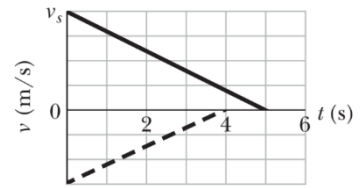




**SOLUSI LEMBAR TUGAS MAHASISWA FISIKA DASAR IA (FI-1101) KE - 1**  
**Semester 1 Tahun 2023-2024**  
**TOPIK: KINEMATIKA - DINAMIKA**

Untuk seluruh soal di bawah ini hambatan udara dapat diabaikan; gunakan  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

1. Dua buah kereta api bergerak pada jalur yang sama. Masinis di masing-masing kereta melihat bahwa ada sebuah kereta bergerak menujuinya. Masing-masing masinis kemudian melakukan pengereman sehingga kecepatan masing-masing kereta berubah terhadap waktu seperti yang diberikan pada gambar di samping. Nilai  $v_s$  pada gambar memiliki nilai  $40 \text{ m/s}$ . Pengereman kedua kereta dimulai saat keduanya terpisah sejauh  $200 \text{ m}$ . Tentukan jarak antara kedua kereta ketika keduanya telah berhenti bergerak.



**SOLUSI**

Perpindahan yang dialami setiap kereta dapat dihitung melalui luas area yang dibatasi oleh kurva masing-masing kecepatan kereta dengan sumbu  $t$ . Perpindahan kereta 1 adalah sebesar

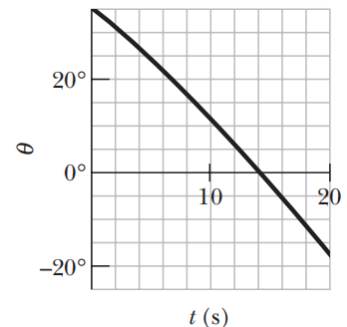
$$\frac{1}{2} (5 \text{ s}) \left( 40 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 100 \text{ m}$$

sementara besar perpindahan kereta lainnya adalah

$$\frac{1}{2} (4 \text{ s}) \left( 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 60 \text{ m}.$$

Oleh karena jarak antara kedua kereta Ketika pengereman dimulai adalah  $200 \text{ m}$ , maka jarak antara keduanya ketika kedua kereta berhenti adalah  $200 \text{ m} - 160 \text{ m} = 40 \text{ m}$ .

2. Vektor posisi  $\vec{r} = 5t\hat{i} + (et + ft^2)\hat{j}$  menentukan lokasi sebuah partikel sebagai fungsi dari waktu  $t$ . Dimana vektor  $\vec{r}$  dalam meter,  $t$  dalam detik,  $e$  dan  $f$  adalah konstanta. Gambar di samping menunjukkan hubungan sudut  $\theta$  dari sumbu positif sumbu  $x$  atas pergerakan partikel sebagai fungsi  $t(\theta)$ . Tentukan (a) nilai  $e$  dan (b) nilai  $f$ , beserta satuan yang digunakan.



**SOLUSI**

Diketahui posisi  $\vec{r} = 5t\hat{i} + (et + ft^2)\hat{j}$

- a. Arah gerak partikel dinyatakan oleh kecepatannya. Dari posisi diperoleh kecepatan

$$\vec{v} = 5t\hat{i} + (e + 2ft)\hat{j}$$

sudut  $\theta$  ditentukan sebagai berikut.

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{v_y}{v_x} \right) = \tan^{-1} \left[ \frac{e + 2ft}{5} \right]$$

Grafik pada gambar tersebut menunjukkan sudut  $\theta = 35^\circ$  pada  $t = 0$  sehingga:

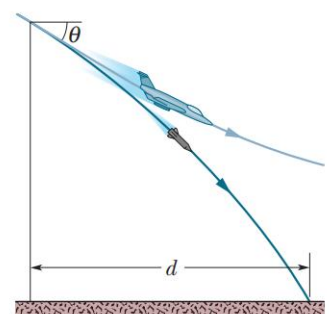
$$e = (5 \text{ m/s}) \tan(35^\circ) = 3,5 \text{ m/s}$$

- b. Pada grafik, sudut  $\theta = 0$  terjadi pada  $t = 14$  sekon. Maka diperoleh  $e + 2ft = 0$  sehingga diperoleh:

$$f = -\frac{e}{2t} = -\frac{3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2(14 \text{ s})} = -0,125 \text{ m/s}^2$$

3. Gambar di samping menunjukkan pesawat terbang dengan laju  $290,0 \text{ km/jam}$ , sedang menukik dengan sudut kemiringan  $\theta = 30,0^\circ$  terhadap garis horizontal yang diukur ketika pilot melepaskan sebuah alat umpan (*decoy*) radar. Jika diketahui bahwa jarak horizontal antara titik pelepasan radar dengan titik ketika radar mengenai tanah sebesar  $d = 700 \text{ m}$ . Tentukan:

- Berapa lama umpan berada di udara?
- Berapa tinggi titik pelepasan umpan tersebut?



