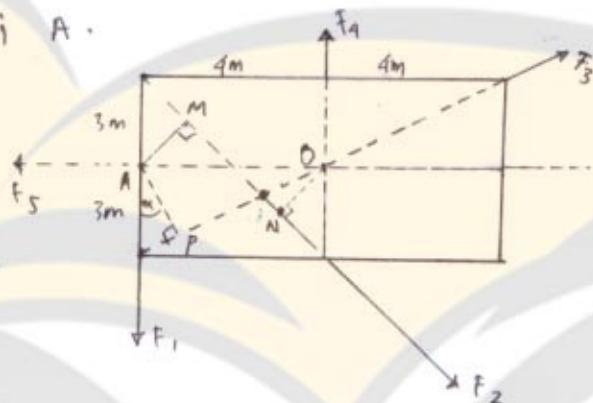


1. Perhatikan empat persegi panjang pada gambar di bawah ini. Tentukan tori dari gaya  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  dan  $F_5$  terhadap :

a. Poros melalui O

b. Poros melalui A.



Jawab:

$$a. T_1 = F_1 \cdot 4m = 4F_1 \text{ NM}$$

$$= F_1 \cdot 4r$$

$$NO = 3 \sin \theta = 3 \cdot \frac{4}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = 1,66$$

$$T_2 = F_2 \cdot NO = 1,66 F_2 \text{ NM}$$

$$T_3 = 0$$

$$T_4 = 0$$

$$T_5 = 0$$

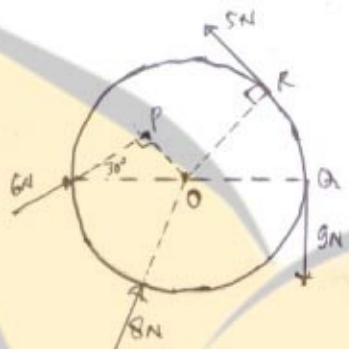
$$b. T_1 = F_1 \cdot 0 = 0$$

$$T_2 = F_2 \cdot AM = F_2 \cdot 3 \sin \theta = 1,66 F_2 \text{ NM}$$

$$T_3 = F_3 \cdot AP = F_3 \cdot 3 \cos \alpha = F_3 \cdot 3 \cdot \frac{4}{5} = \frac{12}{5} F_3$$

$$T_4 = F_4 \cdot OA = F_4 \cdot 9 = 9F_4$$

2.

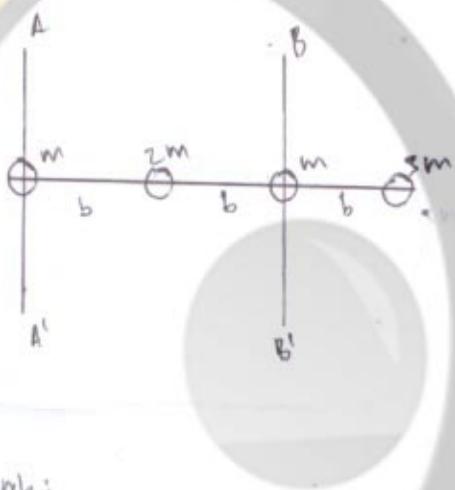


Pada sebuah roda dengan jari-jari 40 cm bekerja gaya-gaya seperti ditunjukkan pada gambar. Tentukan torsi total terhadap poros melalui O.

Jawab:

$$\begin{aligned} T &= -6N \cdot PO + 5N \cdot OR + (-9N \cdot OA) + 8N \cdot O \\ &= 6N \cdot (0,4 \sin 30^\circ) + 5N \cdot 0,4 - 9N \cdot 0,4 = -0,4 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3.



Empat buah partikel, seperti ditunjukkan pada gambar, dihubungkan oleh sebuah batang tetapi ringan yang massaanya dapat diabaikan. Tentukan momen inersia sistem partikel terhadap poros:

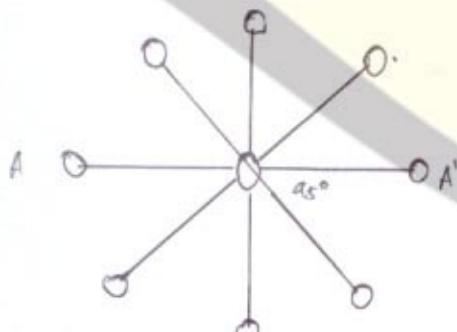
- a. sumbu AA';
- b. sumbu BB'.

