

## Solusi

1. (total 9 poin)

kecepatan mula-mula bola relatif terhadap bumi adalah  $v_e + v_{be}$ .

ketinggian mula-mula adalah  $h$ .

a) ketinggian maksimum tercapai saat  $v = 0$ , yaitu saat  $t_1 = (v_e + v_{be})/g$  (1 poin)

b) ketinggian maksimum adalah  $h + (v_e + v_{be}) t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2$   
 $= h + (v_e + v_{be})^2 / (2g)$  (2 poin)

c) Dalam kerangka elevator, percepatan bola adalah  $g + a_e$  (arahnya ke bawah) (1 poin)

d) kecepatan bola dalam kerangka ini adalah  $v_{be}$ .

ketinggian mula mula adalah nol

ketinggian maksimum dicapai saat  $v = 0$ , yaitu saat  $t_2 = v_{be}/(g+a_e)$  (2 poin)

e) ketinggian maksimum adalah  $v_{be} t_m - \frac{1}{2} (g+a) t_2^2$   
 $= v_{be}^2 / [2(g+a_e)]$ . (1 poin)

f) Bola menyentuh elevator lagi saat  $t = 2t_2 = 2v_{be}/(g+a_e)$  (2 poin)

2. (total 6 poin)

a) Kekekalan momentum linear

$$10 \text{ gram} * 1000 \text{ m/s} = 10 \text{ gram} * 400 \text{ m/s} + 5 \text{ kg} * v$$
$$v = 1,2 \text{ m/s} \quad (2 \text{ poin})$$

b) Ketinggian maksimum adalah  $v^2/(2g) = 0,072 \text{ m} = 7,2 \text{ cm}$  (2 poin)

c) Energi yang hilang adalah  $\frac{1}{2} * 0,01 * 1000^2 - \frac{1}{2} * 0,01 * 400^2 - \frac{1}{2} * 5 * 1,2^2$   
 $= 5000 - 800 - 3,6$   
 $= 4196,4 \text{ Joule}$  (2 poin)

3. (total 6 poin)

Agar massa  $m_2$  tidak bergerak maka gaya normal pada  $m_2$  harus tidak nol.

a) Gaya maksimum dicapai saat  $N_2 = 0$ . (1 poin)

b) Kesetimbangan benda 2 dalam arah  $y$  memberikan tegangan tali  $T = m_2 g$  (2 poin)

c) Karena massa katrol nol, maka tegangan tali di kedua sisi katrol sama

Dari tinjauan gaya pada katrol, total gaya dalam arah vertikal harus nol

Jadi  $F = 2T = 2m_2 g$ . (1 poin)

d) Tegangan tali  $T = m_2 g$ .

persamaan gerak benda 1:  $T - m_1 g = m_1 a$ .

jadi  $a = (m_2 - m_1)g/m_1$ . (2 poin)

4. (total 9 poin)

a) momen inersia batang terhadap sumbu rotasi adalah  $\frac{1}{12} ml^2 + m \left( \frac{l}{2} \right)^2 = \frac{1}{3} ml^2$  (1 poin)

Hukum kekekalan energi

b) energi mula mula =  $mgl$  (1 poin)

c) energi akhir =  $mgl/2 + \frac{1}{2} I \omega^2$ . (1 poin)

d)  $\omega = \sqrt{\frac{3g}{l}}$  (1 poin)

Momentum sudut sistem kekal dihitung relatif terhadap sumbu putar

e) Momentum mula-mula =  $I\omega$ . (1 poin)

Momentum akhir =  $(I + Ml^2)\omega'$  (1 poin)

f) Didapat :

$$\omega' = \frac{\frac{1}{3}ml^2}{\frac{1}{3}ml^2 + Ml^2} \omega = \frac{m}{m + 3M} \sqrt{\frac{3g}{l}}$$
 (1 poin)

g) Energi yang hilang :

$$\Delta E = mgl - \left[ \frac{mgl}{2} + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{3}ml^2 + Ml^2 \right) \left[ \left( \frac{m}{m + 3M} \right) \sqrt{\frac{3g}{l}} \right]^2 \right]$$

$$\Delta E = \frac{mgl}{2} \frac{3M}{m + 3M}$$
 (2 poin)

5. (total 9 poin)

a) Perhatikan diagram gaya di samping (1 poin)

b) Kesetimbangan sumbu x :  $N = T \sin \theta$ . (1 poin)