**SOLUSI**

Diketahui bahwa  $v_0 = 290 \text{ km/h} = 80,6 \text{ m/s}$

- a. Untuk menentukan besar  $t$ , digunakan persamaan berikut.

$$\Delta x = (v_0 \cos \theta_0)t$$

$$t = \frac{700 \text{ m}}{(80,6 \text{ m/s}) \cos (-30^\circ)} = 10 \text{ s}$$

- b. Tinggi titik pelepasan radar dapat ditentukan dari persamaan berikut.

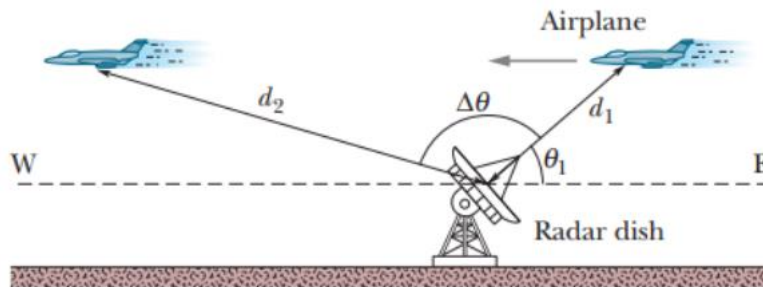
$$y - y_0 = (v_0 \sin \theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Dengan  $y = 0$  adalah titik saat radar menyentuh tanah dan  $y_0$  merupakan titik pelepasan radar. Diperoleh  $y_0$  sebesar

$$0 - y_0 = (80,6 \text{ m/s}) \sin(-30^\circ) 10 \text{ s} - \frac{1}{2}(9,8 \text{ m/s}^2)(10 \text{ s})^2$$

Maka diperoleh  $y_0 = 893 \text{ m}$

4. Gambar di bawah menunjukkan sebuah stasiun radar mendeteksi pesawat yang mendekat dari arah timur. Pada pengamatan pertama, pesawat dideteksi pada jarak  $d_1 = 360 \text{ m}$  dari stasiun radar dan membentuk sudut  $\theta = 40^\circ$  di atas horizon. Pesawat kemudian dideteksi melalui perubahan sudut sebesar  $\Delta\theta = 123^\circ$  di bidang vertikal timur-barat. Jaraknya menjadi  $d_2 = 790 \text{ m}$ . Tentukan:
- Besar perpindahan pesawat selama periode tersebut.
  - Arah perpindahan pesawat selama periode tersebut (dalam notasi vektor).

**SOLUSI**

Dengan menggunakan koordinat dengan sumbu  $+x$  ke arah timur dan sumbu  $+y$  ke arah atas.

- a. Diketahui bahwa  $\theta_1 = 123^\circ$  adalah sudut yang berada di antara posisi awal dan posisi akhir. Maka sudut dari sumbu  $+x$  ke posisi akhir adalah  $40^\circ + 123^\circ = 163^\circ$

$$\vec{r}_1 = (360 \text{ m}) \cos(40^\circ)\hat{i} + (360 \text{ m}) \sin(40^\circ)\hat{j} = (276 \text{ m})\hat{i} + (231 \text{ m})\hat{j}$$

$$\vec{r}_2 = (790 \text{ m}) \cos(163^\circ)\hat{i} + (790 \text{ m}) \sin(163^\circ)\hat{j} = (-755 \text{ m})\hat{i} + (231 \text{ m})\hat{j}$$

perpindahannya diperoleh:

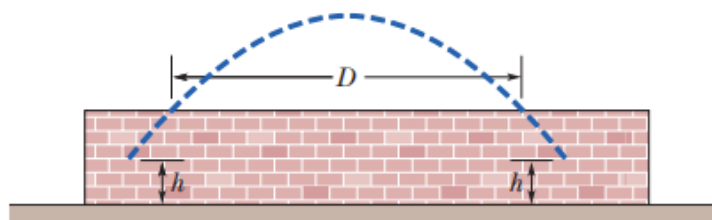
$$\Delta\vec{r} = [(-755 \text{ m}) - (276 \text{ m})]\hat{i} + (231 \text{ m} - 231 \text{ m})\hat{j} = (-1031 \text{ m})\hat{i}$$

Besar perpindahannya sebesar:

$$|\Delta\vec{r}| = 1031 \text{ m}$$

- b. Dari jawaban (a) diketahui arah  $\Delta\vec{r}$  adalah  $-\hat{i}$  atau arah barat.

