

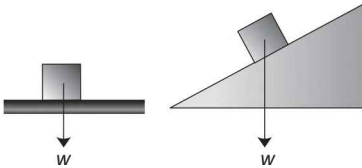
MEKANIKA

01

A.

Konsep Gaya

a. Gaya Berat (w)



Gaya berat arahnya selalu ke bawah, dan besarnya adalah:

$$w = mg$$

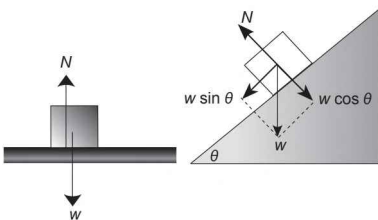
Keterangan:

w : Berat benda (N)

m : Massa benda (kg)

g : Percepatan gravitasi (m/s^2)

b. Gaya Normal (N)



Arah **GAYA NORMAL** selalu **TEGAK LURUS** terhadap **BIDANG SENTUH**.

Gaya ini tidak memiliki rumus yang pasti, disesuaikan dengan gaya yang bekerja pada benda tersebut. Untuk menentukan gaya normal, gunakan hukum I Newton.

c. Gaya Gesek (f)

Arah gaya gesek selalu berlawanan arah dengan kecenderungan gerakan. Ada dua keadaan yang terjadi pada benda, yaitu:

1. Benda **TETAP DIAM**

Benda akan **TETAP DIAM**, jika gaya F yang kita berikan masih **KURANG** atau **SAMA DENGAN GAYA GESEK STATIS MAKSIMUMNYA** ($f_{s \text{ maks}}$).

$$F \leq f_{s \text{ maks}}$$

$$F \leq \mu_s N$$

Jadi, besarnya gaya gesek (f) adalah sama dengan gaya yang diberikan pada benda, yaitu F .

$$f = F$$

2. Benda **BERGERAK**

Benda akan **BERGERAK**, jika gaya F yang diberikan bernilai **LEBIH BESAR** dari gaya **GAYA GESEK STATIS MAKSIMUMNYA** ($f_{s \text{ maks}}$).

$$F > f_{s \text{ maks}}$$

$$F > \mu_s N$$

Jadi, besarnya gaya gesek (f) pada benda adalah gaya gesek kinetis, rumusnya:

$$f = f_k = \mu_k N$$

Keterangan:

f : gaya gesek (N)

$f_{s \text{ maks}}$: gaya gesek statis maksimum (N)

f_k : gaya gesek kinetis (N)

μ_s : koefisien gesekan statis

μ_k : koefisien gesekan kinetis

N : gaya normal (N)

B.**Hukum Newton
tentang Gerak****a. Hukum I Newton**

$$\sum F = 0$$

Rumus ini digunakan untuk 2 keadaan, yaitu benda diam (seimbang statis) dan benda bergerak lurus beraturan/GLB (seimbang dinamis).

b. Hukum II Newton

$$\sum F = ma$$

Rumus ini digunakan untuk kondisi benda bergerak lurus berubah beraturan (GLBB).

c. Hukum III Newton

$$F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$$

Keterangan:

$\sum F$: Resultan gaya (N)

m : Massa (kg)

a : Percepatan (m/s^2)

C.**Gerak Lurus****a. Gerak Lurus Beraturan (GLB)**

Syarat:

KECEPATAN TETAP atau **PERCEPATANNYA NOL** ($v = \text{tetap}$ atau $a = 0$).

Rumus jarak

$$s = vt$$

Keterangan:

s : Jarak (m)

v : Kecepatan (m/s)

t : Waktu (s)

b. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Syarat:

KECEPATAN BERUBAH atau **PERCEPATANNYA TETAP**

($v = \text{berubah}$ atau $a = \text{tetap}$).

Rumus-rumus GLBB

$$1. s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$2. v_t = v_0 + at$$

$$3. v_t^2 = v_0^2 + 2as$$

$$4. s = \left(\frac{v_t + v_0}{2} \right) t$$

Keterangan:

s : Jarak (m)

a : Percepatan (m/s^2)

v_t : Kecepatan sesaat pada waktu t (m/s)

v_0 : Kecepatan awal (m/s)

t : Waktu (s)

D.**Gerak Melingkar****a. Gerak Melingkar Beraturan (GMB)**

Syarat:

KECEPATAN SUDUT TETAP (ω) atau **PERCEPATAN SUDUTNYA NOL** (α)

($\omega = \text{tetap}$ dan $\alpha = 0$).

