



UJIAN I FISIKA DASAR IA (FI-1101)
SEMESTER 1, TAHUN 2022/2023
SABTU, 15 OKTOBER 2022, PUKUL 09.00-11.00 WIB

SOLUSI

Gunakan $g = 10 \text{ m/s}^2$.

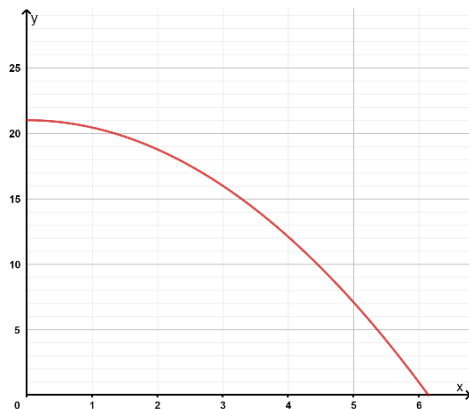
1. Satu benda titik bergerak dari ketinggian tertentu menuju permukaan tanah dengan persamaan vektor posisi sebagai berikut:

$$\mathbf{r}(t) = 3,0 t \mathbf{i} + (21 - 5,0 t^2) \mathbf{j} \text{ meter.}$$

- Buatlah sketsa (kualitatif) lintasan benda dalam bidang x-y.
- Berapakah besar kecepatan benda pada saat $t = 1,0$ detik.
- Hitunglah vektor kecepatan benda pada saat mencapai ketinggian 1,0 meter dari tanah.

SOLUSI:

- a) Dari persamaan gerak benda, terlihat bahwa benda bergerak secara GLB dalam arah sumbu x dan GLBB dalam arah sumbu y. Sketsa pergerakan benda adalah gerak peluru (parabola) dengan sudut elevasi = 0°



- b) $\mathbf{v}(t) = 3,0 \mathbf{i} - 10,0 t \mathbf{j} \text{ m/s}$

pada saat $t = 1,0 \text{ s}$ akan diperoleh laju $v = \sqrt{3^2 + 10^2} = \sqrt{109} \text{ m/s}$

- c) agar benda mencapai ketinggian 1,0 meter dari permukaan tanah, maka diperlukan waktu sbb.:

$$21 - 5,0 t^2 = 1 \text{ atau } t = 2,0 \text{ s.}$$

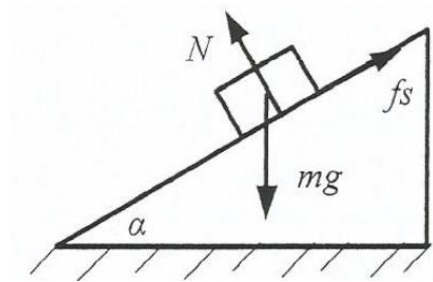
Vektor kecepatan benda pada saat itu adalah:

$$\mathbf{v}(t) = 3,0 \mathbf{i} - 20,0 \mathbf{j} \text{ m/s}$$

2. Sebuah balok dengan berat 100 N berada pada permukaan bidang miring kasar yang sudut kemiringannya α relatif terhadap horizontal dengan $\tan \alpha = 3/4$. Diketahui koefisien gesekan statik dan koefisien gesekan kinetik antara permukaan bawah balok dan bidang miring masing-masing adalah 0,8 dan 0,5. Tentukan:
- a) diagram gaya dari balok tersebut,
 - b) percepatan gerak balok,
 - c) besar gaya dorong sejajar permukaan bidang miring agar balok tepat akan bergerak naik.

SOLUSI

(a) Diagram gaya dari belok tersebut adalah sebagai berikut:



(b) Ambil arah-x positif pada arah bawah sejajar permukaan bidang miring dan sumbu-y tegak lurus terhadap sumbu-x. Hukum Newton pada arah x dan y adalah

Komponen gaya sumbu-x

$$\sum F_x = mgsin(\alpha) - f_{gesek}$$

Komponen gaya sumbu-y

$$\sum F_y = N - mg \cos(\alpha)$$

Mengingat balok tidak bergerak dalam arah-y maka gaya normal balok

$$N = mg \cos(\alpha) = 100(4/5) = 80 \text{ N}$$

Gaya gesek statik maksimum adalah

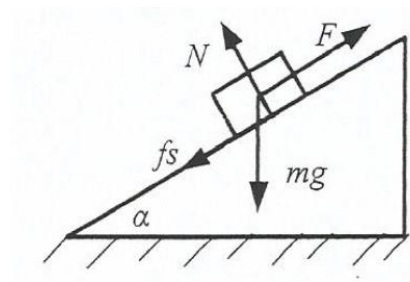
$$f_{statik} = \mu_s N = 0,8(80 \text{ N}) = 64 \text{ N}$$

Mengingat gaya berat sejajar bidang miring

$$mg \cos(\alpha) = 100(3/5) = 60 \text{ N} < f_{statik}$$

maka percepatan balok adalah $a = 0 \text{ m/s}^2$.

