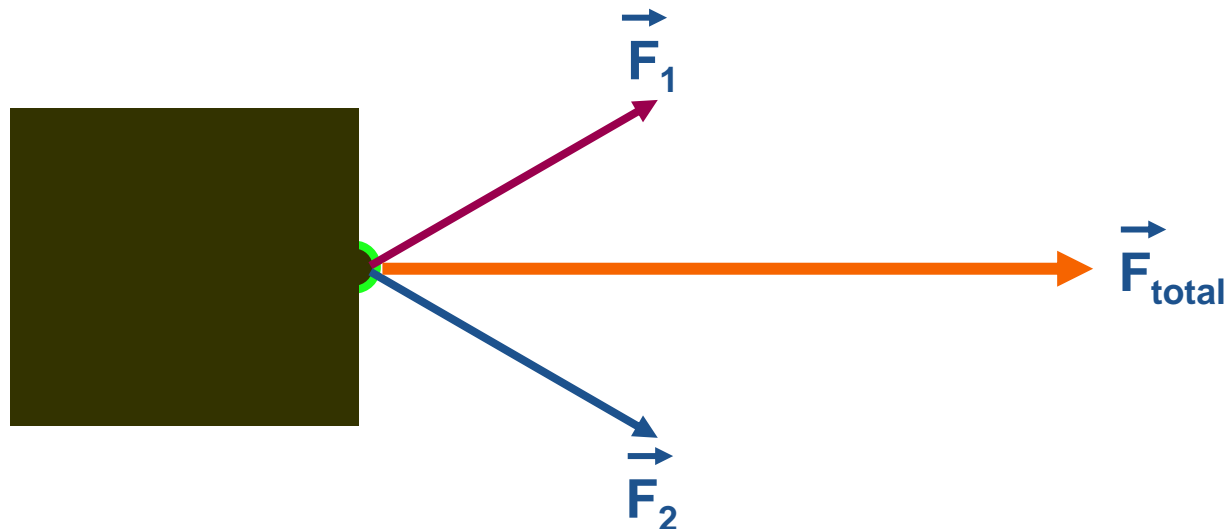
- ✓ Suatu gaya selalu diterapkan oleh suatu benda terhadap benda lain
- ✓ Sebuah gaya dicirikan oleh besar dan arah (vektor), keduanya diperlukan untuk menentukan gaya secara lengkap



↓

$$\vec{F}_{\text{total}} = \vec{F}_2 - \vec{F}_1$$

- ✓ Gaya aksi selalu menimbulkan gaya reaksi yang sama besar tetapi arahnya berlawanan
- ✓ Jika pada sebuah benda dikenakan lebih dari satu gaya secara serempak, maka gaya total yang bekerja pada benda tersebut merupakan jumlahan vektor masing-masing gaya




# Jenis Gaya Mekanis :

## ➤ Gaya gravitasi



$$F_g = \frac{GM}{R^2} m$$

$g$

An orange circle representing a small object, positioned below the letter 'g'.

$m$  : massa benda

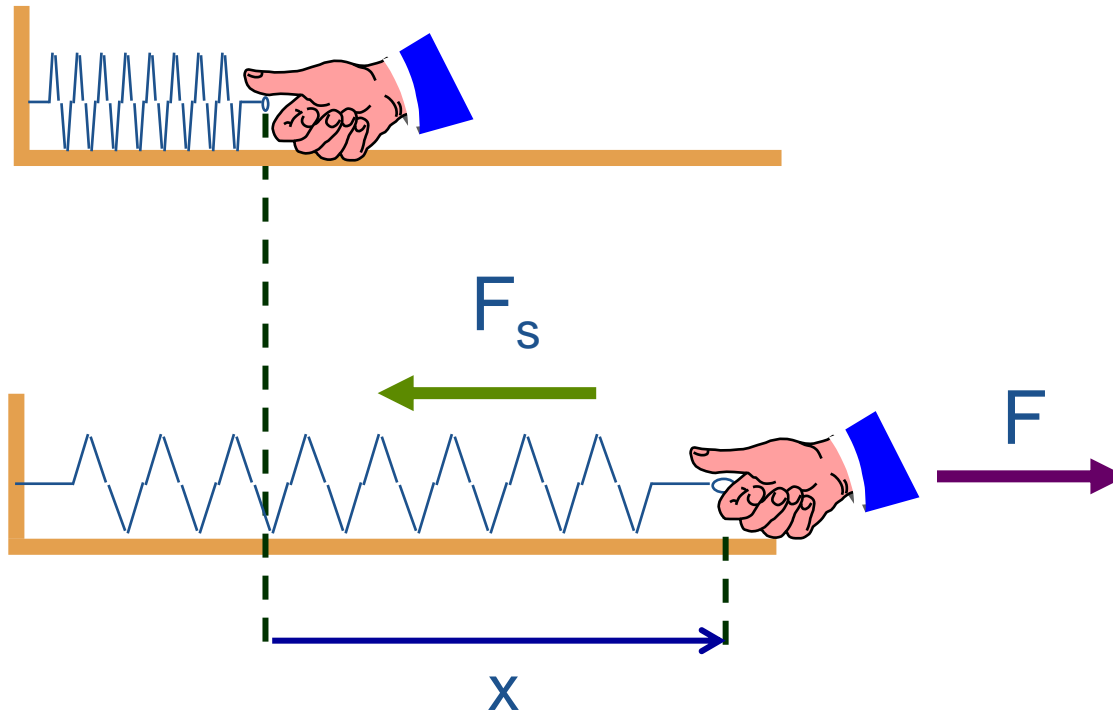
$M$  : massa bumi

$R$  : jarak benda thd pusat bumi

$G$  : tetapan

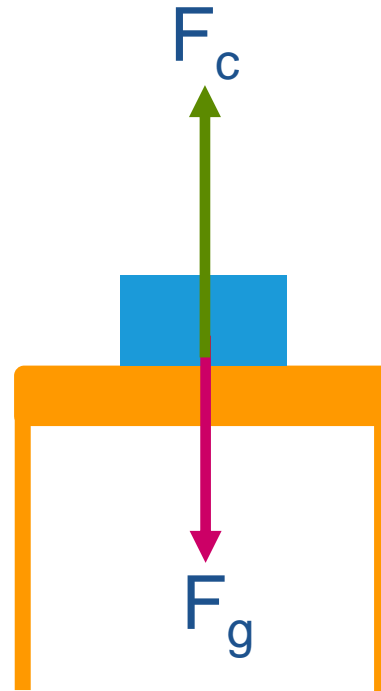
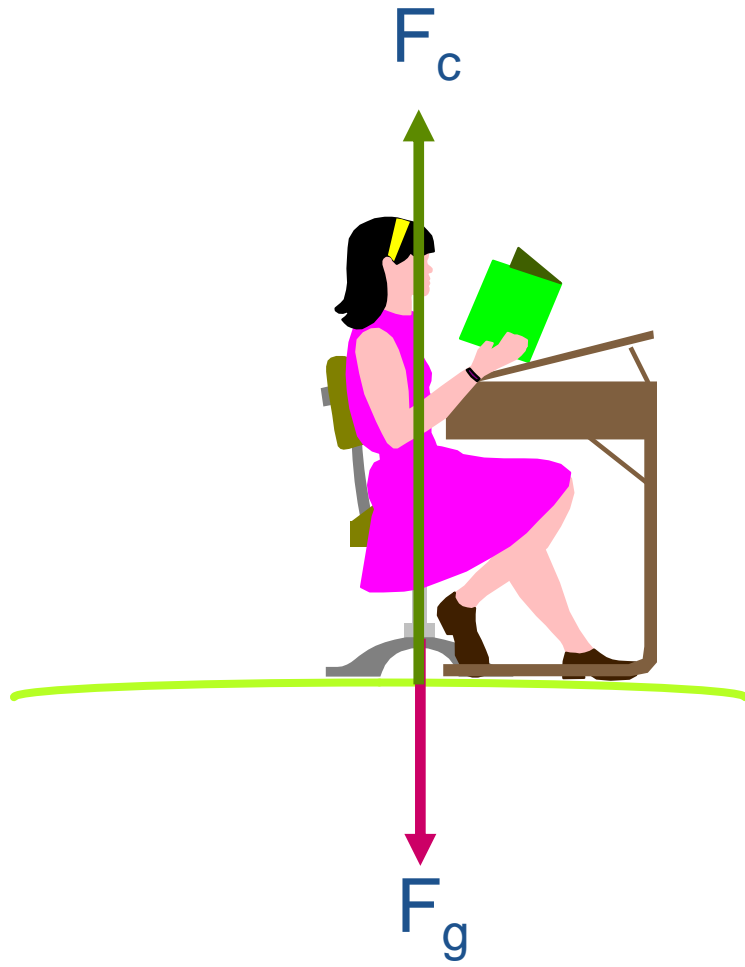