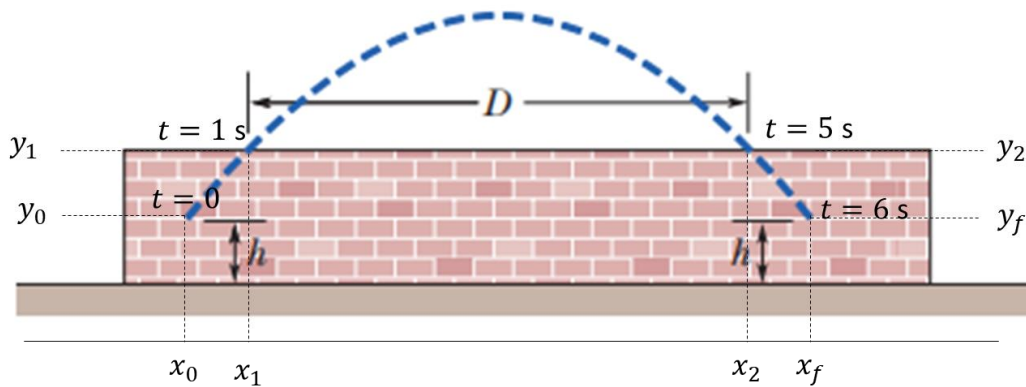
5. Sebuah bola baseball dipukul pada ketinggian  $h = 1,00 \text{ m}$  yang kemudian ditangkap pada ketinggian yang sama. Bola bergerak sejajar dengan bangunan tembok. Bola bergerak sampai tepat di atas tembok dalam  $1 \text{ s}$  setelah dipukul, lalu kemudian melintasi bagian atas tembok selama  $4 \text{ s}$ . Bola menempuh jarak horizontal  $D = 50,0 \text{ m}$  di atas tembok. Tentukan:
- Jarak horizontal yang ditempuh oleh bola dari saat dipukul hingga ditangkap.
  - Besar kecepatan bola setelah dipukul (dalam notasi vektor).
  - Sudut (terhadap horizontal) dari kecepatan bola saat dipukul.
  - Tinggi tembok tersebut.

**SOLUSI**

Posisi horisontal bola:  $x = x_0 + v_{0x}t$ , posisi vertikal bola:  $y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$ .

Kecepatan horisontal bola:  $v_x = v_{0x}$ , posisi vertikal bola:  $v_y = v_{0y} - gt$ .

Waktu tempuh dari  $y_0$  ke  $y_1$  adalah  $1 \text{ s}$ , dari  $y_1$  ke  $y_2$  adalah  $4 \text{ s}$  dan dari  $y_2$  ke  $y_f$  adalah  $1 \text{ s}$



- a. Dengan  $v_x$  konstan, maka  $x_2 - x_1 = 50 \text{ m} = v_{0x}(4 \text{ s})$ , diperoleh  $v_{0x} = 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
 $x_f - x_0 = R = v_{0x}(6 \text{ s}) = 75 \text{ m}$

- b. kecepatan bola sesaat setelah dipukul:

$$\vec{v} = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\hat{j} = \left(12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)\hat{i} + v_{0y}\hat{j}$$

Untuk mencari  $v_{0y}$  gunakan  $y_1 - y_0 = v_{0y}t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2$  dan  $y_2 - y_0 = v_{0y}t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2$  dengan  $y_1 = y_2$ ,  $t_1 = 1 \text{ s}$ , dan  $t_2 = (1 + 4) \text{ s}$ :

$$y_1 - y_0 = v_{0y}(1 \text{ s}) - \frac{1}{2}(9,8 \text{ m/s}^2)(1 \text{ s})^2 = v_{0y} - 4,9$$

$$y_2 - y_0 = v_{0y}(5 \text{ s}) - \frac{1}{2}(9,8 \text{ m/s}^2)(5 \text{ s})^2 = 5v_{0y} - 122,5$$

Selisihnya:  $4 v_{0y} = 117,6 \rightarrow v_{0y} = 29,4$ . Maka

$$\vec{v} = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\hat{j} = \left(12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)\hat{i} + \left(29,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)\hat{j}$$

Maka, besar kecepatannya adalah

$$|\vec{v}| = \sqrt{(12,5)^2 + (29,4)^2} = 31,9 \text{ m/s}$$

- c. Besar sudutnya adalah

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_{0y}}{v_{0x}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{29,4 \text{ m/s}}{12,5 \text{ m/s}}\right) = 67^\circ$$

- d. Ketinggian dinding

Dari persamaan:  $y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$  diperoleh tinggi dinding  $y_1$ :

$$y_1 = 1 \text{ m} + (29,4 \text{ m/s})(1 \text{ s}) - \frac{1}{2}(9,8 \text{ m/s}^2)(1 \text{ s})^2 = 25,5 \text{ m}$$