(c) gaya dorong minimum dengan arah sejajar permukaan bidang miring ke atas agar balok dapat bergerak naik kita dapatkan dengan menggambar diagram gaya sbb:



Ambil arah-x positif pada arah bawah sejajar permukaan bidang miring dan sumbu-y tegak lurus terhadap sumbu-x. Hukum Newton pada arah x dan y adalah

Komponen gaya sumbu-x

$$\sum F_x = mgsin(\alpha) + f_{gesek} - F = 0$$

Komponen gaya sumbu-y

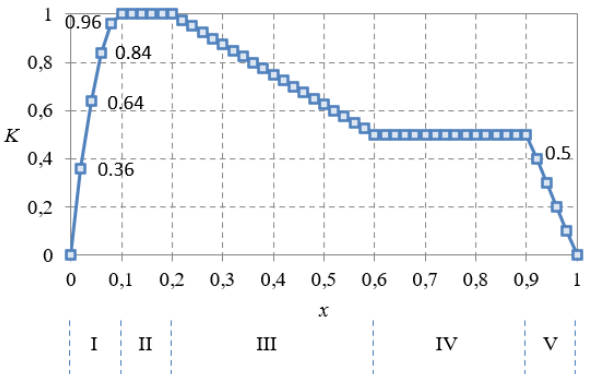
$$\sum F_y = N - mg \cos(\alpha) = 0$$

Karena balok tepat akan bergerak, maka gaya geseknya adalah gaya gesek static maksimum sehingga akan didapat

$$F = mgsin(\alpha) + f_{statik}$$

$$F = 60 + 64 = 124 \text{ N}$$

3. Sebuah benda titik 0,5 kg bergerak dengan melewati lingkungan berupa lantai mendatar licin (LL), lantai mendatar kasar (LK), mendaki (DM) atau menuruni bidang miring (TM), dan terlepas (LP) dari atau menekan pegas (TP) dengan energi kinetiknya K sebagai fungsi posisi horizontal x diberikan pada gambar di samping. Konstanta pegas yang digunakan adalah 200 N/m, koefisien gesek kinetis bidang 0,25, dan sudut kemiringan bidang adalah θ dengan $\tan \theta = 1$. Posisi vertikal benda titik $y = 0$ untuk daerah I – IV dan $y = x - 0,9$ untuk daerah V.



- Urutkan jenis lingkungan yang dilalui oleh benda dengan menggunakan istilah yang diberikan pada soal (LL, LK, DM, TM, LP, TP) sehingga energi kinetiknya seperti diberikan pada gambar di atas.
- Hitunglah energi potensial U dan mekanik sistem E_M sebagai fungsi dari x , untuk setiap daerah I – V.
- Pada setiap daerah jelaskan keberlakuan hukum kekekalan energi mekanik dan hukum kekekalan energi dengan mengaitkannya dengan ada tidaknya gaya non-konservatif. Lengkapi tabel di samping dengan berlaku/tidak berlaku (*) dan ada/tidak ada (**).

Daerah	Hukum kekekalan energi mekanik *	Hukum kekekalan energi *	Gaya non-konservatif **
I			
II			
III			
IV			
V			

SOLUSI

a) **[Nilai 5]:** LP, LL, LK, LL, DM.

