

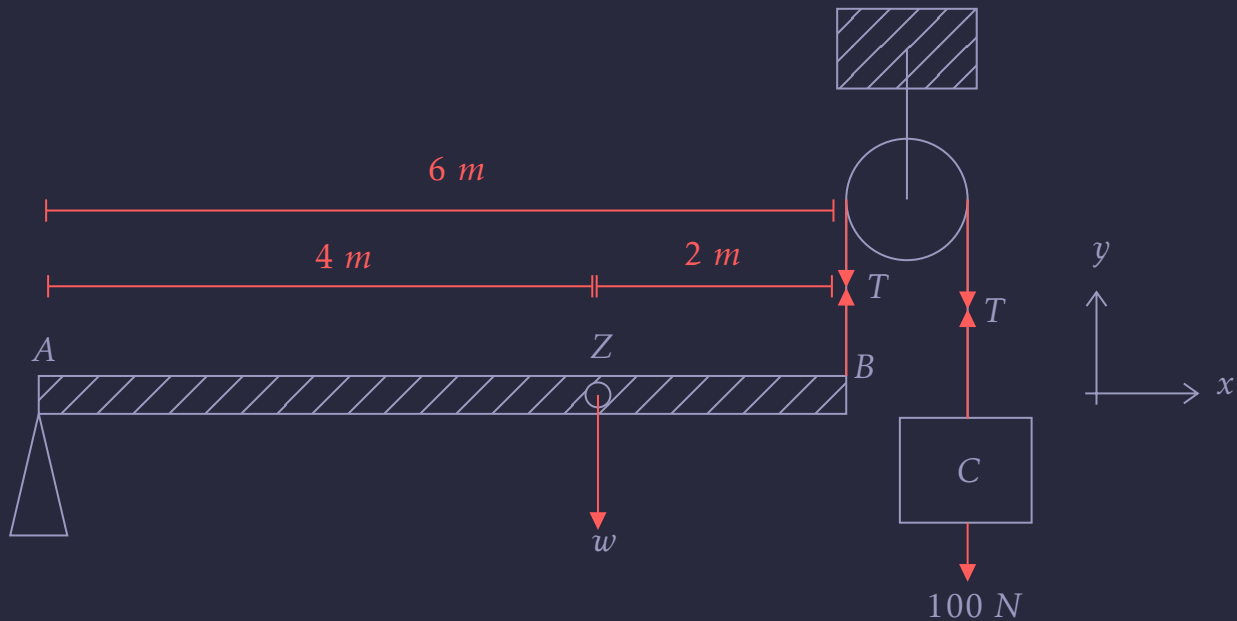
Solusi Ulangan Harian Fisika

Keseimbangan Benda Tegar dan Dinamika Rotasi

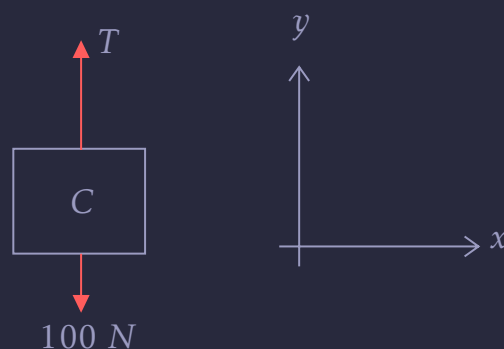
Z. Nayaka Athadiansyah

1 Mei 2022

1. Panjang $AB = 6$ m, $BZ = 2$ m, di mana Z adalah titik berat balok AB . Jika berat beban $C = 100$ N, maka berat balok AB (w) adalah ...