## ➤ Gaya pegas (gaya pemulih)



$$F_s = - kx$$

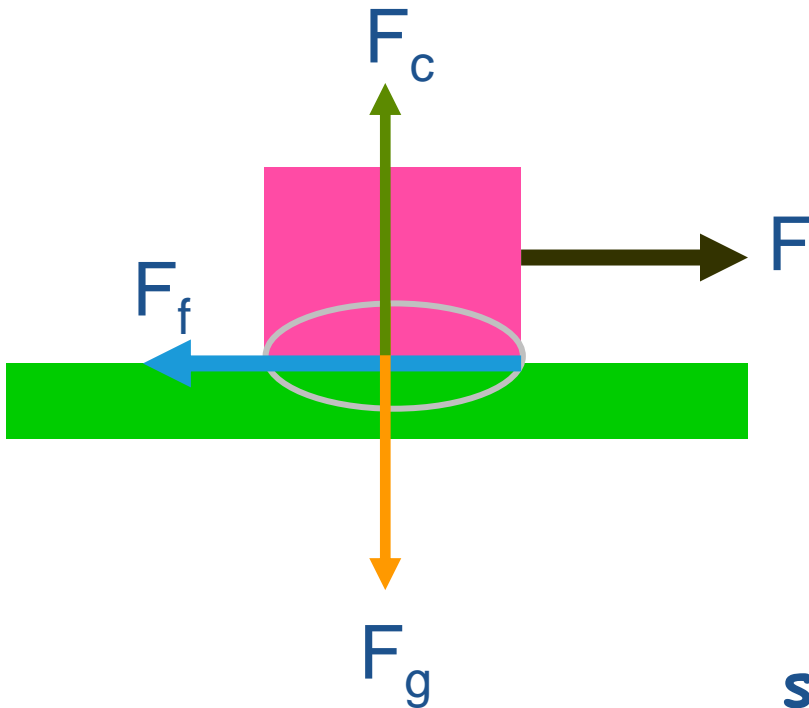
## ➤ Gaya sentuh (contact)



$$F_c = -F_g$$

## ➤ Gaya gesek

Gaya akibat kekasaran permukaan dua benda yang bersentuhan



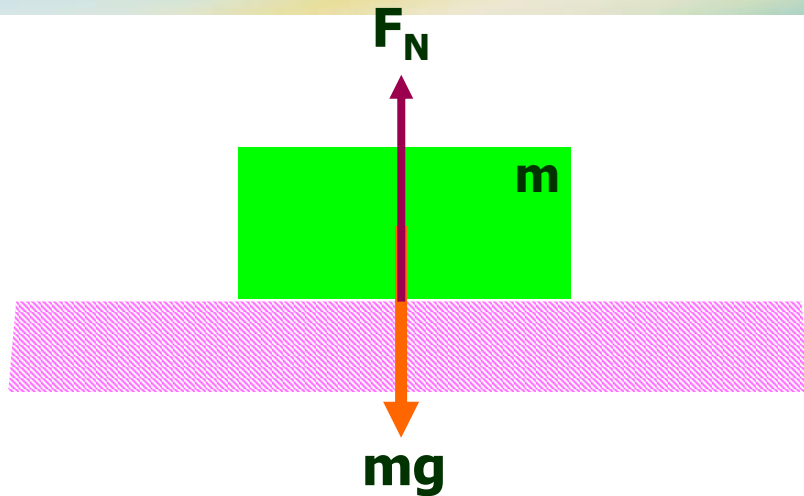
$$F_f = \mu F_c$$

$\mu$  : koefisien gesekan

statis ( $\mu_s$ )

kinetis ( $\mu_k$ )

# Contoh penerapan hukum Newton

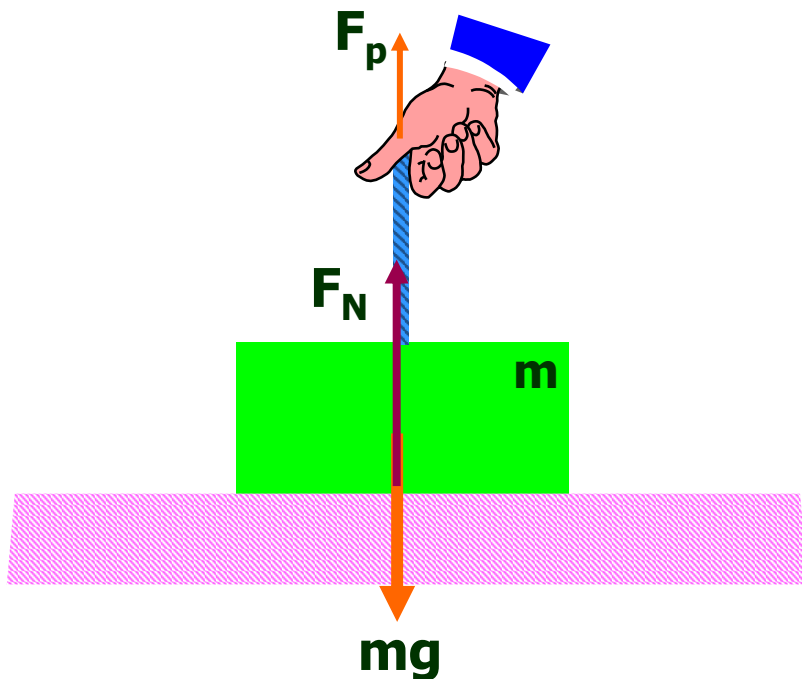


Hukum Newton II :  $\Sigma F = ma$

Benda tidak bergerak  $\rightarrow a = 0$

$$F_N - mg = 0$$

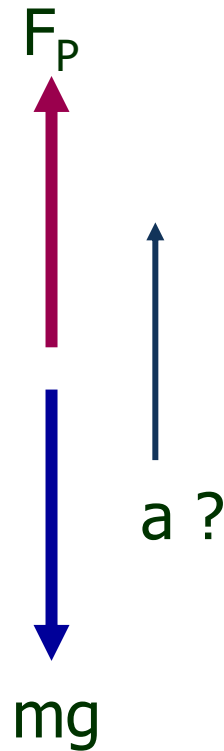
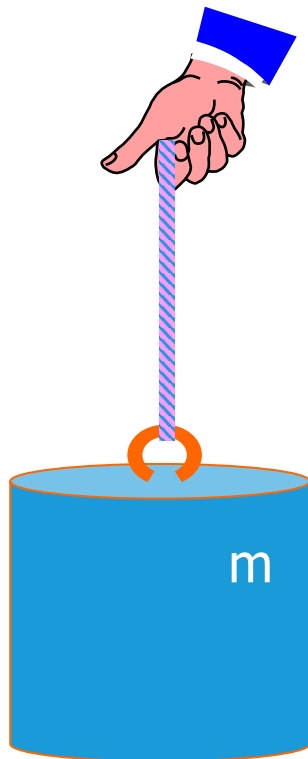
$$F_N = mg$$