Rumus GMB:

$$\theta = \omega t$$

Keterangan:

θ : Jarak sudut (rad)

ω : Kecepatan sudut (rad/s)

b. Gerak Melingkar Berubah Beraturan (GMBB)

Syarat:

KECEPATAN SUDUT BERUBAH-UBAH atau **PERCEPATAN SUDUTNYA TETAP**.

($\alpha = \text{tetap}$)

Rumus-rumus GMBB

1. $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$
2. $\omega_t = \omega_0 + \alpha t$
3. $\omega_t^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$
4. $\theta = \left(\frac{\omega_t + \omega_0}{2} \right) t$

Keterangan:

θ : Jarak sudut (rad)
 ω_0 : Kecepatan sudut awal (rad/s)
 ω_t : Kecepatan sudut sesaat (rad/s)
 α : Percepatan sudut (rad/s²)
 t : Waktu (s)

E. Hubungan Gerak Lurus dan Gerak Melingkar

Gerak Lurus	Gerak Melingkar
s = jarak	θ = sudut jarak
v = kecepatan	ω = kecepatan sudut
a = percepatan	α = percepatan sudut

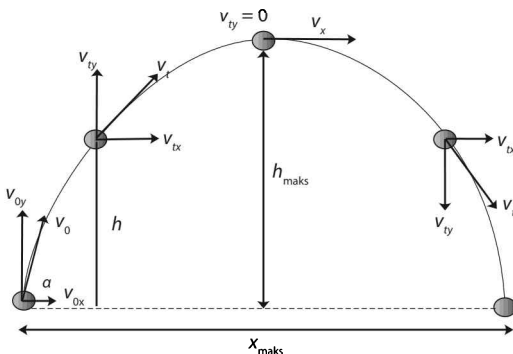
Hubungannya:

1. $s = \theta R$
2. $v = \omega R$
3. $a = \alpha R$

Keterangan:

R : Jari-jari lingkaran (m)

F. Gerak Parabola



Rumus Parabola pada sumbu-X (GLB)

1. $v_{tx} = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$
2. $x = (v_0 \cos \alpha) t$

Keterangan:

v_{0x} : Kecepatan awal pada sumbu-X (m/s)
 v_{tx} : Kecepatan sesaat pada sumbu-X (m/s)
 x : Jarak pada sumbu-X saat waktu t (m)
 Pada saat jangkauan maksimum:

1. $x_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$
2. $t_{x \text{ maks}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

Rumus Parabola pada sumbu-Y (GLBB)

1. $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$
2. $v_{ty} = v_0 \sin \alpha - gt$
3. $h = (v_0 \sin \alpha) t - \frac{1}{2} gt^2$

Keterangan:

v_{0y} : Kecepatan awal pada sumbu-Y (m/s)
 v_{ty} : Kecepatan sesaat pada sumbu-Y (m/s)
 h : Ketinggian saat waktu t (m)
 g : Percepatan gravitasi (10 m/s²)

Pada saat ketinggian maksimum:

1. $t_{h \text{ maks}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
2. $h_{\text{maks}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

G. Gerak Vertikal ke Atas

Cirinya memiliki kecepatan awal (v_0).

Ketinggian maksimum yang dicapai:

$$h_{\text{maks}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Waktu tempuh untuk mencapai ketinggian maksimum:

$$t_{\text{maks}} = \frac{v_0}{g}$$

H.

Gerak Jatuh Bebas

Cirinya tanpa kecepatan awal (v_0).

Waktu yang dibutuhkan benda ketika menyentuh tanah:

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

Kecepatan benda jatuh bebas ketika menyentuh tanah:

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

I.