6. Kereta cepat Prancis yang dikenal sebagai TGV (Train à Grande Vitesse) memiliki kelajuan rata-rata sebesar 216 km/h. (a) Jika kereta tersebut melalui lintasan melengkung dengan kelajuan 216 km/h dan percepatan yang dirasakan oleh penumpang harus dibatasi senilai  $0,050g$ , berapakah radius kelengkungan terkecil untuk lintasan lengkung tersebut? (b) Pada kelajuan berapakah kereta tersebut harus bergerak di lintasan lengkung berjari-jari 1,00 km dengan batas percepatan  $0,050g$ ? (**HR\_Ch4\_prob108**)

#### SOLUSI

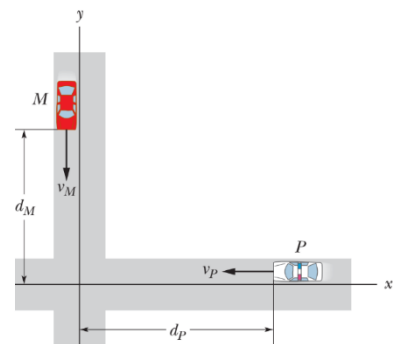
- (a) Radius kelengkungan terkecil diberikan oleh

$$r_{\min} = \frac{v^2}{a_{\max}} = \frac{(216 \text{ km/h})^2}{0,05(9,8 \text{ m/s}^2)} = 7,3 \times 10^3 \text{ m}.$$

- (b) Kelajuan kereta di lintasan lengkung berjari-jari 1 km adalah

$$v = \sqrt{a_{\max}r} = \sqrt{0,05(9,8 \text{ m/s}^2)(1 \times 10^3 \text{ m})} = 22 \text{ m/s}.$$

7. Dua jalan berpotongan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Pada saat yang ditunjukkan oleh gambar, sebuah mobil polisi P berada pada jarak  $d_p = 800 \text{ m}$  dari persimpangan dan sedang bergerak dengan kelajuan  $v_p = 80 \text{ km/h}$ . Sementara itu, pengendara M berada pada jarak  $d_M = 600 \text{ m}$  dari persimpangan dan sedang bergerak dengan kelajuan  $v_M = 60 \text{ km/h}$ . (a) Dengan menggunakan notasi vektor satuan, tentukan kecepatan pengendara M terhadap mobil polisi P. (b) Pada saat yang ditunjukkan oleh gambar, berapakah sudut antara kecepatan yang diperoleh pada soal (a) dengan vektor posisi mobil polisi P diukur dari pengendara M? (c) Jika kedua kendaraan mempertahankan kecepatan masing-masing, apakah jawaban soal (a) dan (b) berubah seiring dengan semakin dekatnya kedua mobil ke persimpangan?



#### SOLUSI

- (a) Kecepatan pengendara M terhadap mobil polisi P

$$\vec{v}_{mp} = \vec{v}_m - \vec{v}_p = -(60 \text{ km/h})\hat{j} + (80 \text{ km/h})\hat{i} = (80 \text{ km/h})\hat{i} - (60 \text{ km/h})\hat{j}.$$

- (b) Vektor posisi mobil polisi P diukur dari pengendara M adalah

$$\vec{r} = (800 \text{ m})\hat{i} - (600 \text{ m})\hat{j}.$$

Dengan kata lain, kecepatan yang diperoleh pada soal (a) merupakan vektor yang sejajar dengan  $\vec{r}$  sehingga sudut yang dibentuk antara kedua vektor tersebut adalah  $0^\circ$ .

(c) Tidak.

8. Sebuah partikel bermassa 0,340 kg bergerak pada bidang  $xy$  menurut  $x(t) = -15.00 + 2.00t - 4.00t^3$  dan  $y(t) = 25.00 + 7.00t - 9.00t^2$ , dengan  $x$  dan  $y$  dalam meter dan  $t$  dalam detik. Pada  $t = 0,700$  detik, tentukan (a) besar dan (b) arah (sudut relatif terhadap arah positif dari sumbu  $x$ ) dari gaya total yang bekerja pada partikel, dan (c) arah gerak partikel.

#### SOLUSI

- (a) Gaya yang dialami oleh partikel dapat dicari dari  $\vec{F} = m\vec{a}$ . Percepatan partikel adalah  $\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = -(24,00t \hat{i} + 18,00 \hat{j}) \text{ m/s}^2$ . Jadi, gaya saat  $t = 0,700$  detik adalah  $\vec{F} = -0,340(16,8 \hat{i} + 18,00 \hat{j})$ . Besar gayanya adalah  $F = 8,37 \text{ N}$ .
- (b) Misal gaya membentuk sudut  $\alpha$  terhadap sumbu  $x$  positif, maka dari jawaban (a) diperoleh  $\tan \alpha = \frac{18,00}{16,8} = 1,07$ . Mengingat bahwa arah gayanya ke kuadran III, kita peroleh  $\alpha \approx 226,97^\circ$ .
- (c) Arah gerak partikel diketahui dari kecepatannya. Dari posisi yang diberikan pada soal, diperoleh  $\vec{v}(t) = (2,00 - 12,00t^2)\hat{i} + (7,00 - 18,00t)\hat{j}$ . Saat  $t = 0,700$  detik, diperoleh  $\vec{v} = -3,88\hat{i} - 5,60\hat{j}$ . Kecepatan tersebut membentuk sudut sekitar  $235,28$  derajat dari sumbu  $x$  positif.