Benda tidak bergerak  $\rightarrow a = 0$

$$F_N + F_p - mg = 0$$

$$F_N = mg - F_p$$



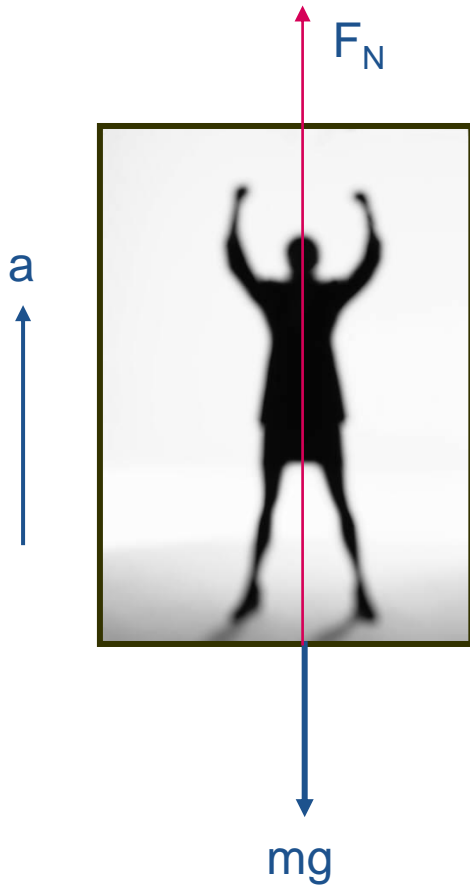
Hukum Newton II :  $\Sigma F = ma$

$$F_p - mg = ma$$

$$a = \frac{F_p}{m} - g$$

- 1) Seseorang berada di dalam lift yang bergerak ke atas dengan percepatan  $10 \text{ m/s}^2$ . Jika massa orang tersebut  $60 \text{ kg}$ , tentukan gaya tekan orang tersebut terhadap lantai lift ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )!

SOLUSI:



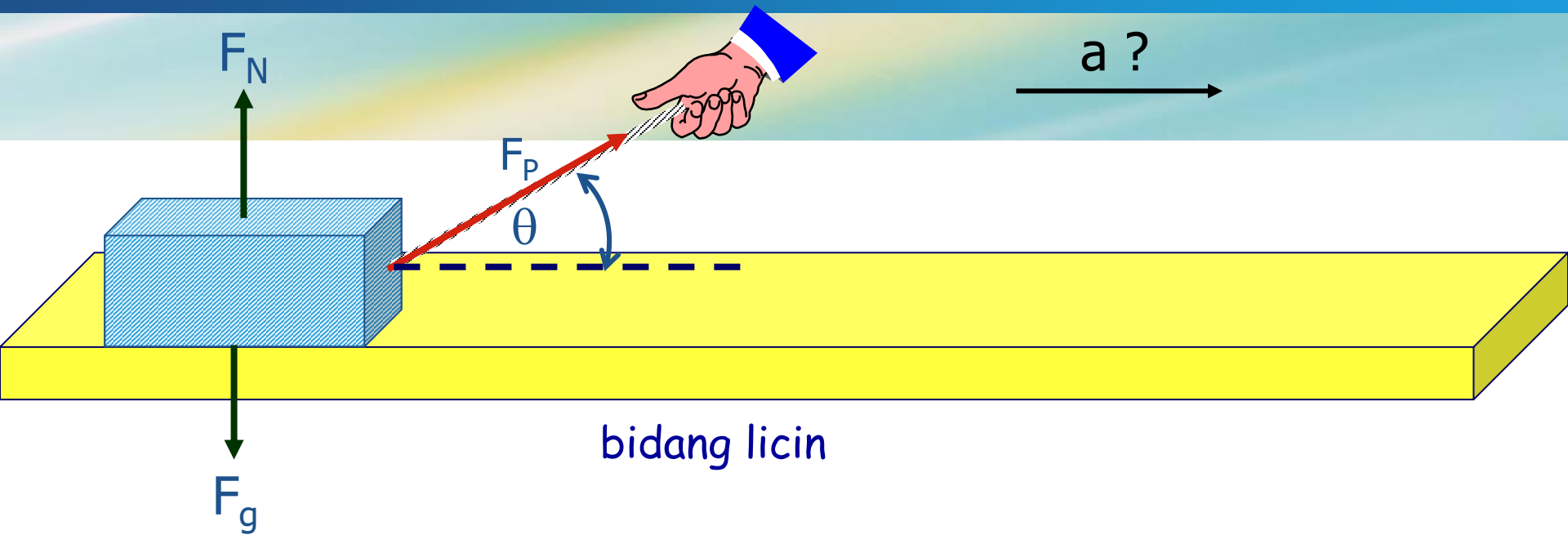
Hukum Newton II :  $\Sigma F = ma$

$$F_N - mg = ma$$

$$F_N = m (g + a)$$

$$F_N = 60 (10 + 10)$$

$$F_N = 1200 \text{ N}$$



arah  $y$  :  $\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad F_P \sin\theta + F_N - mg = 0$

arah  $x$  :  $\Sigma F_x = ma \quad \Rightarrow \quad F_P \cos\theta = ma$

$$a = \frac{F_P \cos \theta}{m}$$

Jika bidang kasar dengan koefisien gesekan kinetis  $\mu_k$  :

$$\text{arah } y : \quad \Sigma F_y = 0 \quad \longrightarrow \quad F_p \sin\theta + F_N - mg = 0$$

$$F_N = mg - F_p \sin\theta$$

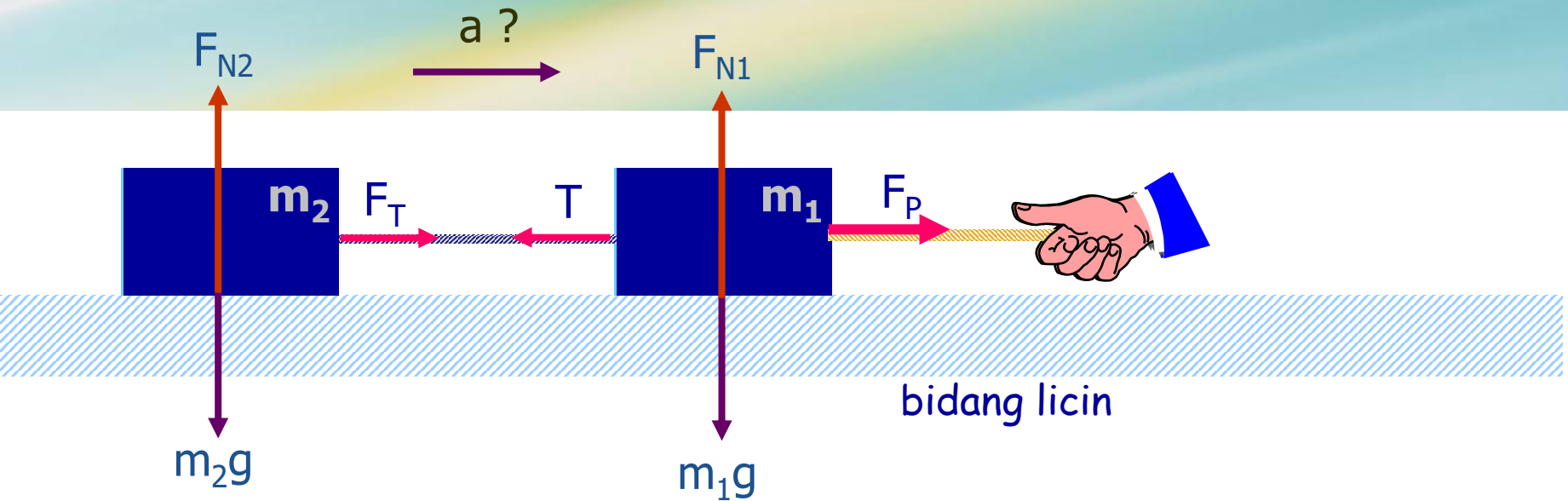
$$\text{arah } x : \quad \Sigma F_x = ma \quad \longrightarrow \quad F_p \cos\theta - F_f = ma$$

$$F_f : \text{ gaya gesek } \rightarrow F_f = \mu_k F_N \rightarrow F_f \perp F_N$$