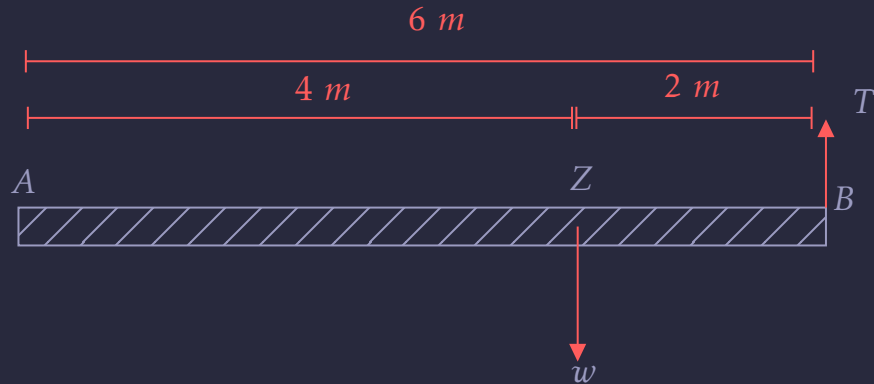
Solusi. Pertama-tama, kita dapat mencari besar gaya tegangan tali (T) dengan menganalisis diagram gaya bebas beban C :



Jika keseluruhan sistem berada dalam keadaan setimbang, maka tentunya $\Sigma F_y = 0$:

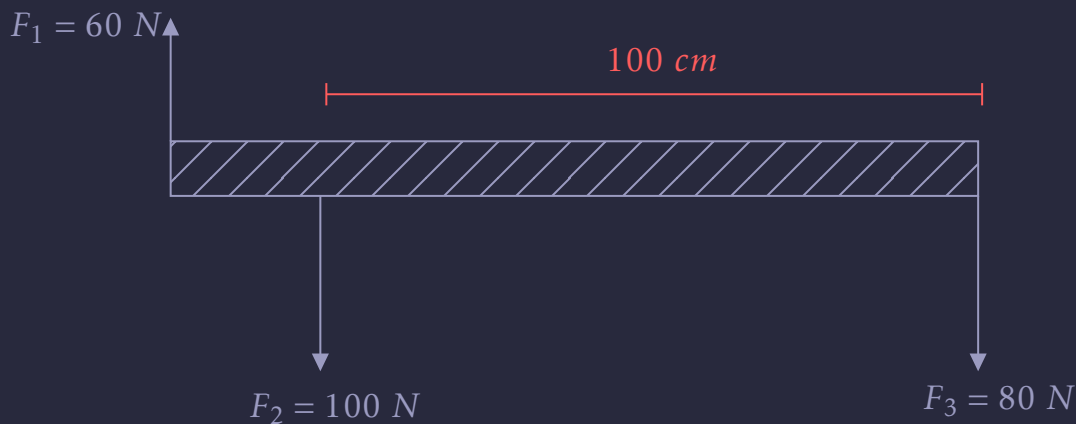
$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= 0 \\ T - 100 \text{ N} &= 0 \\ T &= 100 \text{ N}\end{aligned}$$

Selanjutnya, kita bisa menganalisis torsi yang bekerja pada balok AB. Tentunya $\Sigma \tau = 0$ kalau sistem berada dalam keadaan setimbang. Berdasarkan gambar yang diberikan oleh soal, titik A adalah titik tumpu balok AB sehingga titik inilah pusat rotasinya. Kita pilih arah berlawanan jarum jam (\odot) sebagai positif:

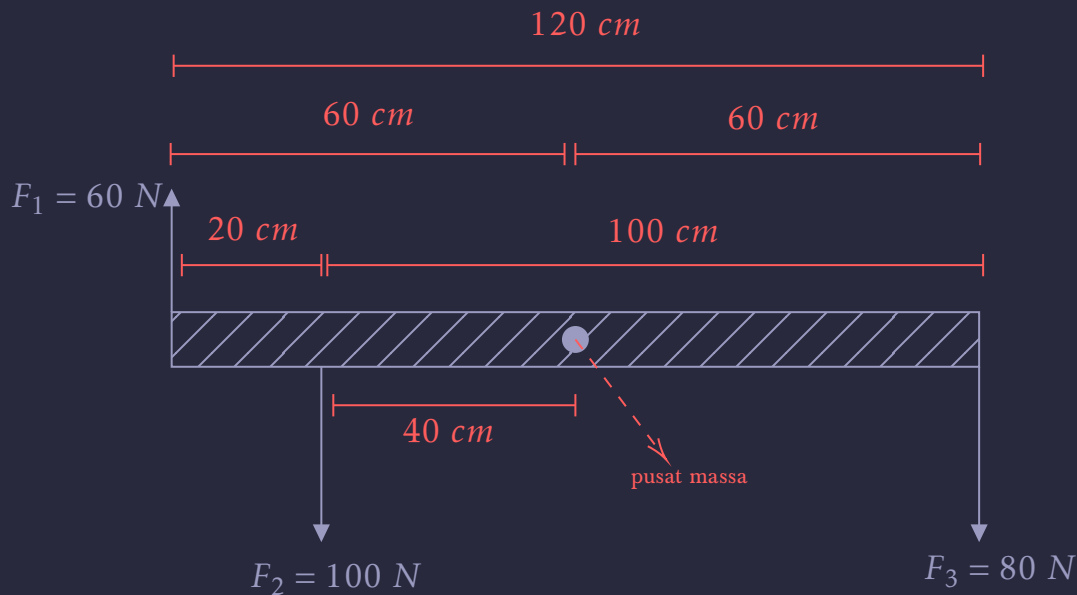


$$\begin{aligned}\Sigma \tau_{\odot} &= 0 \\ T \cdot 6 \text{ m} - w \cdot 4 \text{ m} &= 0 \\ 100 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} &= w \cdot 4 \text{ m} \\ \frac{600 \text{ N} \cdot \text{m}}{4 \text{ m}} &= w \\ w &= 150 \text{ N} \quad \blacksquare\end{aligned}$$

2. Batang homogen dengan panjang 120 cm diberi gaya seperti pada gambar berikut. Berapa resultan momen gaya di pusat massa batang?



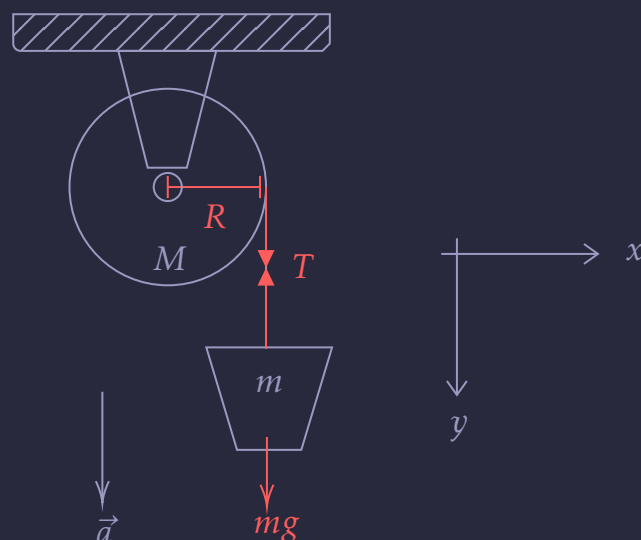
Karena batang tersebut homogen, maka pusat massanya terletak tepat di tengah-tengah batang, dengan jarak 60 cm dari ujung kiri dan kanan batang. Kita bisa menggambarkan situasi ini secara lebih rinci:



Terakhir, kita hanya perlu menghitung resultan momen gaya dengan titik pusat massa sebagai acuan:

$$\begin{aligned}
 \Sigma \tau_{\odot} &= F_2 \cdot 40 \text{ cm} - F_1 \cdot 60 \text{ cm} - F_3 \cdot 60 \text{ cm} \\
 &= 100 \text{ N} \cdot 40 \text{ cm} - 60 \text{ N} \cdot 60 \text{ cm} - 80 \text{ N} \cdot 60 \text{ cm} \\
 &= 4000 \text{ N} \cdot \text{cm} - 3600 \text{ N} \cdot \text{cm} - 4800 \text{ N} \cdot \text{cm} \\
 &= -4400 \text{ N} \cdot \text{cm} \\
 &= -44 \text{ N} \cdot \text{m} \\
 &= \odot 44 \text{ N} \cdot \text{m} \quad \blacksquare
 \end{aligned}$$

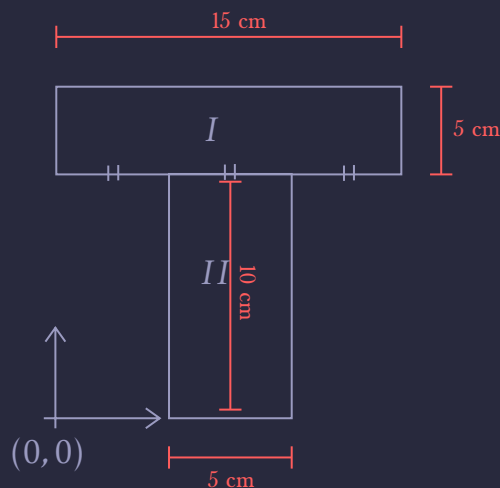
3. Sebuah katrol pejal ($M = 10 \text{ kg}$, $R = 10 \text{ cm} = 1/10 \text{ m}$, $I = 1/2 MR^2$) pada tepinya dililitkan tali yang membawa beban $m = 5 \text{ kg}$ seperti pada gambar di bawah. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka berapa percepatan sistem?



Solusi. Pertama, kita tinjau dulu gaya yang bekerja pada massa m . Kita pilih arah bawah sebagai positif:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{mgR^2}{mR^2 + I} \\
 &= \frac{(5)(10)\left(\frac{1}{10}\right)^2}{(5)\left(\frac{1}{10}\right)^2 + \left(\frac{1}{20}\right)} \\
 &= \frac{\frac{50}{100}}{\frac{5}{100} + \frac{1}{20}} \\
 &= \frac{\frac{50}{100}}{\frac{5}{100} + \frac{5}{100}} \\
 &= \frac{\frac{50}{100}}{\frac{10}{100}} = \frac{50}{100} \div \frac{10}{100} \\
 &= \frac{50}{100} \cdot \frac{100}{10} = 5 \text{ m/s}^2 \quad \blacksquare
 \end{aligned}$$

4. Tentukan koordinat titik berat bangun datar homogen di bawah ini!



Solusi. Bangun tersebut adalah bangun yang homogen sehingga massa tersebar secara merata di seluruh bagiannya. Artinya, kepadatan* pada sembarang daerah, entah itu di bangun I maupun bangun II, selalu sama.

Misalkan kepadatannya adalah α , luas dan massa tiap bangun secara berturut-turut

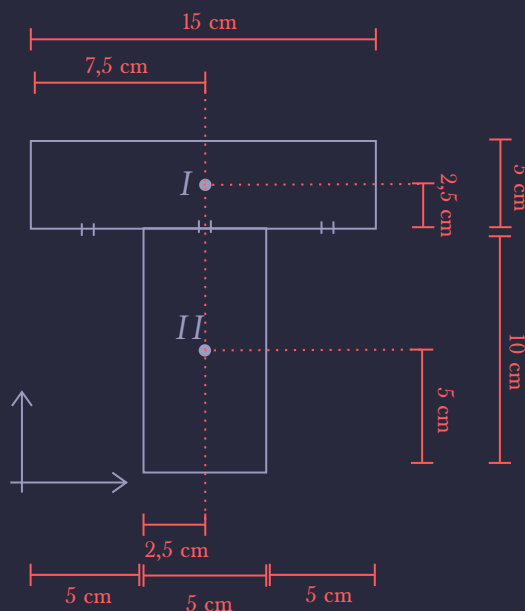
*Kepadatan yang dimaksud di sini adalah *planar density*: massa per satuan luas. Kepadatan yang lebih umum kita kenal adalah ρ (*rho*), massa per satuan volume atau massa jenis.