9. Sebuah tikungan pada jalan tol dirancang untuk kendaraan yang bergerak dengan kecepatan  $60 \text{ km/jam}$ . Diketahui jari-jari tikungan suatu jalan adalah  $200 \text{ m}$ . Ketika sedang terjadi hujan, kendaraan bergerak dengan kecepatan  $40 \text{ km/jam}$ . Berapakah nilai koefisien gesekan minimum antara ban mobil dan jalan yang diperlukan agar mobil dapat melewati tikungan tersebut tanpa tergelincir dari jalan? (Asumsikan bahwa mobil tidak menghasilkan gaya angkat negatif).

#### SOLUSI

Mengacu pada “mobil yang bergerak di tikungan”, maka digunakan persamaan:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{gR}\right)$$

Dengan  $v = 60 \left(\frac{1000}{3600}\right) \text{ m/s} = 17 \text{ m/s}$  dan  $R = 200 \text{ m}$ , diperoleh sudut tikungannya  $\theta = 8,4^\circ$

Kemudian dipertimbangkan kendaraan yang melalui tikungan pada

$v' = 40 \left(\frac{1000}{3600}\right) \text{ m/s} = 11 \text{ m/s}$  dengan percepatan pada arah horizontal  $a' = v'^2/R$ . Jika percepatan pada komponen sejajar permukaan jalan disebut sebagai  $a_1$  dan pada komponen yang tegak lurus permukaan jalan sebagai  $a_2$ , diperoleh:

$$a_1 = a' \cos \theta = \frac{v'^2 \cos \theta}{R}$$

$$a_2 = a' \sin \theta = \frac{v'^2 \sin \theta}{R}$$

Dengan menggunakan Hukum II Newton, maka:

$$mg \sin \theta - f_s = ma_1$$

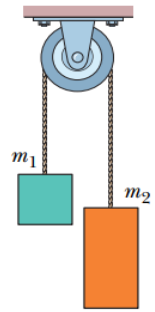
$$F_N - mg \cos \theta = ma_2$$

Diperoleh:

$$\frac{f_s}{F_N} = \frac{mg \sin \theta - \frac{mv'^2 \cos \theta}{R}}{mg \cos \theta + \frac{mv'^2 \sin \theta}{R}} = \frac{(9,8)(0,15) - \frac{(121)(0,99)}{200}}{(9,8)(0,99) + \frac{(121)(0,15)}{200}} = 0,089$$

Agar mobil tidak tergelincir,  $f_s = f_{s,max}$  dan diperoleh besar koefisien gesekan minimum agar mobil tidak tergelincir sebesar  $\mu_s = 0,089$ .

10. Sebuah sistem katrol sederhana ditunjukkan seperti gambar di samping. Ada dua balok yang terhubung dengan sebuah tali (massa tali dan katrol diabaikan). Pada  $t = 0$ , massa balok 1 dan 2 adalah  $m_1 = 1,30 \text{ kg}$  dan  $m_2 = 2,80 \text{ kg}$  namun kemudian balok 1 yang berisi air mengalami kebocoran dengan laju konstan  $0,200 \text{ kg/s}$ . Berapa laju perubahan percepatan massa balok ketika (a)  $t = 0 \text{ s}$  dan (b)  $t = 3,00 \text{ s}$ ? (c) Kapan percepatan mencapai nilai maksimum (anggap tali cukup panjang)?



### SOLUSI

Diagram bebas benda dari  $m_1$  dan  $m_2$  seperti pada gambar di samping. Gaya tegangan tali disimbolkan dengan  $\vec{T}$  dengan arah keatas. Gaya dengan arah ke bawah merupakan gaya yang disebabkan oleh gaya gravitasi.

$$F_1 = m_1 g$$

$$F_2 = m_2 g$$

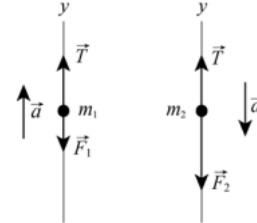
Berdasarkan Hk. II Newton

$$T - m_1 g = m_1 a$$

$$m_2 g - T = m_2 a$$

diperoleh

$$a = \left( \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \right) g$$



- (a) Pada saat  $t = 0$ ,  $m_1 = 1,3 \text{ kg}$ . dengan  $\frac{dm_1}{dt} = -0,2 \text{ kg/s}$ ,  
percepatannya yaitu

laju

$$\frac{da}{dt} = g \frac{-(m_2 + m_1) - (m_2 - m_1) \frac{dm_1}{dt}}{(m_2 + m_1)^2} = g \frac{-2m_2}{(m_2 + m_1)^2} \frac{dm_1}{dt}$$

$$= \left( 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \frac{-2(2,8 \text{ kg})}{(2,8 \text{ kg} + 1,3 \text{ kg})^2} \left( -0,2 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) = \left( 0,653 \frac{\text{m}}{\text{s}^3} \right)$$

atau

$$\frac{da}{dt} = \frac{da}{dm_1} \frac{dm_1}{dt} = - \frac{2 m_2 g}{(m_2 + m_1)^2} \frac{dm_1}{dt} = 0,653 \frac{\text{m}}{\text{s}^3}$$