Jawab:

a.  $I = 2mb^2 + m \cdot (2b)^2 + 3m \cdot (3b)^2$   
 $I = 33mb^2$

b.  $I = m \cdot (2b)^2 + 2m \cdot (b)^2 + 3m \cdot b^2$   
 $= 9mb^2$

4. Jari-jari ruji sepanjang 0,5 m, seperti pada gambar, memiliki massa yang dapat diabaikan terhadap delapan partikel bermassa 3 kg. Tentukan momen inersia terhadap
- a. poros melalui pusat jari-jari
  - b. poros AA'



Jawab:

$$\begin{aligned}a. \quad I &= 8(mr^2) \\&= 8(3 \cdot 0,5^2) \\&= 6 \text{ kg m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b. \quad I &= 2(3\text{kg} \cdot (0,5\text{m})^2) + 4(3\text{kg} (0,5 \cos 45^\circ)^2) \\&= 3 \text{ kg m}^2\end{aligned}$$

5. Seutas tali dililitkan mengelilingi sebuah silinder pejal ber massa  $M$  dan berjari-jari  $R$ , yang bebas berputar mengitari sumbunya. Tali ditarik dengan gaya  $F$ . Silinder mulai-mula diam pada  $t=0$ .

a. Hitung percepatan sudut dan kecepatan sudut silinder pada saat  $t$

b. jika  $M = 6\text{kg}$   $R = 10\text{cm}$  dan  $F = 9\text{N}$  Hitung percepatan sudut dan kecepatan sudut pada saat  $t=2\text{s}$

Jawab:

a. Momen inersia silinder pejal  $\Rightarrow \frac{1}{2}MR^2$

$$I\alpha = F \cdot R$$

$$\alpha = \frac{F \cdot R}{I} = \frac{2F}{MR}$$

$$\begin{aligned}\theta &= \int \alpha dt \\&= \frac{2F}{MR} t\end{aligned}$$

$$b. \quad \alpha = \frac{2(9\text{N})}{6\text{kg} (0,1\text{m})} = 30 \text{ rad/s}^2 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \quad \omega = \frac{2(9\text{N})}{6\text{kg} (0,1\text{m})} \cdot 2 = 60 \text{ rad/s}$$

6. Pada sebuah roda dengan momen inersia sebesar  $6\text{kgm}^2$  diberikan sebuah torси konstan  $51\text{mN}$ .

a. Berapakah percepatan sudutnya?

b. berapakah lama diperlukan dari keadaan diam sampai roda mencapai kecepatan  $88,4 \text{ rad/s}$ .

c. Berapakah energi kinetik pada kecepatan ini?

Jawab:

$$a. I \alpha = T$$

$$\alpha = \frac{T}{I} = \frac{81}{6} = 8,5 \text{ rad/s}^2$$

$$b. \omega_t = \omega_0 + \alpha t$$

$$88,9 = 0 + 8,5 \cdot t$$

$$t = 10,9 \text{ s}$$

$$c. E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$= \frac{1}{2} I \cdot 88,9^2$$

$$= 2,39 \times 10^4 \text{ Joule}$$

7. Dua roket matikan identik, masing-masing bermassa  $0,25 \text{ kg}$ , dipasang pada ujung  $\pm$  sebuah tongkat ( $L = 1,0 \text{ m}$ ). Setiap roket menggerakkan gaya  $F$  tegak lurus pada tongkat dalam bidang gerak tongkat, seperti ditunjukkan pada gambar. tongkat meter yang ber massa  $0,1 \text{ kg}$  dipasang pada suatu bola gantung tanpa gesekan pada sumbu tegak lurus pada tongkat melalui pusat tongkat. Ketika roket mulai dibakar, kedua roket menyebabkan tongkat mulai bergerak dari keadaan diam dan memberikan kelajuan sudut  $60 \text{ rad/s}$  dalam waktu  $6 \text{ s}$ . Anggap massa roket tidak berubah selama waktu  $6,0 \text{ s}$ . Berapakah daya dorong dari setiap roket?