$$ma = F_p \cos\theta - \mu_k (mg - F_p \sin\theta)$$

$$a = \frac{F_p}{m} (\cos \theta + \mu_k \sin \theta) - \mu_k g$$





benda 1 :  $\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_{N1} = m_1g$

$\Sigma F_x = m_1a \rightarrow F_P - T = m_1a$

benda 2 :  $\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_{N2} = m_2g$

$\Sigma F_x = m_2a \rightarrow F_T = m_2a$

$F_T = T$

$F_P - m_2a = m_1a$



$$a = \frac{F_P}{m_1 + m_2}$$

Jika bidang kasar dengan koefisien gesekan kinetis  $\mu_k$  :

benda 1 :  $\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_{N1} = m_1 g$

$$\Sigma F_x = m_1 a \rightarrow F_p - T - F_{f1} = m_1 a$$

$$F_{f1} = \mu_k F_{N1} = \mu_k m_1 g$$

benda 2 :  $\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_{N2} = m_2 g$

$$\Sigma F_x = m_2 a \rightarrow F_T - F_{f2} = m_2 a$$

$$F_{f2} = \mu_k F_{N2} = \mu_k m_2 g$$

$F_T = T$

$$F_p - m_2 a - \mu_k m_2 g - \mu_k m_1 g = m_1 a$$

$$a = \frac{F_p}{m_1 + m_2} - \mu_k g$$

2. Sebuah balok (1kg) ditarik dengan gaya mendatar 10 N. Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak 50 m adalah 5 s. Jika bidang sentuh permukaan kasar, tentukan koefisien gesekan dan kecepatan akhir balok ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )!

**SOLUSI:**

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow v_0 = 0 \rightarrow a = 2S/t^2 = 100/25 = 4 \text{ m/s}^2$$

Hukum Newton II :

$$\Sigma F = ma$$

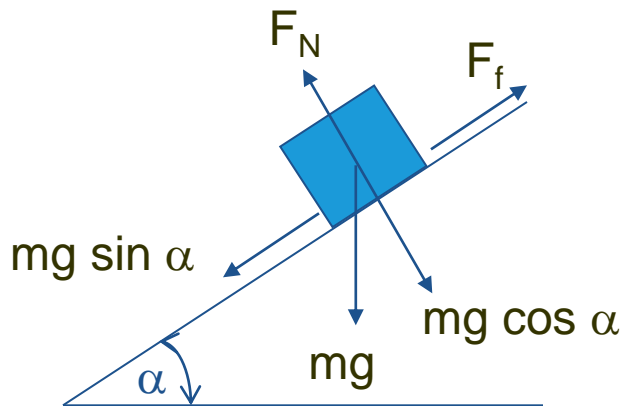
$$F - F_f = ma = F - \mu_k mg = ma$$

$$\mu_k = (F - ma)/mg = (10 - 4)/10 = 0,6$$

$$v = v_0 + at = 0 + (4)(5) = 20 \text{ m/s}$$

3. Sebuah balok terletak pada bidang miring dengan koefisien gesekan statis 0,4. Jika balok tepat akan bergerak, tentukan sudut bidang miring ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )!

**SOLUSI:**



Hukum Newton II :  $\Sigma F = ma$

$$mg \sin \alpha - F_f = ma$$

$$F_f = \mu_s mg \cos \alpha \text{ dan } a = 0 \text{ (balok diam)}$$

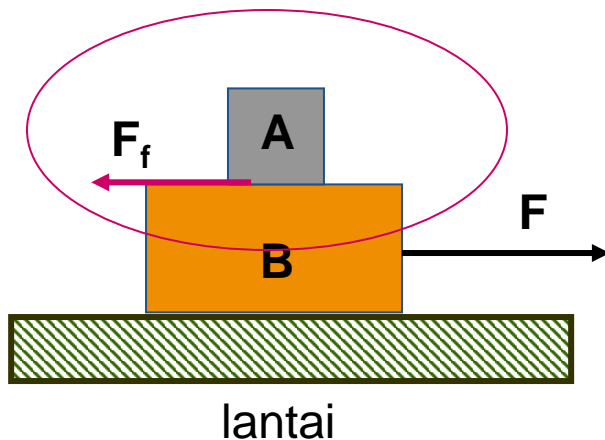
$$mg \sin \alpha - \mu_s mg \cos \alpha = 0$$

$$\text{tg } \alpha = \mu_s = 0.4$$

$$\alpha = \text{arc tg } (0,4) = 21,8^\circ$$

4. Pada gambar dibawah, jika koefisien gesekan statis antara balok A dan B nilainya 0,6,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  dan lantai dianggap licin, tentukan percepatan balok B agar balok A tidak tergelincir (bergeser)!

**SOLUSI:**



Untuk Balok A :

Hukum Newton II :  $(\Sigma F)_A = m_A a$

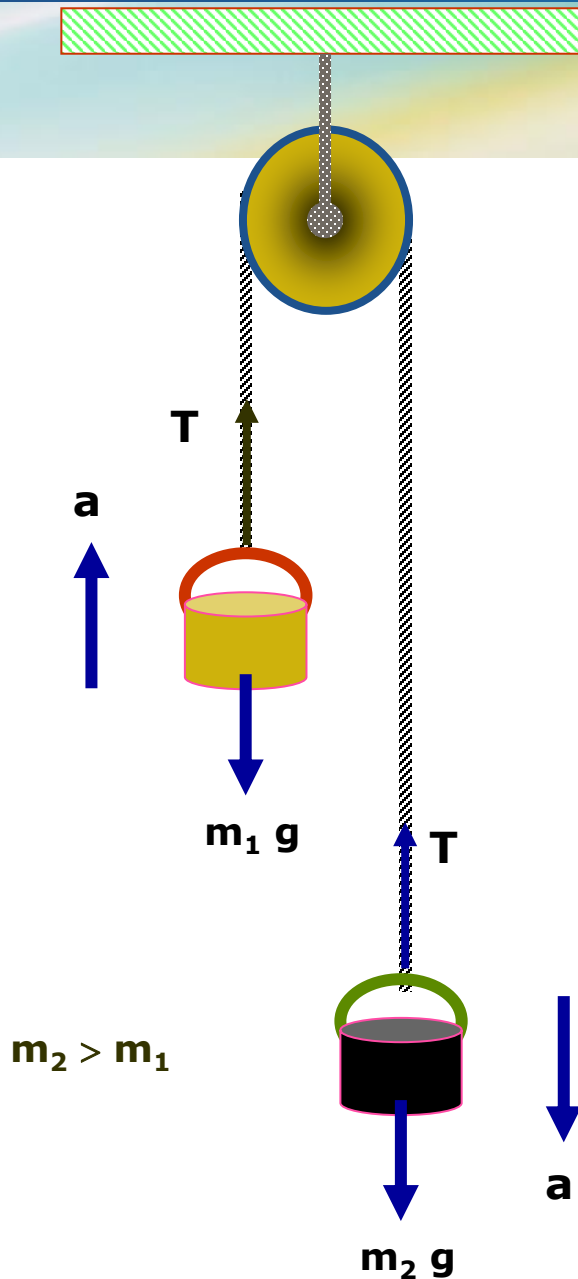
$a$  : percepatan balok A dan B sama

$$F_f = m_A a$$

$$\mu m_A g = m_A a$$

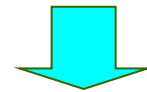
$$a = \mu g = (0,6)(10) = 6 \text{ m/s}^2$$