Momentum, Impuls, dan Tumbukan

a. Momentum

$$p = mv$$

Keterangan:

p : Momentum (N.s)

m : Massa (kg)

v : Kecepatan benda (m/s)

b. Impuls

$$I = \Delta p = \int F dt$$

Keterangan:

I : Impuls (N.s)

Δp : Perubahan momentum ($p_2 - p_1$)

F : Gaya (N)

t : Waktu (s)

c. Tumbukan

➤ Tumbukan Lenting Sempurna

Pada tumbukan lenting sempurna berlaku:

- Hukum kekekalan energi kinetik

$$E_{k\text{ awal}} = E_{k\text{ akhir}}$$

- Koefisien restitusi (e) bernilai 1

$$e = \frac{-\Delta v'}{\Delta v} = \frac{-(v_2' - v_1')}{v_2 - v_1} = 1$$

- Hukum kekekalan momentum

$$p_{\text{awal}} = p_{\text{akhir}}$$

➤ Tumbukan Lenting Sebagian

Pada tumbukan lenting sebagian berlaku:

- Koefisien restitusi (e) bernilai lebih dari 0 sampai kurang dari 1

$$e = \frac{-\Delta v'}{\Delta v} = \frac{-(v_2' - v_1')}{v_2 - v_1}$$

dimana $0 < e < 1$

- Hukum kekekalan momentum

$$p_{\text{awal}} = p_{\text{akhir}}$$

➤ Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali berlaku:

- Koefisien restitusi (e) bernilai 0:

$$v_1' = v_2'$$

- Hukum kekekalan momentum

$$p_{\text{awal}} = p_{\text{akhir}}$$

Keterangan:

v_1' : Kecepatan akhir benda 1

v_2' : Kecepatan akhir benda 2

v_1 : Kecepatan awal benda 1

v_2 : Kecepatan awal benda 2

J.

Usaha dan Energi

a. Rumus Usaha

$$W = \Sigma F s$$

Keterangan:

W : Usaha (joule)

s : Perpindahan benda (m)

Syarat : ΣF harus segaris dengan s

b. Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Jika pada saat benda bergerak, tetapi dianggap tidak ada gaya gesek maka berlaku:

$$E_{m,1} = E_{m,2}$$

$$E_{p,1} + E_{k,1} = E_{p,2} + E_{k,2}$$

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

c. Hubungan Usaha dengan Energi

$$W = \Delta E_k + \Delta E_p$$

Keterangan:

ΔE_k : Perubahan energi kinetik (J)

ΔE_p : Perubahan energi potensial (J)

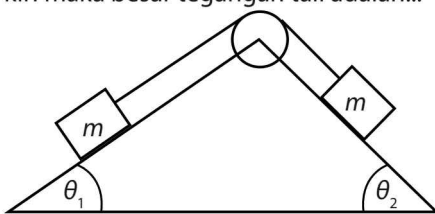
CONTOH SOAL

MEKANIKA



1. Soal SNMPTN

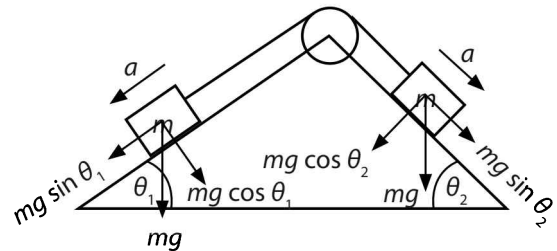
Dua balok masing-masing bermassa m dihubungkan dengan seutas tali dan ditempatkan pada bidang miring licin menggunakan sebuah katrol. Jika massa tali dan katrol diabaikan dan sistem bergerak ke kiri maka besar tegangan tali adalah...



- A. $\frac{1}{2}mg(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)$
- B. $\frac{1}{2}mg(\sin \theta_1 + \sin \theta_2)$
- C. $mg(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)$
- D. $mg(\sin \theta_1 + \sin \theta_2)$
- E. $2mg(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)$

PEMBAHASAN:

Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika sistem bergerak ke kiri dan lantai licin (gesekan diabaikan) maka nilai vektor berat beban kiri ($mg \sin \theta_1$) lebih besar daripada vektor berat beban kanan yang sejajar lintasan ($mg \sin \theta_2$). Besarnya percepatan sistem adalah:

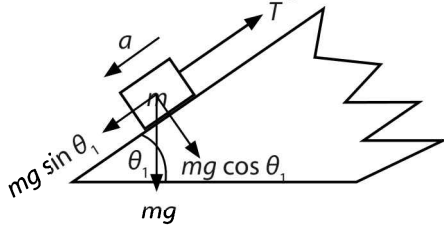
$$a = \frac{\sum F}{\sum m}$$

$$= \frac{(mg \sin \theta_1 - mg \sin \theta_2)}{m + m}$$

$$= \frac{mg(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)}{2m}$$

$$a = \frac{g(\sin \theta_1 - \sin \theta_2)}{2}$$

Setelah mendapatkan nilai percepatan, untuk menentukan besarnya tegangan tali cukup tinjau dari salah satu balok saja. Misalkan pada balok sebelah kiri. Perhatikan gambar di bawah.