Jawab:

$$\omega_t = \omega_0 + \alpha t$$

$$60 = 0 + \alpha \cdot 6$$

$$\alpha = 10 \text{ rad/s}^2$$

$$F \cdot \frac{1}{2} L + F \cdot \frac{1}{2} L = \left\{ M \left( \frac{1}{2} L \right)^2 + m \left( \frac{1}{2} L \right)^2 \right\} \cdot \alpha$$

$$F \cdot L = m L^2 \alpha$$

$$\begin{aligned} F &= m L \alpha \\ &= 0,25 \cdot 1 \cdot 10 \\ &= 2,5 \text{ N} \end{aligned}$$

8. Sebuah molekul Nitrogen dapat di perlakukan sebagai 2 massa titik dengan massa masing-masing  $19 \times 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  yang dipisahkan oleh jarak  $1,3 \times 10^{-10} \text{ m}$ . Pada suhu kamar, energi kinetik rata-rata sebuah molekul seperti ini adalah  $9 \times 10^{-21} \text{ J}$ . Tentukan:

- moment inersia sebuah molekul Nitrogen terhadap poros melalui pusat massanya.
- kecepatan sudutnya.

Jawab:

- pusat massa berletak ditengah-tengah penghubung

$$\begin{aligned} I &= mr^2 + mr^2 \\ &= 2m \cdot \left(\frac{1}{2} \times 1,3 \times 10^{-10}\right)^2 \\ &= 2 \cdot 19 \times 1,67 \times 10^{-27} \left(\frac{1}{2} \times 1,3 \times 10^{-10}\right)^2 \\ &= 1,97 \times 10^{-96} \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b. E_k &\sim \frac{1}{2} I \omega^2 \\ \omega &= \sqrt{\frac{2E_k}{I}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \times 10^{-21}}{1,97 \times 10^{-96}}} \\ &= 6,37 \times 10^{12} \text{ rad/s} \end{aligned}$$

11. sebuah kerucut silinder dengan jari-jari  $R$  dan momen inersia  $I$  bebas berputar tanpa gesekan terhadap suatu poros. seutas tali dengan massa yang dapat diabaikan dililitkan pada silinder dan dikaitkan ke sebuah timba bermassa  $m$ . ketika timba dibebaskan, timba dipercepat ke bawah akibat gaya gravitasi. Tentukan percepatan timba.

Jawab:

$$FR = I \alpha$$

$$mgR = I \frac{a}{R}$$

$$a = \frac{mgR^2}{I}$$

12. Tentukan energi revolusi dari bumi terhadap matahari selubung dengan orbit bumi mengelilingi Matahari. Data: massa bumi =  $6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$ , jari-jari orbit:  $1,5 \times 10^8 \text{ m}$ , dan waktu rotasi = 365 hari =  $3,2 \times 10^9 \text{ s}$ .

Jawab:

$$k = 2\pi r$$

$$V = \frac{2\pi R}{t}$$

$$\omega = \frac{V}{r} = \frac{2\pi}{t}$$

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} I \omega^2 \\ &= \frac{1}{2} m R^2 \left( \frac{2\pi}{t} \right)^2 \\ &= \frac{1}{2} (6,0 \times 10^{24}) \times (1,5 \times 10^8)^2 \left( \frac{2\pi}{3,2 \times 10^9} \right)^2 \\ &= 2,6 \times 10^{33} \text{ joule.} \end{aligned}$$

13. sebuah bola pejal bermassa  $0,036 \text{ kg}$  dan jari-jari  $1,2 \text{ cm}$  menggelinding menuruni suatu bidang miring. Bola pejal itu mula-mula bergerak dengan kecepatan  $0,5 \text{ m/s}$ . Berapakah kecepatan bola itu ketika ketinggiannya berkurang  $19 \text{ cm}$ ? (percepatan gravitasi  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

Jawab:

$$mgh + \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}I\left(\frac{v_1}{R}\right)^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}I\left(\frac{v_2}{R}\right)^2$$

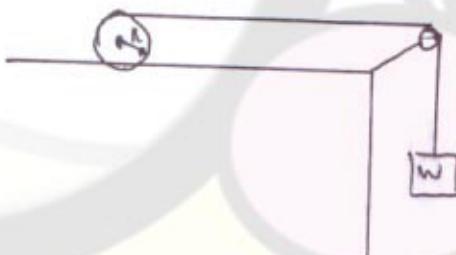
$$mgh + \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mR^2\right)\left(\frac{v_1}{R}\right)^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mR^2\right)\left(\frac{v_2}{R}\right)^2$$

$$10(0,19) + \frac{1}{2}(0,5)^2 + \frac{1}{5}(0,5)^2 = \frac{1}{2}v_2^2 + \frac{1}{5}v_2^2$$

$$1,575 = \frac{7}{10}v_2^2$$

$$v_2 = 1,5 \text{ m/s}$$

14. Gambar dibawah menunjukkan sebuah bolak ( $w=10\text{N}$ ) bergantung pada seutas tali yang dililitkan mengelilingi sebuah silinder pejal ( $w=40\text{N}$ ,  $R=0,120\text{m}$ ). Perputaran mendatar dimana silinder bergerak adalah  $10\text{rad/s}$ . Tentukan percepatan bolak dan tegangan dalam tali penghubung ( $g=10 \text{ m/s}^2$ )