## katrol licin



benda 1 :  $\Sigma F_y = m_1 a \rightarrow T - m_1 g = m_1 a$

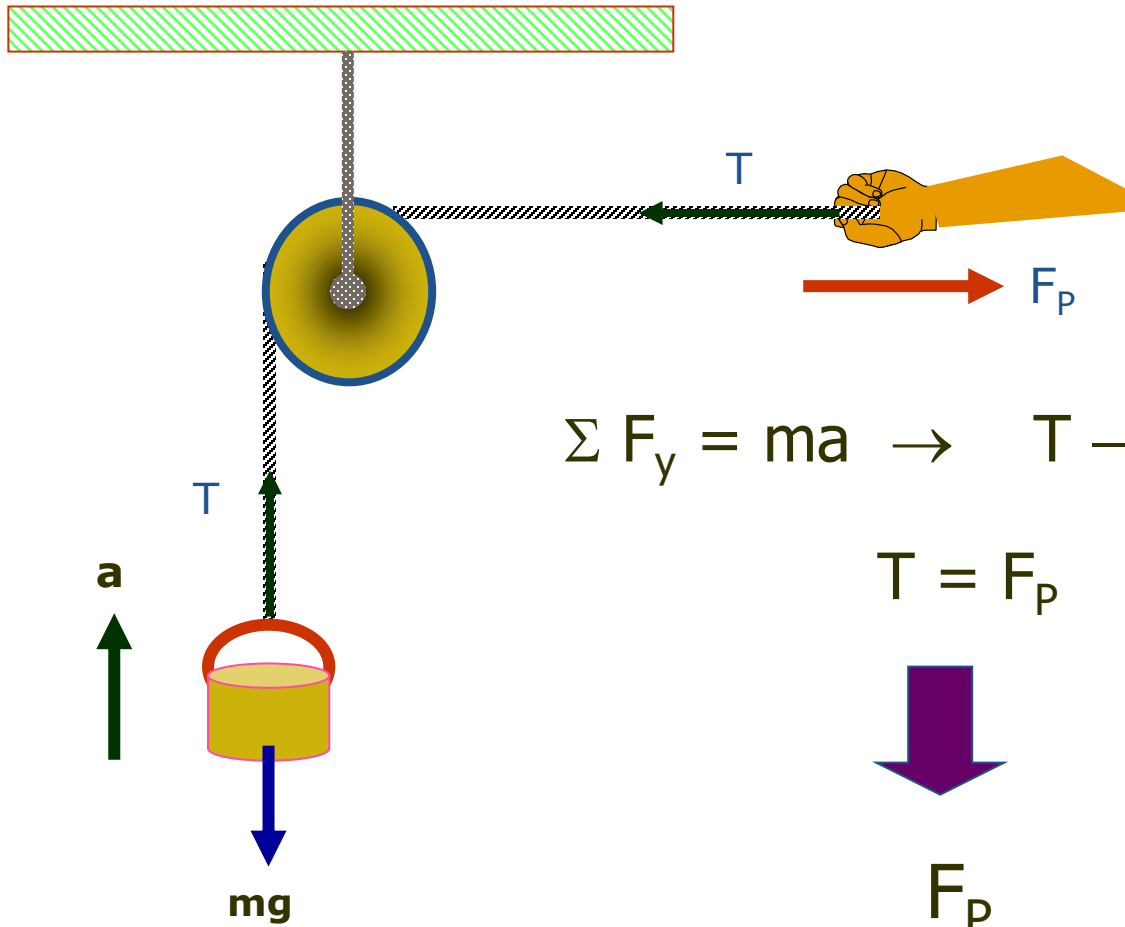
benda 2 :  $\Sigma F_y = m_2 a \rightarrow m_2 g - T = m_2 a$



$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g$$

Acuan (+) searah pergerakan  
benda

## katrol licin

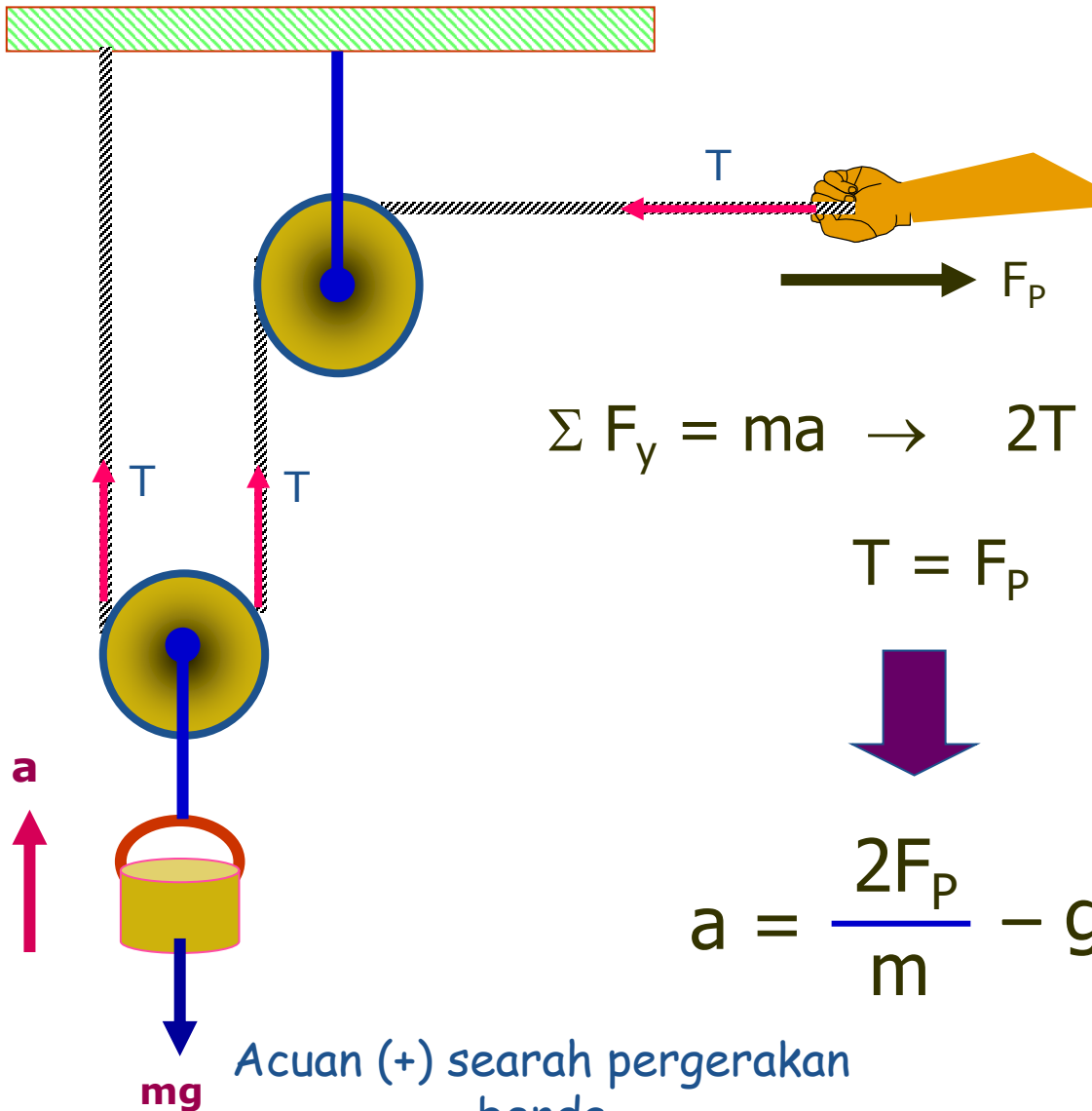


$$\Sigma F_y = ma \rightarrow T - mg = ma$$

$$T = F_p$$

$$a = \frac{F_p}{m} - g$$

katrol licin



$$\Sigma F_y = ma \rightarrow 2T - mg = ma$$

$$T = F_p$$

$$a = \frac{2F_p}{m} - g$$



5. Dua buah benda ( $m_1 = 4 m_2$ ) keduanya terhubung dengan tali dan tergantung pada katrol yang licin. Jika  $m_1 = 1 \text{ kg}$  dan  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , tentukan percepatan benda 1 dan tegangan yang dialami oleh tali !