adalah A_I dan m_I serta A_{II} dan m_{II} . Maka $\alpha = \frac{m_I}{A_I} = \frac{m_{II}}{A_{II}}$ sehingga $m_I = \alpha A_I$ dan $m_{II} = \alpha A_{II}$.

Kita bisa memodifikasi persamaan titik berat sehingga kita bisa mencari koordinat titik berat cukup dengan mengetahui luasnya saja tanpa perlu mengetahui massanya:

$$\begin{aligned} x_{pm} &= \frac{m_I x_I + m_{II} x_{II}}{m_I + m_{II}} \\ &= \frac{\alpha A_I x_I + \alpha A_{II} x_{II}}{\alpha A_I + \alpha A_{II}} \\ &= \frac{\cancel{\alpha}(A_I x_I + A_{II} x_{II})}{\cancel{\alpha}(A_I + A_{II})} \\ &= \frac{A_I x_I + A_{II} x_{II}}{A_I + A_{II}} \end{aligned}$$

Cara yang mirip dapat digunakan untuk mencari persamaan ordinat (y_{pm}) titik berat. Selanjutnya, kita bisa menggunakan persamaan yang telah kita dapatkan.



Dari gambar di atas, koordinat titik berat bangun I dan bangun II secara berturut-turut adalah (7.5, 12.5) dan (7.5, 5). Luas bangun I dan bangun II secara berturut-turut adalah $A_I = 15 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} = 75 \text{ cm}^2$ dan $A_{II} = 10 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} = 50 \text{ cm}^2$.

Karena koordinat-x titik berat bangun I maupun bangun II adalah 7.5, maka cukup jelas bahwa koordinat-x titik berat dari gabungan bangun I dan bangun II adalah 7.5. Silakan coba buktikan ini sendiri dengan menggunakan persamaan titik berat. Untuk koordinat-y-nya:

$$\begin{aligned}
y_{pm} &= \frac{A_I y_I + A_{II} y_{II}}{A_I + A_{II}} \\
&= \frac{75 \cdot 12.5 + 50 \cdot 5}{75 + 50} \\
&= \frac{1187.5}{125} \\
&= 9.5
\end{aligned}$$

Dengan demikian, koordinat titik berat gabungan bangun I dan II adalah (7.5, 9.5). ■

5. Benar atau salah: *suatu benda dikatakan mengalami kesetimbangan partikel jika resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol.*

Solusi. Benar. Kesetimbangan partikel didasarkan pada hukum I Newton: suatu benda akan mempertahankan keadaannya jika resultan dari gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah nol (atau, $\Sigma F = 0$).

Sebagai ilustrasi, misalkan suatu balok yang diam didorong dengan gaya 50 N ke kanan. Pada saat yang bersamaan, balok tersebut juga didorong dengan gaya 20 N dan 30 N ke arah kiri. Total gaya ke arah kanan sama dengan total gaya ke arah kiri, sehingga resultan gayanya adalah nol, atau lebih mudahnya, gaya ke arah kanan dan ke arah kiri seimbang. Karena resultan gayanya nol, maka balok akan tetap diam seolah-olah tidak pernah ada gaya yang mendorongnya. Inilah yang dinamakan kesetimbangan partikel.

Adapun keseimbangan pada benda tegar mensyaratkan dua hal: resultan torsi dan resultan gaya harus nol. Perbedaan utama antara kesetimbangan benda partikel dengan kesetimbangan benda tegar adalah kesetimbangan yang kedua melibatkan rotasi juga, tidak hanya translasi.