Jawab:

$$\left(\frac{\omega_1}{g} + \frac{\omega_2}{g}\right)a = w_2$$

$$a = \frac{w_2 g}{w_1 + w_2} = \frac{40\text{N} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{10\text{N} + 40\text{N}} = 8 \text{ m/s}^2$$

$$-T + w_2 = \frac{w_2}{g} \cdot a$$

$$T = w_2 - \frac{w_2}{g} \cdot a$$

$$T = 8\text{N}$$

15. sebuah silinder dengan massa m dan jari-jari r berada di atas bidang miring. kemudian silinder menggelinding. jika momen inersia silinder  $I = \frac{1}{2}mr^2$ , tentukan perbandingan kecepatan saat silinder menggelinding dengan saat silinder tak menggelinding di dasar bidang miring.

Jawab:

Ketika tidak menggelinding:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

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

Ketika menggelinding:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mr^2\right)\left(\frac{v^2}{r^2}\right)$$

$$gh = \frac{1}{2}v^2 + \frac{1}{4}v^2$$

$$v' = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{\frac{4}{3}gh}}{\sqrt{2gh}} = \frac{2}{3}$$

16. Seorang anak laki-laki bermassa  $m = 50\text{ kg}$  berdiri di pusat sebuah mainan korsel yang sedang berputar terhadap suatu poros tanpa gesekan pada kecepatan  $1\text{ rad/s}$ . anggap mainan korsel sebagai sebuah roda lepasil dengan massa  $M = 100\text{ kg}$  dan jari-jari  $R = 2\text{ m}$ . Jika anak laki-laki itu melompat ke posisi  $1\text{ m}$  dari pusat, berapakah kecepatan sudut sistem anak dan korsel setelah anak mendarat? Berapa besar energi kinetik yang hilang?

Jawab:  $L_{awal} = L_{akhir}$

$$I_1 \omega_1 + 0 = I'_1 \omega'_1 + I'_2 \omega'$$

$$\frac{1}{2}MR^2\omega_1 = \frac{1}{2}mr^2 \cdot \omega' + (M\alpha + r^2) \omega'$$

$$\frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 2^2 (1) = \left( \frac{1}{2} 100 \cdot 2^2 + (50 \cdot 1^2) \right) \omega'$$

$$\omega' = 0,8 \text{ rad/s}$$

$$E_k \text{ awal} = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} m R^2 \right) \omega^2 = \frac{1}{4} (100 \times 2^2) 1^2 = 100 \text{ joule}$$

$$\begin{aligned} E_k \text{ akhir} &= \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} m R^2 + m \text{ dan } r^2 \right) \omega'^2 \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} (100) 2^2 + 50 \cdot 1^2 \right) \cdot 0,8^2 \\ &= 80 \text{ joule} \end{aligned}$$

$$\Delta E_k = 100 - 80 = 20 \text{ joule}$$

17. Roda A pada gambar memiliki massa 2 kg dan jari-jari 0,2 m serta kecepatan sudut awal 50 rad/s. Roda A dikoppel (satuporos) dengan roling B yang memiliki massa 4,0 kg, jari-jari 0,1 m dan kecepatan sudut awal 200 rad/s. Tentukan kecepatan sudut akhir bersama  $\omega$  setelah keduaanya didorong sehingga bersentuhan.