SOLUSI:

$$\text{benda 1 : } \Sigma F_y = m_1 a \rightarrow T - m_1 g = - m_1 a$$

$$\text{benda 2 : } \Sigma F_y = m_2 a \rightarrow T - m_2 g = m_2 a$$

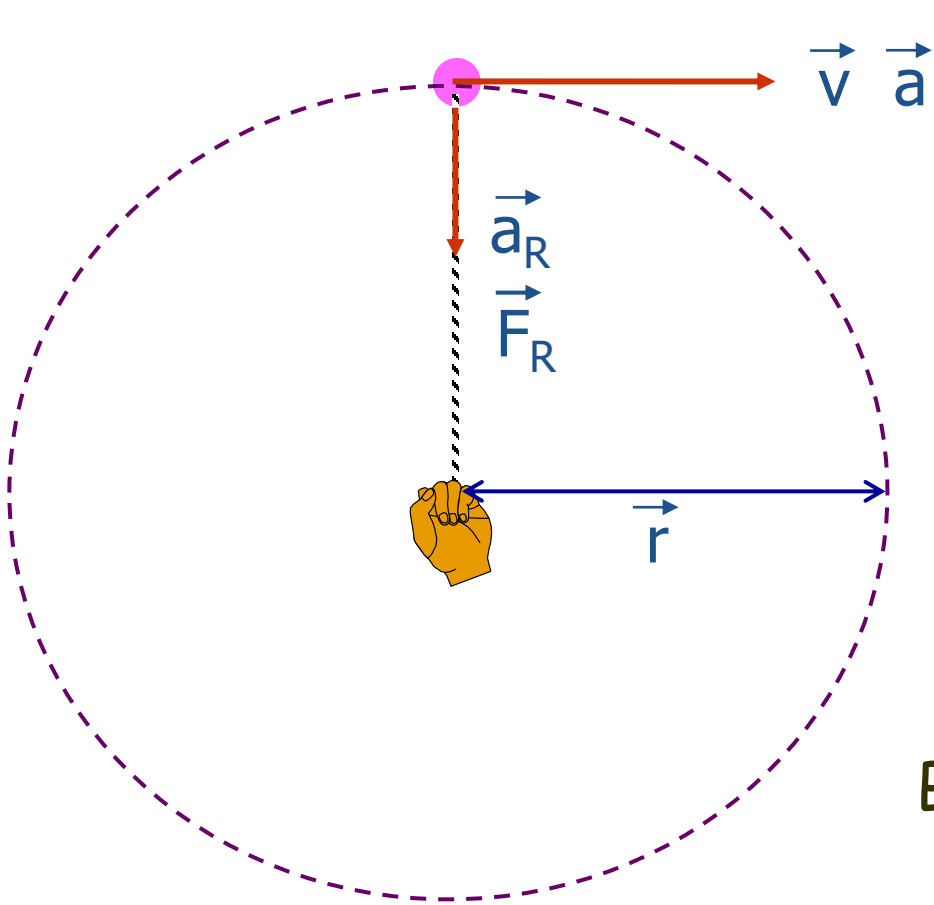
$$a = (m_1 - m_2)g / (m_1 + m_2)$$

$$a = (3 m_2)(10) / (5 m_2) = 6 \text{ m/s}^2$$

dan :

$$T = m_1 (g - a) = (1) (4) = 4 \text{ N}$$

# DINAMIKA GERAK MELINGKAR



$$\vec{F}_R = m \vec{a}_R$$

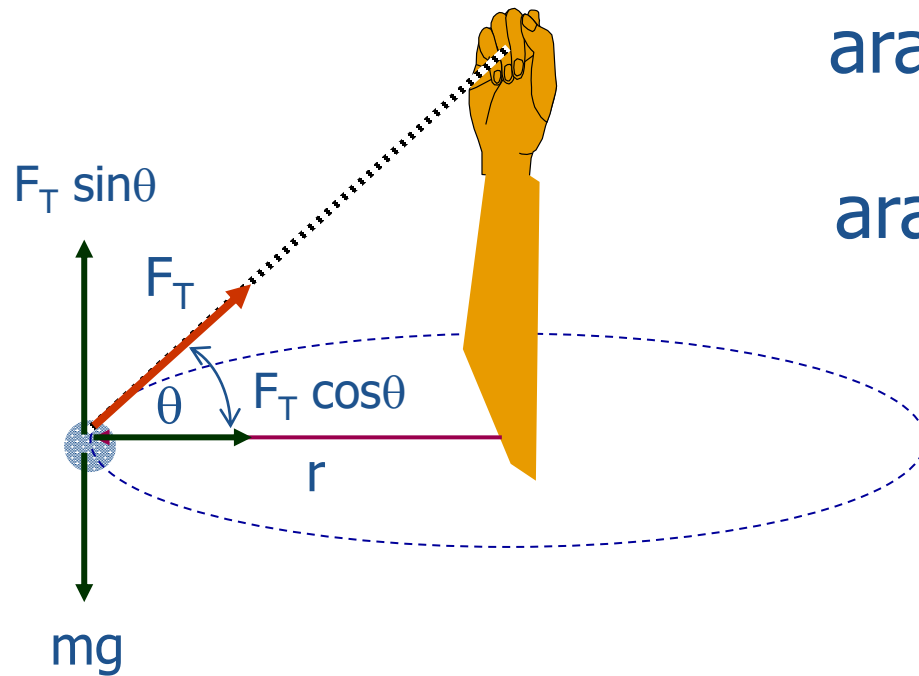
Percepatan sentripetal

Gaya sentripetal

Gaya untuk mempertahankan gerak

Besarnya gaya :  $F = m \frac{v^2}{r}$

Contoh :

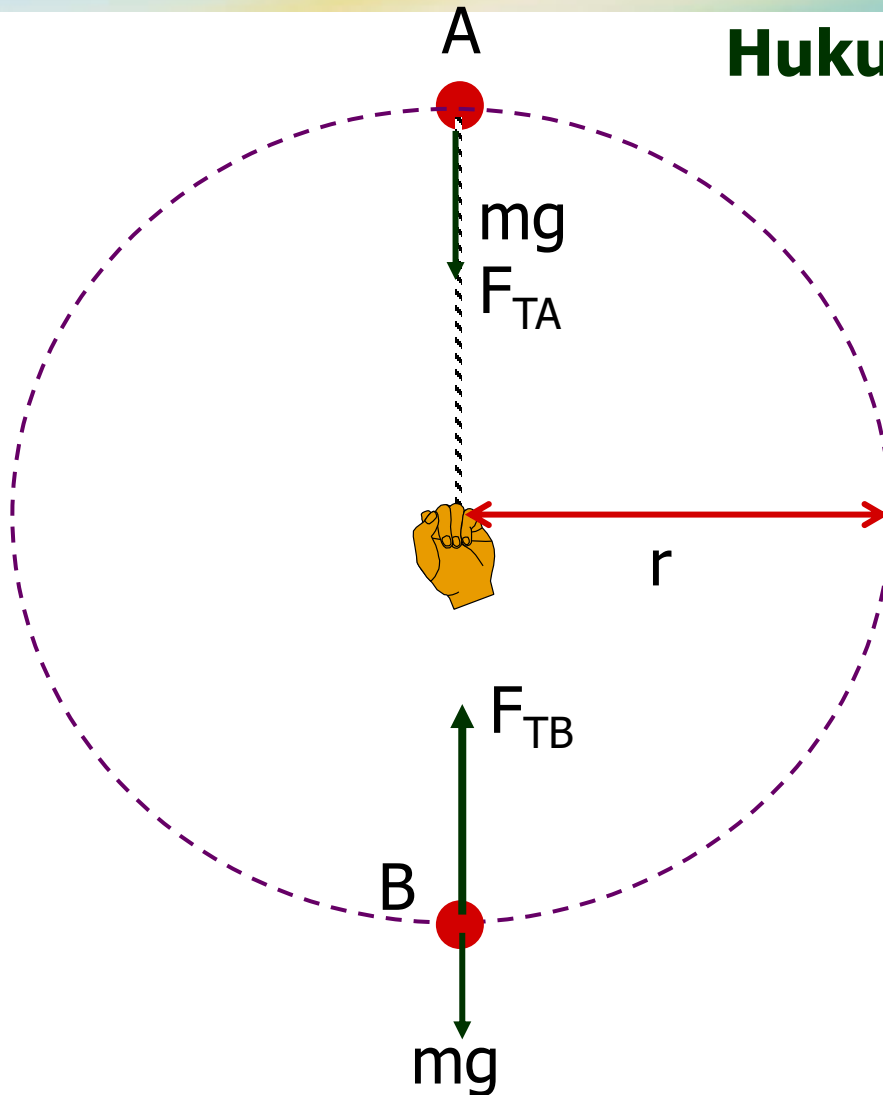


arah y :  $F_T \sin \theta = mg$

arah mendatar :