- (b) Pada saat  $t = 3 \text{ s}$ ,  
 $m_1 = m_{10} + (dm_1/dt)t = 1,3 \text{ kg} + (-0,2 \text{ kg/s})(3,00 \text{ s}) = 0,7 \text{ kg}$ ,  
dan percepatannya yaitu

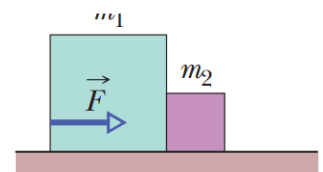
$$\frac{da}{dt} = \frac{da}{dm_1} \frac{dm_1}{dt} = - \frac{2 m_2 g}{(m_2 + m_1)^2} \frac{dm_1}{dt} = 0,896 \frac{\text{m}}{\text{s}^3}$$

- (c) Percepatan mencapai maksimum ketika massa  $m_1 = 0$

$$0 = m_1 = m_{10} + \left( \frac{dm_1}{dt} \right) t = 1,3 \text{ kg} + \left( -0,2 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) t$$

$$t = 6,5 \text{ s}$$

11. Dua blok yang saling kontak berada di atas permukaan meja yang licin. Satu gaya  $F$  diterapkan pada balok yang lebih besar. (a) Jika  $m_1 = 2.3 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 1.2 \text{ kg}$ , dan  $F = 3.2 \text{ N}$ , tentukan besar gaya kontak yang bekerja di antara kedua balok. (b) Jika gaya  $F$  yang sama diterapkan pada arah kebalikannya (yaitu pada  $m_2$ ), tentukan gaya kontakannya. (c) Bandingkan kedua gaya kontak tersebut dan beri penjelasan jika besarnya berbeda.



### SOLUSI

- (a) Diagram benda bebas (untuk gaya-gaya arah horizontal) untuk sistem ini diberikan pada gambar di bawah. Gaya kontak digambarkan dengan  $\vec{K}$ .

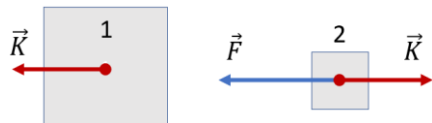


Persamaan gerak untuk kedua benda adalah

$$F - K = m_1 a \quad \text{dan} \quad K = m_2 a.$$

Dari kedua persamaan di atas, diperoleh  $K = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F \approx 1,09 \text{ N}$ .

(b) Jika gaya  $F$  bekerja berlawanan arah pada benda 2,



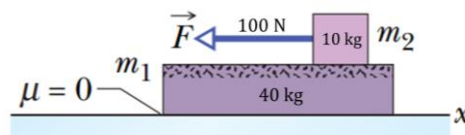
Persamaan geraknya,

$$K = m_1 a \quad \text{dan} \quad F - K = m_2 a,$$

menghasilkan  $K = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F \approx 2,1 \text{ N}$ .

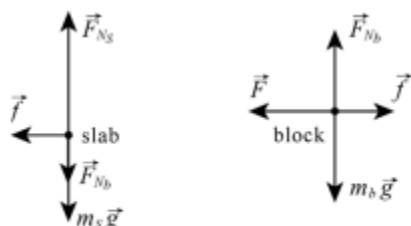
(c) Tampak bahwa jika gaya diterapkan pada benda dengan massa yang lebih kecil, maka akan dihasilkan gaya kontak yang lebih besar, dan sebaliknya.

12. Gambar di samping menunjukkan sebuah benda (lempengan) dengan massa  $m_1$  yang berada di atas lantai licin, dan di atas lempengan tersebut terdapat sebuah balok dengan massa  $m_2$ . Antara balok dan lempengan terdapat gesekan, dengan koefisien gesek statis  $\mu_s = 0,6$  dan koefisien gesek kinetis  $\mu_k = 0,4$ . Sebuah gaya horizontal kemudian menarik balok seperti pada gambar. Dalam notasi vektor, tentukan percepatan (a) balok dan (b) lempengan?