Jawab:

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

$$I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2 = I_1 \omega' + I_2 \omega'$$

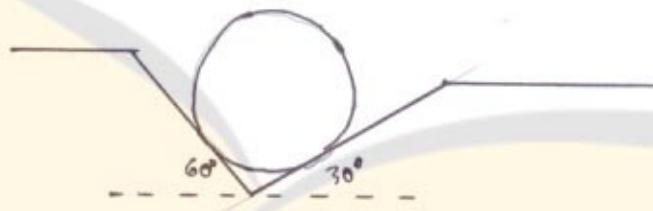
$$\frac{1}{2} m_1 R_1^2 \omega_1 + \frac{1}{2} m_2 R_2^2 \omega_2 = \left( \frac{1}{2} m_1 R_1^2 + \frac{1}{2} m_2 R_2^2 \right) \omega'$$

$$\frac{1}{2} (2)(0,2)^2 50 + \frac{1}{2} (4)(0,1)^2 (-200) = \left( \frac{1}{2} (2)(0,2)^2 + \frac{1}{2} (4)(0,1)^2 \right) \omega'$$

$$\omega' = 100 \text{ rad/s}$$

18. Bola bowling pada gambar memiliki berat 70 N. Bola itu diam pada dinding yang licin. Jika bola dianggap homogen, tentukan gaya-gaya yang dikerjakan di dalam pada bola.

Jawab:



$$W = F_1 \cos 60^\circ + F_2 \cos 30^\circ$$

$$70N = \frac{1}{2}F_1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}F_2$$

Untuk sumbu  $y$ :

UNTUK SUMBU X :

$$F_1 \sin 60^\circ = F_2 \sin 30^\circ$$

$$\frac{1}{2}\sqrt{3}F_1 = \frac{1}{2}F_2$$

$$\sqrt{3}F_1 = F_2 \rightarrow \text{Substitusi ke pers diatas:}$$

$$70N = \frac{1}{2}F_1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}(\sqrt{3}+1)$$

$$= \frac{1}{2}F_1 + \frac{3}{2}F_1$$

$$= 2F_1$$

$$F_1 = 35N$$

$$\left. \begin{aligned} F_2 &= \sqrt{3}F_1 \\ &= 35\sqrt{3}N \end{aligned} \right\}$$

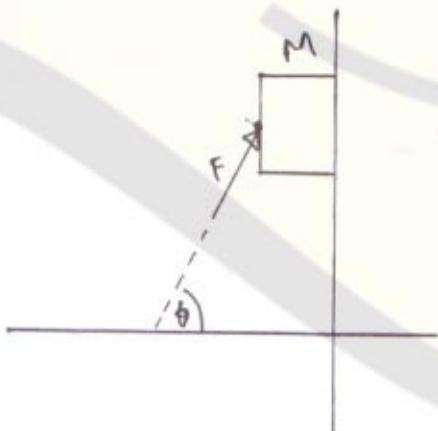
19. Sebuah bolak dengan massa  $M$  terletak pada dinding tegak keras (koefisien gesek  $\mu$ ) ditahan oleh sebuah gaya  $F$  sehingga membentuk sudut  $\theta$  terhadap horizontal. Tentukan nilai  $F_{\min}$  supaya bolak tidak bergerak turun

$$\text{Jawab: } mg + F_{ges} = F \sin \theta$$

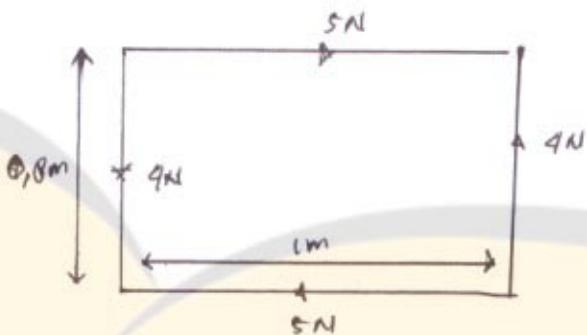
$$mg + M F \cos \theta = F \sin \theta$$

$$mg = F (\sin \theta - \mu \cos \theta)$$

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



20. Gambar berikut ini menunjukkan empat buah gaya yang bekerja sepanjang keliling suatu lembaran logam segi empat yang memiliki ukuran  $1\text{ m} \times 0,8\text{ m}$



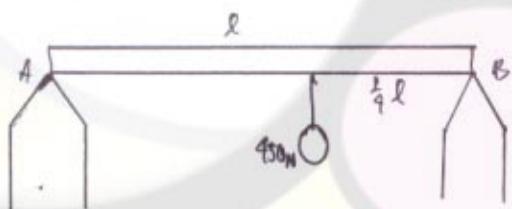
- Buktikan bahwa lembaran berada dalam keadaan setimbang.
- Jika salah satu gaya  $5\text{N}$  dibalik arahnya, berapa besar resulutan toris pada lembaran logam?