$$F_T \cos \theta = m \frac{v^2}{r}$$

$$\theta = \arctg \frac{gr}{v^2}$$



**Hukum Newton II :  $\Sigma F = ma$**

$$F_{TA} + mg = ma_R$$

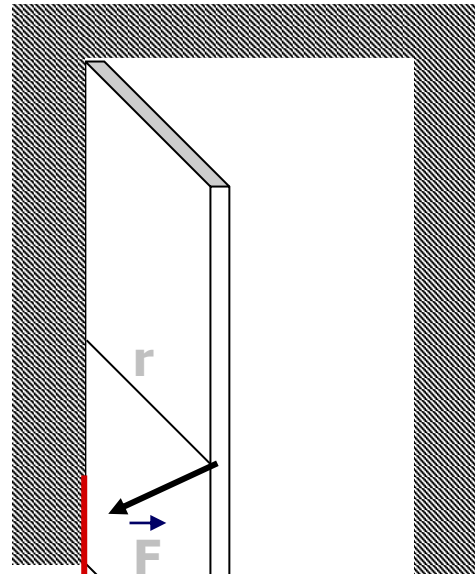
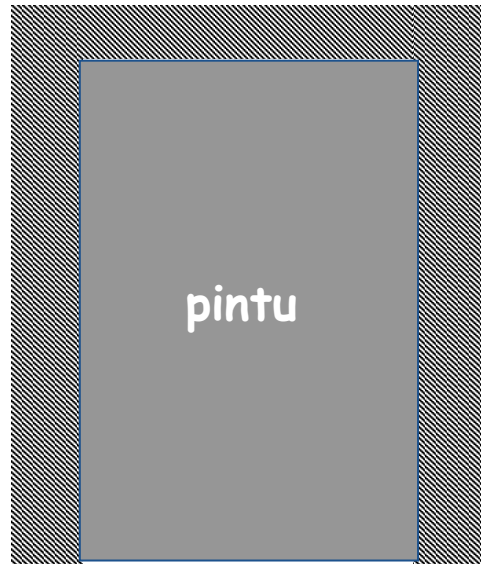
$$F_{TA} + mg = mv^2/r$$

**Laju minimum bola pada titik A  
agar bola bergerak pada  
lintasan :**

$$v = \sqrt{gr}$$

$$F_{TB} = (mv^2/r) + mg$$

# DINAMIKA GERAK ROTASI

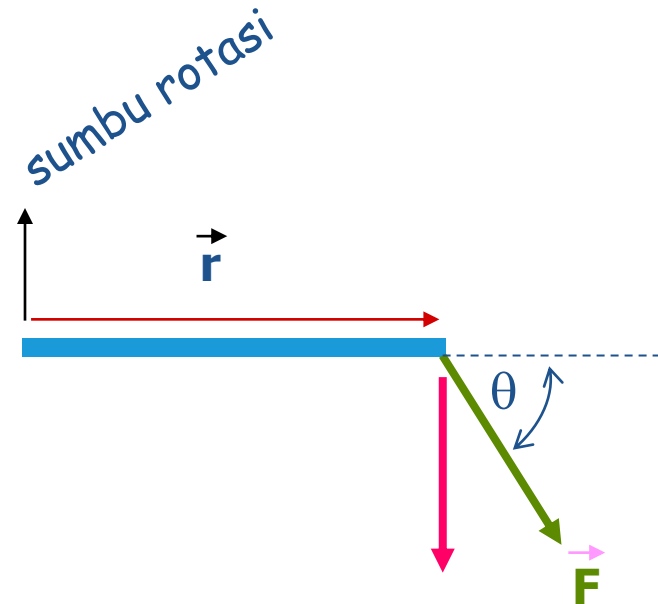


Torsi

$\vec{\tau}$

(Penyebab gerak rotasi)

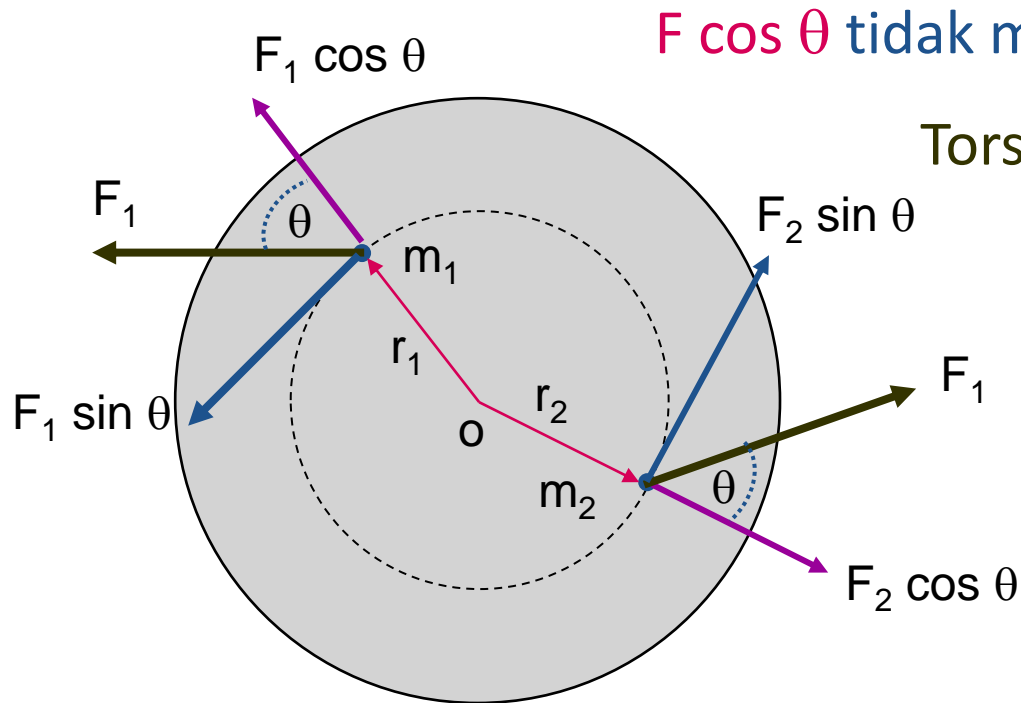
$$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{r}$$



$F \sin \theta$

$$\tau = Fr \sin \theta$$

# Cakram yang diputar



$F \cos \theta$  tidak menyebabkan cakram berputar

Torsi yang bekerja pada partikel ke i :

$$\tau_i = F_i r_i \sin \theta = F_{it} r_i$$

Hk Newton II :

$$F_{it} = m_i a = m_i r_i \alpha$$

dikalikan  $r_i$  :

$$r_i F_{it} = \tau_i = m_i r_i^2 \alpha$$

Torsi total yang bekerja pada cakram :

$$\sum \tau_i = \sum m_i r_i^2 \alpha$$



I

Penyebab gerak linier  $\rightarrow F = m a$

$$a = \alpha r$$

Penyebab gerak rotasi  $\rightarrow \tau = I \alpha$

momen inersia

$$I = \sum_i m_i r_i^2$$

untuk benda diskrit

$$I = \int r^2 dm$$

untuk benda kontinyu

# MENGHITUNG MOMEN INERSIA

- ✓ Untuk benda diskrit (sistem partikel) :  $I = \sum_i m_i r_i^2$
- ✓ Untuk benda kontinu (benda tegar) :  $I = \int r^2 dm$
- ✓ Untuk gabungan lebih dari satu benda tegar :  $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots I_n$

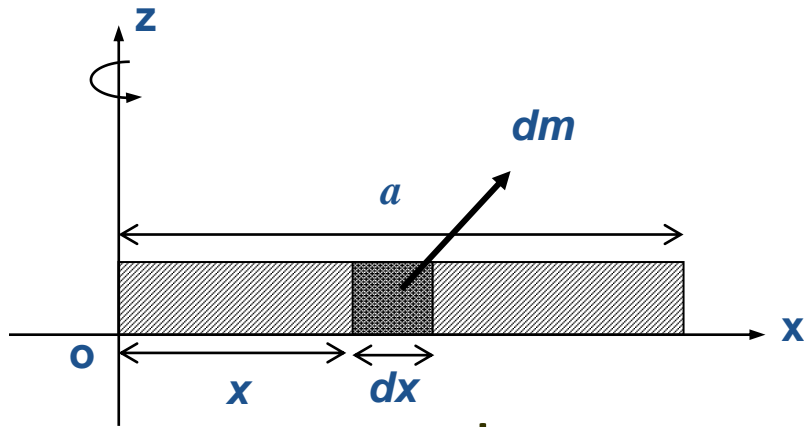
Untuk menghitung momen inersia benda tegar lakukan langkah-langkah berikut :