### SOLUSI

Diagram bebas benda digambarkan seperti berikut



$\vec{F}$  adalah 100 N gaya yang bekerja pada balok,  $\vec{F}_{Ns}$  adalah gaya Normal pada lantai karena adanya lempengan.  $\vec{F}_{Nb}$  adalah gaya normal antara lempengan dengan balok.  $\vec{f}$  adalah gaya gesek antara lempengan dengan balok. Kemudian  $m_s$  adalah massa lempengan, dan  $m_b$  adalah massa balok. Hukum II Newton memberikan empat persamaan berikut

$$\begin{aligned} -f &= m_s a_s \\ F_{Ns} - F_{Nb} - m_s g &= 0 \\ f - F &= m_b a_b \\ F_{Nb} - m_b g &= 0 \end{aligned}$$

Besar nilai maksimum gaya gesek adalah,

$$\mu_s F_{Nb} = \mu_s m_b g = (0,6)(10 \text{ kg}) \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 59 \text{ N}$$

Gaya tarik  $F$  lebih besar dari gaya gesek maksimum, sehingga

(a) Karena bergerak,  $f$  pada persamaan di atas adalah gaya gesek kinetis  $f = \mu_k F_{Nb}$ , sehingga persamaan di atas menghasilkan

$$a_b = \frac{\mu_k m_b g - F}{m_b} = \{(0,4)(10 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2) - 100 \text{ N}\} / 10 \text{ kg} = -6,1 \text{ m/s}^2$$

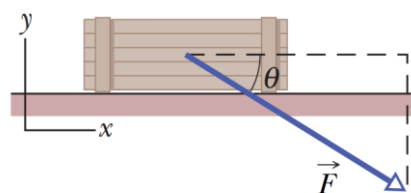
$$a_b = \frac{\mu_k m_b g - F}{m_b} = \frac{(0,4)(10 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2) - (100 \text{ N})}{(10 \text{ kg})} = -6,1 \text{ m/s}^2$$

Tanda negatif menunjukkan bahwa percepatan ke arah kiri. Jadi  $\vec{a}_b = (-6,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \hat{i}$

(b)  $a_s = (\mu_k m_b g) / (m_s) = ((0,4)(10 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2)) / (40 \text{ kg}) = 0,98 \text{ m/s}^2$

Arah gaya yang bekerja pada lempengan ke kiri, sehingga  $\vec{a}_s = (-0,98 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \hat{i}$

13. Pada gambar di samping ini, Sebuah gaya  $\vec{F}$  dikenakan pada sebuah peti dengan massa  $m$  di atas lantai dengan koefisien gesek statis antara peti dengan lantai adalah  $\mu_s$ . Sudut  $\theta$  pada awalnya adalah  $0^\circ$  tetapi secara perlahan ditingkatkan sehingga vektor gaya berputar searah jarum jam. Selama rotasi, besar  $F$  dari gaya terus disesuaikan sehingga peti selalu berada di ambang sesaat sebelum bergerak. Jika  $\mu_s = 0,70$ , (a) Gambarkan rasio  $F/mg$  terhadap  $\theta$  dan (b) tentukan sudut  $\theta_{\text{inf}}$  dimana rasio  $F/mg$  mendekati nilai tak terbatas. (c) Apakah jika minyak pelumasan diberikan pada lantai dapat meningkatkan atau mengurangi besar sudut  $\theta_{\text{inf}}$ , atau apakah nilainya tetap tidak berubah? (d) Berapa nilai  $\theta_{\text{inf}}$  untuk  $\mu_s = 0,60$ ?



## SOLUSI

Hukum II Newton memberikan,

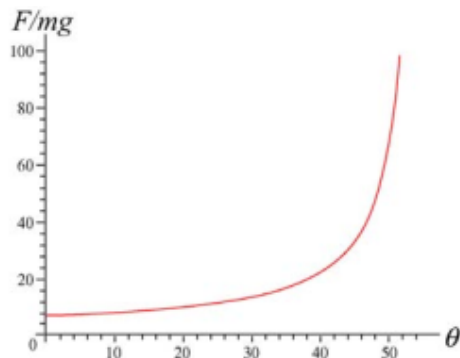
$$\text{Arah } x : F \cos \theta - f_s = 0$$

$$\text{Arah } y : F_N - F \sin \theta - mg = 0$$

Agar selalu diimbang meluncur maka  $f_s = f_{s,max} = \mu_s F_N$  sehingga

$$\frac{F}{mg} = \frac{\mu_s}{\cos \theta - \mu_s \sin \theta}$$

(a) Dan kemudian diplot menjadi grafik berikut  $\theta$  dalam derajat



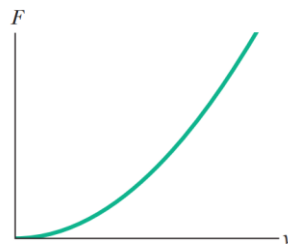
(b)  $F/mg$  bernilai tak berhingga jika bagian penyebut nol

$$\cos \theta_{inf} - \mu_s \sin \theta_{inf} = 0 \rightarrow \theta_{inf} = \tan^{-1} \left( \frac{1}{\mu_s} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{1}{0,7} \right) = 55^\circ$$

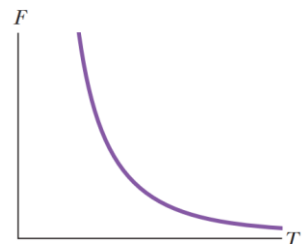
(c) Penurunan koefisien gesek berarti menaikkan sudut  $\theta_{inf}$

(d) Untuk  $\mu_s = 0,6$  sudut  $\theta_{inf} = \tan^{-1} \left( \frac{1}{0,6} \right) = 59^\circ$ .