b) **[Nilai 10]:** Energi potensial dan energi mekanik pada setiap rentang x adalah

$$U(x) = \begin{cases} 100(x - 0.1)^2, & 0 \leq x \leq 0.1, \\ 0, & 0.1 \leq x \leq 0.2, \\ 0, & 0.2 \leq x \leq 0.6, \\ 0, & 0.6 \leq x \leq 0.9, \\ 5(x - 0.9), & 0.9 \leq x \leq 1, \end{cases} \quad E_M(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 0.1, \\ 1, & 0.1 \leq x \leq 0.2, \\ 1 - 1.25(x - 0.2), & 0.2 \leq x \leq 0.6, \\ 0.5, & 0.6 \leq x \leq 0.9, \\ 0.5, & 0.9 \leq x \leq 1, \end{cases}$$

c) **[Nilai 5]:**

Rentang	Hukum kekekalan energi mekanik	Hukum kekekalan energi	Gaya non-konservatif
I	Berlaku	Berlaku	Tidak ada
II	Berlaku	Berlaku	Tidak ada
III	Tidak berlaku	Berlaku	Ada
IV	Berlaku	Berlaku	Tidak ada
V	Belaku	Berlaku	Tidak ada

4. Benda 1 bermassa $m_1 = 2 \text{ kg}$ diam di titik A kemudian dipukul dengan gaya F selama $0,04$ detik sehingga bergerak sepanjang sumbu x pada bidang datar kasar dengan koefisien gesekan kinetik sebesar $0,35$. Setelah bergerak di bidang kasar sejauh 1 m , benda m_1 kemudian melewati bidang datar licin dan menumbuk dua benda sekaligus, yakni m_2 (yang bermassa 4 kg) dan m_3 (3 kg), yang keduanya sedang dalam keadaan diam. Setelah tumbukan, benda m_1 diam dan benda m_3 bergerak pada bidang xy dengan momentum arah x sama dengan momentum benda m_1 sebelum tumbukan yaitu 6 kg.m/s sedangkan momentum m_3 pada arah y adalah 3 kg.m/s . Dengan menggunakan $g = 10 \text{ m/s}^2$, tentukan
- arah gerak benda bermassa m_2 ,
 - kecepatan pusat massa sistem tiga benda (m_1, m_2, m_3) setelah tumbukan,
 - gaya pemukul F .

SOLUSI

- a) Karena m_1 sebelum tumbukan bergerak ke arah sumbu x dan setelah tumbukan m_1 diam sedang m_3 bergerak pada bidang xy dengan p_{3x} sama dengan p_1 maka **m_2 bergerak pada sumbu y negatif**, dengan besar momentum sama dengan momentum m_3 arah y .

- b) Setelah tumbukan $p_1 = 0$, $p_{x2} = 0$, - $p_{2y} = p_{3y} = 3 \text{ kgm/s}$, $p_{3x} = 6 \text{ kgm/s}$, maka

$$V_{\text{pm},x} = (p_{1x} + p_{2x} + p_{3x}) / (m_1 + m_2 + m_3) = (0 + 0 + 6) / 9 = 2/3 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{pm},y} = (p_{1y} + p_{2y} + p_{3y}) / (m_1 + m_2 + m_3) = (0 - 3 + 3) / 9 = 0$$

$$\mathbf{V_{pm}} = 2/3 \mathbf{i} \text{ m/s}$$

- c) Pada titik B sebelum tumbukan momentum $m_1 = 6 \text{ kg.m/s}$ atau kecepatan m_1 sebesar $v'_1 = 6/2 = 3 \text{ m/s}$. Kecepatan benda m_1 sebelum memasuki daerah licin dapat diperoleh dari teorema usaha-energi,

$$\begin{aligned} W_f &= \Delta K \\ \Leftrightarrow -\mu m_1 g s &= 0,5 m_1 [(v'_1)^2 - (v_1)^2] \\ \Leftrightarrow (v_1)^2 &= (v'_1)^2 + 2 \mu g s \\ \Leftrightarrow (v_1)^2 &= 9 + 2 \times 0,35 \times 10 \times 1 \\ \Leftrightarrow v_1^2 &= 16 \\ \Leftrightarrow v_1 &= 4 \text{ m/s} \end{aligned}$$

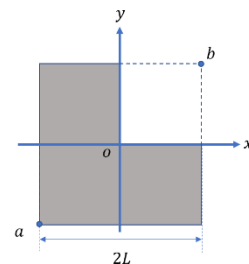
Mendapatkan v_1
4 poin

Kecepatan tersebut diperoleh dari impuls yang diberikan oleh gaya F . Benda mula-mula diam, sehingga berlaku

$$F \Delta t = m_1 v_1 \Leftrightarrow F = \frac{m_1 v_1}{\Delta t} = \frac{8}{0,04} = \mathbf{200 \text{ N}}$$

Mendapatkan F
3 poin

5. Pada gambar terlihat pelat logam dengan rapat massa seragam berbentuk persegi/bujursangkar dengan sisi L yang seperempat bagiannya dibuang. Massa total pelat tersebut adalah M .
- Tentukan posisi pusat massa dari pelat logam.
 - Jika momen inersia ada pusat massa adalah I_{pm} , tentukan nilai momen inersia terhadap sumbu yang tegak lurus pelat dan melewati masing-masing titik a , titik O , dan titik b . Nyatakan momen inersia tersebut dalam I_{pm} , M dan L .