1. perhatikan sumbu putar benda tegar
2. buatlah elemen massa (kecil) di dalam benda tegar yang mempunyai jarak ( $r$ ) terhadap sumbu putar
3. perhatikan batas integrasi dari elemen massa yang anda buat



# Contoh :

## Batang tipis diputar pada sumbu z

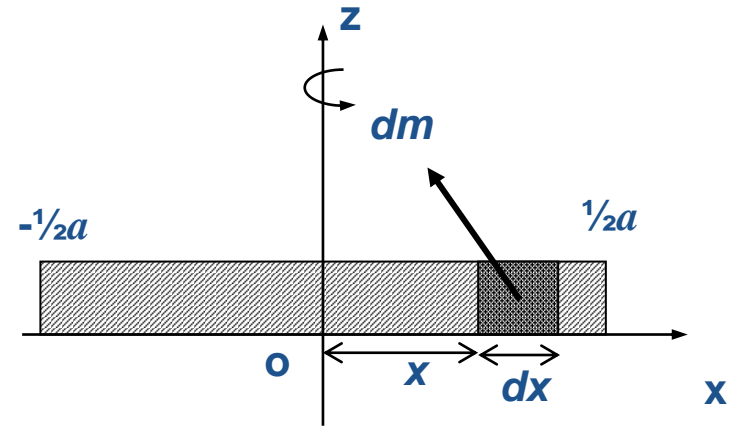


kerapatan :  $\rho = m/l$ ,  $\rho = m/A$ ,  $\rho = m/V$

$l$  = panjang,  $A$  = luas,  $V$  = volume

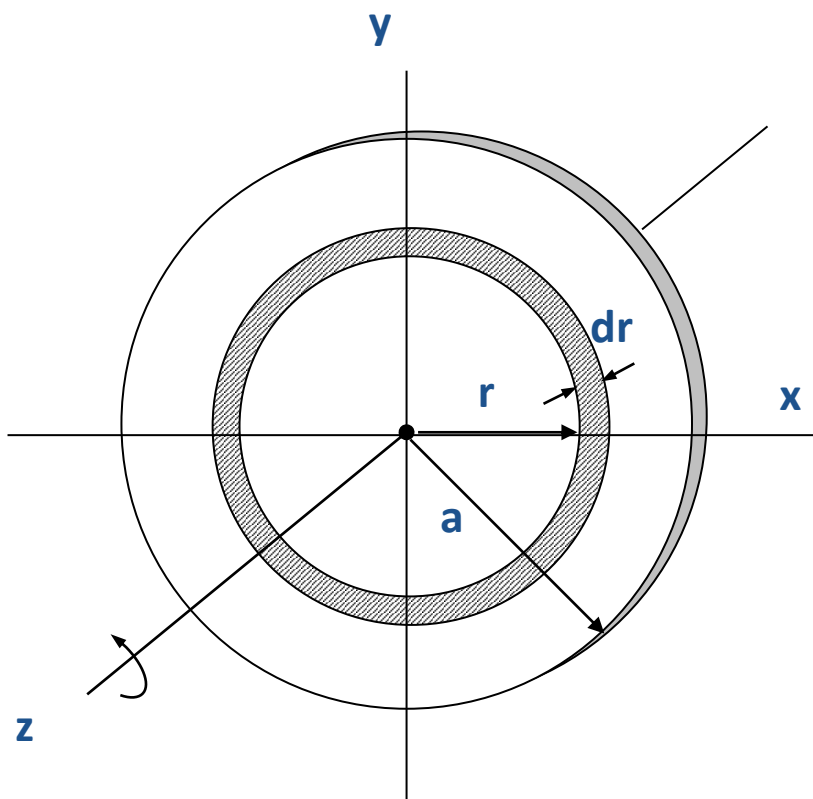
elemen massa :  $dm = \rho dx \rightarrow m = \rho a$

$$I_z = \int_0^a \rho x^2 dx = \frac{1}{3} \rho a^3 = \frac{1}{3} m a^2$$

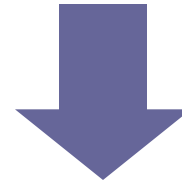


$$I_z = \int_{-\frac{1}{2}a}^{\frac{1}{2}a} \rho x^2 dx = \frac{1}{12} m a^2$$

## Cakram



elemen massa :  $dm = \rho 2\pi r dr$   
 $m = \rho \pi a^2$



$$I_{sb} = \int_0^a \rho 2\pi r^3 dr = \frac{1}{2} m a^2$$

# TEOREMA SUMBU TEGAK LURUS

Berlaku untuk benda berbentuk bidang datar (dua dimensi)

$$I_z = \sum_{i=1}^n m_i (x_i^2 + y_i^2) = \sum_{i=1}^n m_i x_i^2 + \sum_{i=1}^n m_i y_i^2$$



$I_x$



$I_y$

$$I_z = I_x + I_y$$

$I_x$  : momen inersia disekitar sumbu x

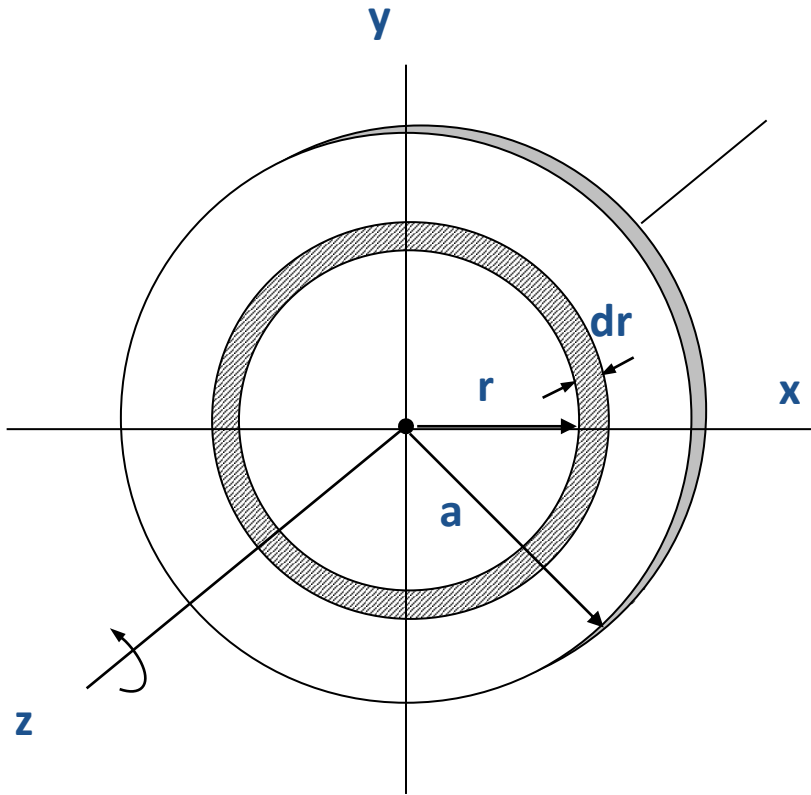
$I_y$  : momen inersia disekitar sumbu y

$I_z$  : momen inersia disekitar sumbu z



saling tegak lurus

## Contoh :



$$I_z = \int_0^a \rho 2\pi r^3 dr = \frac{1}{2} m a^2$$

$$I_z = I_x + I_y$$

bentuk cakram simetri thd  
sumbu x dan sumbu y  $\rightarrow I_x = I_y$   
maka  $I_x = I_y = \frac{1}{4} m a^2$

# Thank You !

[www.themegallery.com](http://www.themegallery.com)