Jawab:

a.  $\sum F_x = 0$        $\Rightarrow$  Sistem dalam keadaan setimbang  
 $\sum F_y = 0$

b.  $\sum T = 5\text{N} \cdot 0,5 + 5\text{N} \cdot 0,5 = 5\text{Nm}$

21. Pada batang homogen AB seberat  $200\text{N}$  digantungkan beban  $450\text{N}$ . Tentukan besar gaya yang dilakukan tiap penyangga pada batang.



Jawab:  $450\text{N} \cdot \frac{1}{4}l + w \cdot \frac{1}{2}l - F_A \cdot l = 0$

$$F_A = 450\text{N} \cdot \frac{1}{4} + 200\text{N} \cdot \frac{1}{2}$$

$$F_A = 212,5\text{N}$$

$$450\text{N} \cdot \frac{3}{4}l + 200\text{N} \cdot \frac{1}{2}l - F_B = 0$$

$$F_B = 437,5\text{N}$$

22. Pada diagram, PQR adalah sebuah batang homogen dengan panjang 9m. Batang itu diam pada penopang di R (1m dari P) dan S (1m dari Q). Jika berat batang 150 N, berapakah gaya ke bawah  $F$  minimum yang dikerjakan di Q yang mengangkat batang lepas dari penopang di R?

Jawab:

Jadikan S sebagai titik tumpu.

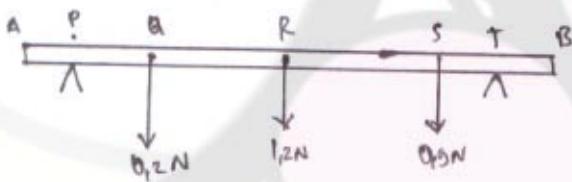
$$F_Q \cdot 1\text{m} = W_{PQ} \cdot 1\text{m}$$

$$F_Q = \frac{150\text{N} \cdot 1\text{m}}{1\text{m}}$$

$$= 150\text{N}$$

23. Sebatang papan kayu homogen AB memiliki panjang 120 cm dan berat 1,2 N. Papan itu diletakkan pada dua penopang C dan D yang masing-masing diletakkan 10 cm dari ujung-ujung papan. sebuah beban seberat 0,2 N digantung dengan benang sejauh 30 cm dari ujung A dan beban seberat 0,9 N digantung sejauh 60 cm dari ujung B. Tentukan gaya-gaya reaksi yang dikerjakan tiap-tiap penopang pada papan kayu.

Jawab:



$$F_A \cdot PT = 0,2\text{N} \cdot QT + 1,2\text{N} \cdot RT + 0,9\text{N} \cdot ST$$

$$F_A \cdot l = 0,2\text{N} \cdot 0,8 + 1,2\text{N} \cdot 0,5 + 0,9\text{N} \cdot 0,3$$

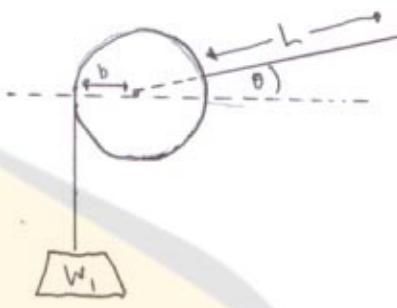
$$F_A = 1,03\text{N}$$

$$F_B \cdot PT = 0,9\text{N} \cdot PS + 1,2\text{N} \cdot PR + 0,2\text{N} \cdot PB$$

$$F_B \cdot l = 0,9\text{N} \cdot 0,7 + 1,2\text{N} \cdot 0,5 + 0,2\text{N} \cdot 0,2$$

$$F_B = 1,27\text{N}$$

24.



Pada Gambar, sebuah batang homogen dengan Panjang  $L$  dan berat  $W$  menekan sebuah roda berjari-jari  $b$ . roda dapat berputar pada pusatnya. jika sistem dalam keadaan seimbang. tentukanlah berat beban ( $W_1$ ) yang harus diberikan.