Kesetimbangan sumbu y :  $f + T \cos \theta = mg$ . (1 poin)

c) Jumlah torka :  $fr = Tr$ . (1 poin)

$$f = T.$$

d) Hubungan sudut (1 poin)

$$\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{r}{\sqrt{r^2 + L^2}} ; \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{L}{\sqrt{r^2 + L^2}}$$

$$\sin \theta = \frac{2rL}{r^2 + L^2} ; \cos \theta = \frac{L^2 - r^2}{r^2 + L^2}$$

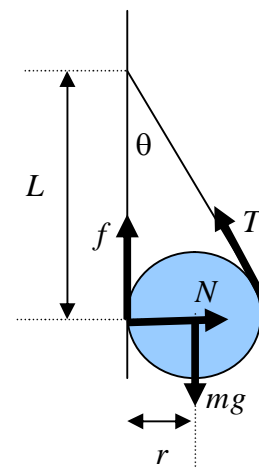
Dari persamaan persamaan di atas di dapat

e)  $T = \frac{r^2 + L^2}{2L^2} mg$  (0,5 poin)

f)  $N = \frac{r}{L} mg$  (1 poin)

g)  $f = \frac{r^2 + L^2}{2L^2} mg$  (0,5 poin)

h)  $\mu = \frac{f}{N} = \frac{r^2 + L^2}{2rL}$  (2 poin)



6. (total 6 poin)

a). Total waktu yang dibutuhkan oleh orang agar bisa sampai di helikopter adalah :

$$L = \frac{1}{2}(a + a_k)t^2$$
$$t = \sqrt{\frac{2L}{(a + a_k)}} \quad (1 \text{ poin})$$

b) Panjang tali yang dipanjat oleh orang itu adalah:

$$L_k = \frac{1}{2}(a_k)t^2 = \frac{a_k}{a + a_k} L \quad (1 \text{ poin})$$

c) Bagian yang ditarik oleh helikopter adalah:

$$L_h = \frac{1}{2}(a)t^2 = \frac{a}{a + a_k} L \quad (1 \text{ poin})$$

Usaha = gaya \* perpindahan

d) Gaya yang dikeluarkan korban adalah  $m^*(g+a+a_k)$

$$\text{Usaha korban} = m(g + a + a_k) \frac{a_k}{a + a_k} L \quad (1,5 \text{ poin})$$

e) Gaya yang dikeluarkan helikopter adalah  $m^*(g+a+a_k)$

$$\text{Usaha helikopter} = m(g + a + a_k) \frac{a}{a + a_k} L \quad (1,5 \text{ poin})$$

7. (total 6 poin)

a). Massa & pusat massa bola tanpa rongga :  $m_1 = M, x_{1,pm} = 0$  (0,5 poin)

b). Massa & pusat massa rongga :  $m_2 = M/8, x_{2,pm} = R/2$  (0,5 poin)

c). Massa bola dengan rongga.  $m_3 = 7M/8,$  (0,5 poin)

d).  $m_1 = m_2 + m_3.$

$$m_1 x_{1,pm} = m_2 x_{2,pm} + m_3 x_{3,pm}.$$

$$0 = MR/16 + 7M/8 x_{3,pm}.$$

$$x_{3,pm} = - R/14$$

(1,5 poin)

e). Gravitasi yang dirasakan bola  $m =$  gravitasi oleh bola tanpa rongga – gravitasi rongga

$$= \frac{GMm}{d^2} - \frac{G \frac{M}{8} m}{(d - \frac{R}{2})^2} = \frac{GMm}{d^2} \frac{7d^2 - 8dR + 2R^2}{8d^2 - 8dR + 2R^2} \quad (3 \text{ poin})$$

8. (9 poin)

a) Energi sistem kekal

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv_m^2 + \frac{1}{2}Mv_M^2 \quad (1 \text{ poin})$$

b). Momentum linear kekal

$$mv_m + Mv_M = 0 \quad (1 \text{ poin})$$

Dari 2 persamaan di atas di dapat

c).  $v_m = \sqrt{\frac{kM}{m(M+m)}}A$  (1,5 poin)

d).  $v_M = -\sqrt{\frac{km}{M(M+m)}}A$  (1,5 poin)

e). Waktu untuk mencapai tanah didapat dari  $\frac{1}{2}gt^2 = h$

sehingga didapat  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  (2 poin)

f). Jarak antara kedua massa saat  $m$  menyentuh tanah adalah

$$(v_m - v_M)t = A\sqrt{\frac{k(M+m)}{Mm}}\sqrt{\frac{2h}{g}}$$
 (2 poin)