Gunakan persamaan hukum II Newton untuk menentukan nilai tegangan tali T:

$$\sum F = ma$$

$$mg \sin \theta_1 - T = ma$$

$$T = mg \sin \theta_1 - ma$$

$$= mg \sin \theta_1 - mg \left(\frac{\sin \theta_1 - \sin \theta_2}{2} \right)$$

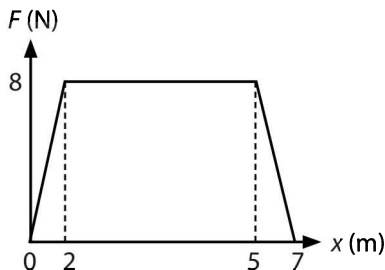
$$= \frac{1}{2} mg (2 \sin \theta_1 - \sin \theta_1 + \sin \theta_2)$$

$$= \frac{1}{2} mg (\sin \theta_1 + \sin \theta_2)$$

Jawaban: B

2. Soal SNMPTN

Sebuah benda bermassa 20 kg diberi gaya F yang arahnya sejajar sumbu x dan besarnya merupakan fungsi perpindahan seperti pada gambar. Jika pada $x = 0$ benda dalam keadaan diam maka pada $x = 7$ m, kecepatan benda sama dengan...



A. 2 m/s

B. 4 m/s

C. 6 m/s

D. 8 m/s

E. 10 m/s

PEMBAHASAN:

$$m = 20 \text{ kg}; v_0 = 0$$

$$\Delta x = 7 \text{ m}$$

Ditanya: v saat $x = 7 \text{ m}$?

Grafik yang diketahui dari soal adalah grafik hubungan antara gaya (F) dan perpindahan (x). Dengan mencari luasan di dalam grafik didapatkan nilai usaha (W) yang dilakukan oleh benda tersebut, yaitu:

$$W = L_{\text{trapesium}}$$

$$= \frac{1}{2} (7 + 3) 8$$

$$= 10 \cdot 4 = 40 \text{ J}$$

Karena benda bergerak lurus, bergerak dari keadaan diam sampai v maka usaha sama dengan perubahan energi kinetik:

$$W = \Delta E_k$$

$$= \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2)$$

$$40 = \frac{1}{2} \cdot 20 (v^2 - 0)$$

$$4 = v^2$$

$$v = \sqrt{4} = 2 \text{ m/s}$$

Jawaban: A

3. Soal SPMB

Sebuah lift bergerak ke atas dengan percepatan 3 ms^{-2} , kemudian bola dilepaskan 1,7 meter di atas lantai lift tersebut. Jika percepatan gravitasi $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ maka waktu yang diperlukan bola untuk jatuh di lantai lift adalah.....

A. $\sqrt{0,5} \text{ s}$

D. $\sqrt{7,5} \text{ s}$

B. $\sqrt{2,5} \text{ s}$

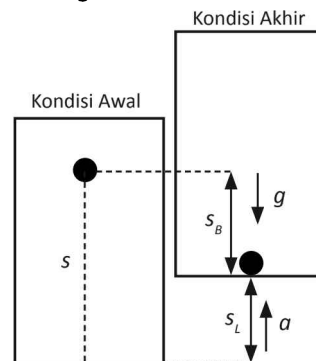
E. $\sqrt{10} \text{ s}$

C. $\sqrt{5} \text{ s}$

PEMBAHASAN:

Ketinggian bola adalah jarak bola ditambah jarak yang dicapai lift.

Perhatikan gambar di bawah ini:



$$s = s_B + s_L$$

$$1,7 = \frac{1}{2}gt^2 + \frac{1}{2}at^2$$

$$1,7 = \frac{1}{2} \cdot 9,8t^2 + \frac{1}{2} \cdot (-3)t^2$$

$$1,7 = 4,9t^2 - 1,5t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{1,7}{3,4}} = \sqrt{0,5} \text{ s}$$

Jawaban : A