SOLUSI

Pada soal ini terdapat ketidakcocokan antara gambar dan teks, berkaitan dengan ukuran benda. Solusi akan diberikan dalam dua versi.

VERSI 1: Jika panjang total sisi bujursangkar terpotong adalah $2L$.

- a) Luas benda I (persegi sebelum dipotong) $A_1 = (2L)^2 = 4L^2$

Luas benda II (persegi pemotong) $A_2 = -L^2$

Koordinat titik pusat massa benda I = (0,0)

Koordinat titik pusat massa benda II = $(\frac{1}{2}L, \frac{1}{2}L)$

Maka

$$x_{pm} = \frac{4L^2 \times 0 + (-L^2) \times (\frac{1}{2}L)}{4L^2 - L^2} = -\frac{L}{6}$$

$$y_{pm} = \frac{4L^2 \times 0 + (-L^2) \times (\frac{1}{2}L)}{4L^2 - L^2} = -\frac{L}{6}$$

Sehingga posisi pusat massa yang baru adalah $(-\frac{L}{6}, -\frac{L}{6})$.

- b) Momen inersia inersia terhadap titik O: $I_O = I_{PM} + Md^2$

dimana $d^2 = (\frac{L}{6})^2 + (\frac{L}{6})^2 = \frac{L^2}{18}$ sehingga $I_O = I_{PM} + \frac{ML^2}{18}$

Momen inersia inersia terhadap titik a: $I_a = I_{PM} + Md^2$

dimana $d^2 = (\frac{5L}{6})^2 + (\frac{5L}{6})^2 = \frac{5L^2}{18}$ sehingga $I_O = I_{PM} + \frac{5ML^2}{18}$

Momen inersia inersia terhadap titik b: $I_b = I_{PM} + Md^2$

dimana $d^2 = (\frac{7L}{6})^2 + (\frac{7L}{6})^2 = \frac{49L^2}{18}$ sehingga $I_O = I_{PM} + \frac{49ML^2}{18}$

VERSI 2: Jika panjang total sisi bujursangkar terpotong adalah L .

- a) Luas benda I (persegi sebelum dipotong) $A_1 = (L)^2 = L^2$

Luas benda II (persegi pemotong) $A_2 = -\frac{L^2}{4}$

Koordinat titik pusat massa benda I = (0,0)

Koordinat titik pusat massa benda II = $(\frac{1}{4}L, \frac{1}{4}L)$

Maka

$$x_{pm} = \frac{L^2 \times 0 + (-\frac{L^2}{4}) \times (\frac{1}{4}L)}{L^2 - \frac{L^2}{4}} = -\frac{L}{12}$$

$$y_{pm} = \frac{L^2 \times 0 + (-\frac{L^2}{4}) \times (\frac{1}{4}L)}{L^2 - \frac{L^2}{4}} = -\frac{L}{12}$$

Sehingga posisi pusat massa yang baru adalah $(-\frac{L}{12}, -\frac{L}{12})$.

b) Momen inersia inersia terhadap **titik O**: $I_O = I_{PM} + Md^2$

dimana $d^2 = \left(\frac{L}{12}\right)^2 + \left(\frac{L}{12}\right)^2 = \frac{L^2}{72}$ sehingga $I_O = I_{PM} + \frac{ML^2}{72}$

Momen inersia inersia terhadap **titik a**: $I_a = I_{PM} + Md^2$

dimana $d^2 = \left(\frac{11L}{12}\right)^2 + \left(\frac{11L}{12}\right)^2 = \frac{121L^2}{72}$ sehingga $I_O = I_{PM} + \frac{121ML^2}{72}$

Momen inersia inersia terhadap **titik b**: $I_b = I_{PM} + Md^2$

dimana $d^2 = \left(\frac{7L}{12}\right)^2 + \left(\frac{7L}{12}\right)^2 = \frac{49L^2}{72}$ sehingga $I_O = I_{PM} + \frac{49ML^2}{72}$