Jawab:

$$W_1 = W \cdot \frac{1}{2} L \cos \theta$$

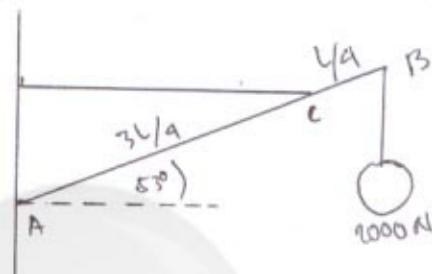
25. Batang AB memiliki berat 400 N. Engsel ditempatkan di A dan di titik C dilanjut pada tembok dengan seutas tali tak ber massa. jika sistem seimbang. Hitunglah :

- tegangan tali;
- besar gora engsel ( $\sin 53^\circ = 0,8$ )

Jawab:

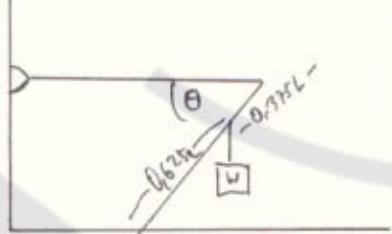
$$L \cos 53^\circ \cdot 2000 \text{ N} + \frac{1}{2} L \cos 53^\circ \cdot 400 \text{ N} = T \cdot \frac{3L}{4} \sin 53^\circ$$

$$T = 3617 \text{ N}$$



27. sebuah batang homogen dengan berat 500 N menopong suatu beban, seperti ditunjukkan pada gambar. jika tegangan tali horizontal hanya mampu menahan 3000 N dan  $\tan \theta = \frac{3}{4}$ , tentukan beban maksimum yang dapat ditopang oleh batang.

Jawab:



$$T \cdot L = \frac{1}{2} L \cdot 500 \text{ N} + 0,625 L \cdot W$$

$$3000 = \frac{1}{2} \cdot 500 + 0,625 W$$

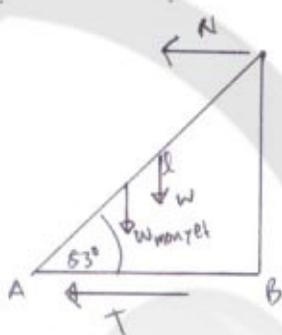
$$W = 4900 \text{ N}$$

28. Seorang monyet ber massa 10 kg memanjat sebuah tangga homogen yang memiliki panjang  $l$  dan berat 120 N. Ujung atas dan bawah tangga bersandar pada permukaan licin. Ujung bawah tangga dikat oleh seutas tali meudatar AB yang dapat menahan tegangan maksimum 110 N.

- Lukis diagram gaya pada tangga
- Tentukan tegangan dalam tali ketika monyet berada pada jarak sejajar panjang tangga dari ujung bawah.
- Tentukan jarak maksimum  $d$  agar monyet dapat berjalan pada tangga sebelum tali putus. Nyatakan jawaban Anda sebagai bagian dari panjang  $l$ .

Jawab:

a.



b.

$$W \cdot \frac{1}{2}l \cos 53^\circ + W_{monyet} \frac{1}{3}l \cos 53^\circ = T l \sin 53^\circ$$

$$120 \cdot \frac{1}{2} \cdot \cos 53^\circ + 10(10) \cdot \frac{1}{3} \cos 53^\circ = T \sin 53^\circ$$

$$T = 70,33 \text{ N}$$

c.

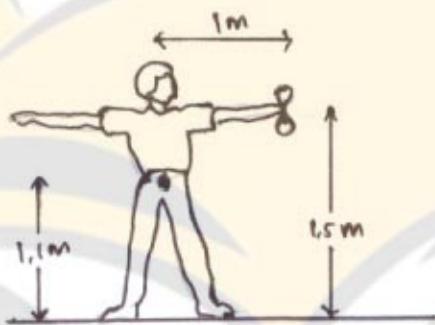
$$120 \cdot \frac{1}{2}l \cos 53^\circ + 10(10) \cdot d = T l \sin 53^\circ$$

$$120 \cdot \frac{1}{2}l \cos 53^\circ + 100d = 110 \cdot l \sin 53^\circ$$

$$d = 0,517l \text{ m}$$

30. Orang pada gambar dibawah ini memiliki massa  $90\text{ kg}$ . Kedudukannya direntangkan dan tangan kirinya memegang sebuah beban bermassa  $M = 10\text{ kg}$ . Tentukan kedudukan horizontal dan vertikal ditambah beban  $m$ . (Pilihlah titik pusat ditengah-tengah antara kedua kakinya).

Jawab:



$$x_0 = \frac{90 \cdot 0 + 10 \cdot 1}{90 + 10} = 0,1 \text{ m}$$

$$y_0 = \frac{90 \cdot 1,1 + 10 \cdot 1,5}{90 + 10} = 1,19 \text{ m}$$