14. Seorang penumpang dengan massa 85,0 kg bergerak dalam lintasan lingkaran dengan jari-jari  $r = 3,50$  m dengan laju konstan. (a) Gambar a di samping adalah grafik dari besar  $F$  yang diperlukan dari gaya sentripetal untuk rentang nilai kecepatan penumpang  $v$ . Hitung kemiringan grafik pada  $v = 8,30$  m/s? (b) Gambar b adalah grafik  $F$  untuk rentang nilai periode  $T$  yang mungkin. Hitung kemiringan grafik pada saat periode  $T = 2,50$  s?



(a)



(b)

## SOLUSI

Gaya sentripetal pada penumpang yaitu  $F = \frac{mv^2}{r}$

(a) Kemiringan grafik pada  $v = 8,3$  m/s adalah

$$\left. \frac{dF}{dv} \right|_{v=8,3 \frac{m}{s}} = \left. \frac{2mv}{r} \right|_{v=8,3 \frac{m}{s}} = \frac{2(85,0 \text{ kg}) \left( 8,30 \frac{m}{s} \right)}{3,5 \text{ m}} = 403 \text{ N/s/m}$$

(b) Periode gerak putaran  $T = \frac{2\pi r}{v}$  yaitu

$$F = \frac{mv^2}{r} = \frac{m}{r} \left( \frac{2\pi r}{T} \right)^2 = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$$

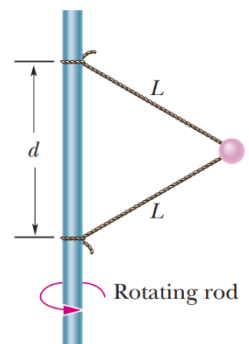
Dan variasi  $F$  dengan pendekatan  $T$  selama  $r$  konstan adalah

$$\frac{dF}{dT} = -\frac{8\pi^2 mr}{T^3}$$

Dan kemiringan grafik pada  $T = 2,5$  s adalah

$$\left. \frac{dF}{dT} \right|_{T=2,5 \text{ s}} = -\frac{8\pi^2 (85 \text{ kg}) (3,5 \text{ m})}{(2,5 \text{ s})^3} = -1,5 \times 10^3 \text{ N/s}$$

15. Sebuah bola bermassa 1,34 kg dihubungkan dengan dua tali ringan, masing-masing sepanjang  $L = 1,70$  m, dengan sebuah batang vertikal yang berputar. Kedua tali diikat pada batang dengan jarak vertikal  $d = 1,70$  m dan kedua tali tersebut dalam keadaan tegang. Tegangan tali atas adalah 35 N. Berapakah (a) tegangan tali bawah, (b) besar gaya total  $\vec{F}_{net}$  yang bekerja pada bola, dan (c) laju bola? (d) Tentukan arah dari  $\vec{F}_{net}$ .



**SOLUSI**

- (a) Dari soal, dapat diketahui bahwa kedua tali membentuk sudut  $\theta = 60^\circ$  terhadap batang vertikal. Pada arah vertikal, bola dalam keadaan setimbang, sehingga total komponen gaya pada arah vertikal bernilai nol,  $\sum F_y = T_{atas} \cos \theta - T_{bawah} \cos \theta - mg = 0$ . Dari sini diperoleh

$$T_{bawah} = T_{atas} - \frac{mg}{\cos \theta} = 35 - \frac{(1,34)(9,8)}{\cos(60^\circ)} = 8,74 \text{ N.}$$

- (b) Besar gaya total yang bekerja pada bola sama dengan total komponen horizontalnya,

$$F_{net} = \sum F_x = (T_{atas} + T_{bawah}) \sin(30^\circ) = 21,87 \text{ N.}$$

- (c) Laju bola diperoleh dari persamaan gaya sentripetal,

$$\sum F_x = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow v^2 = \frac{(\sum F_x)(r)}{m} = \frac{(21,87 \text{ N})(1,7 \sin 60^\circ \text{ m})}{1,34 \text{ kg}} = 24,03 \text{ m}^2\text{s}^{-2}.$$

Atau diperoleh  $v = 4,90 \text{ m/s}$ .

- (d) Arah  $\vec{F}_{net}$  adalah menuju batang.