Solusi Tutorial 5 Fisika Dasar 1A ITB   oleh : Wawank

A. PERTANYAAN

① •) percepatan sudut dapat kita definisikan

$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

jika ω = konstan, maka $\alpha = 0$

$$\boxed{\alpha = 0}$$

•) percepatan tangensial

$$a_T = \underbrace{\alpha}_{0} \cdot \underbrace{R}_{\text{konstan}}$$

sehingga $a_T = 0$

atau : $a_T = \dfrac{dV}{dt} = \dfrac{d}{dt}(\underbrace{\omega R}_{\text{konstan}})$

$$\boxed{a_T = 0}$$

• percepatan sentripetal

$$a_s = \frac{V^2}{R} = \frac{(\omega R)^2}{R} = \omega^2 R$$

jadi, $\boxed{a_s \neq 0}$

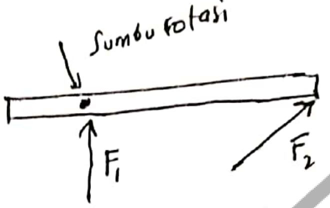
Sehingga jawabannya : D yakni, $\alpha = 0$, $a_T = 0$ dan $a_s \neq 0$

(2) Torsi merupakan sebuah vektor gaya yang menyebabkan benda berotasi.

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\tau = |r|\,|F| \sin\theta \ \hat{r}$$

untuk masing-masing gaya, kita tentukan torsinya :



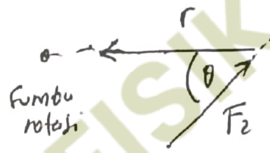
(i) $\tau_1 = |r|\,|F| \sin\theta$

$= 0 \times F_1 \sin\theta$

$$\boxed{\tau_1 = 0}$$

$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F$

(ii)

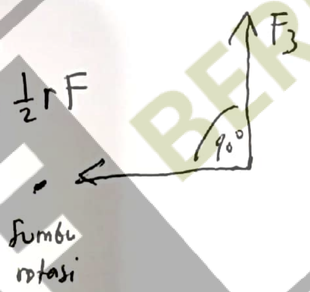


$\tau_2 = r F_2 \sin\theta$

misal $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$,

$\tau_2 = \frac{1}{2} r F_2 = \frac{1}{2} r F$

(iii)



$\tau_3 = r F_3 \sin 90^\circ$

$\tau_3 = r F_3 = r F$

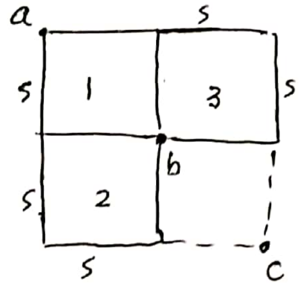
(iv)

$\tau_4 = r F_4 \sin 0$

$\tau_4 = 0$

Jadi, Urutannya, 3, 2, 1 dan 4 (sama = 0)

(3) Momen Inersia benda kontinu dapat kita tulis



$$I = \int r^2\, dm$$

untuk benda diskrit, dapat kita tulis :

$$I = \sum m_i r_i^2$$

Pada pelat logam ini dapat kita asumsikan tiga benda (titik), karena ukuran sama, dengan massa sama, maka :

•) untuk poros di a

$$I_a = I_1 + I_2 + I_3$$

$$= m\left(\tfrac{1}{2}\sqrt{2}\, s\right)^2 + m\left(\sqrt{\left(\tfrac{3}{2}s\right)^2 + \left(\tfrac{1}{2}s\right)^2}\right)^2 + m\left(\sqrt{\left(\tfrac{3}{2}s\right)^2 + \left(\tfrac{1}{2}s\right)^2}\right)^2$$

$$= \tfrac{1}{2}ma^2 + 2m\left(\tfrac{9}{4}a^2 + \tfrac{1}{4}a^2\right)$$

$$= \tfrac{1}{2}ma^2 + 5ma^2$$

$a = s$

$$\boxed{I_a = \tfrac{11}{2}ma^2}$$

$$I_a = 5{,}5\, ma^2$$

• untuk poros di b $\quad a = s$

$$I_b = I_1 + I_2 + I_3$$

$$= m\left(\tfrac{1}{2}s\sqrt{2}\right)^2 + m\left(\tfrac{1}{2}s\sqrt{2}\right)^2 + m\left(\tfrac{1}{2}s\sqrt{2}\right)^2$$

$$= \tfrac{1}{2}ma^2 + \tfrac{1}{2}ma^2 + \tfrac{1}{2}ma^2$$

$$I_b = \tfrac{3}{2}ma^2 = 1{,}5\, ma^2$$

•) Untuk poros di c $\qquad a = s$

$$I_c = I_1 + I_2 + I_3$$

$$= m\left(\tfrac{3}{2}\sqrt{2}\,s\right)^2 + m\left(\sqrt{\left(\tfrac{3}{2}s\right)^2 + \left(\tfrac{1}{2}s\right)^2}\right)^2 + m\left(\sqrt{\left(\tfrac{3}{2}s\right)^2 + \left(\tfrac{1}{2}s\right)^2}\right)^2$$

$$= m\,\frac{18}{4}a^2 + 5ma^2$$

$$\boxed{I_c = 9{,}5\,ma^2}$$

Jadi, urutan momen inersia dari yang terbesar adalah

$$\boxed{c, a, b}$$

4 Kita ketahui bahwa,

$$\tau = \frac{dL}{dt}$$

L → momentum sudut

τ → torsi

•) untuk tiap-tiap keadaan, kita akan uraikan, maka :

1) $\tau_1 = \dfrac{dL_1}{dt} = \dfrac{d}{dt}(3t+4)$

$\tau_1 = 3$ (positif dan konstan)

2) $\tau_2 = \dfrac{dL_2}{dt} = \dfrac{d}{dt}(-6t^2)$

$\tau_2 = -12t$ (negatif dengan besar yang selalu meningkat $t > 0$)

(4)

3) $\tau_3 = \frac{dL_3}{dt} = \frac{d}{dt}(2) = 0$ (nol)

4) $\tau_4 = \frac{dL_4}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{4}{t}\right)$

$\tau_4 = -\frac{4}{t^2}$ (negatif dengan besar selalu berkurang saat $t > 0$)

Jadi, Jawabannya adalah :

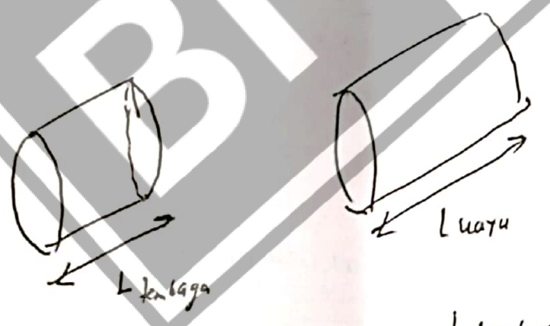
a) 3

b) 1

c) 2

d) 4

(5) a)



$L_{kayu} > L_{tembaga}$

Momen Inersia Silinder tembaga dan kayu sama,

yakni $I = \frac{1}{2}MR^2$

karena keduanya memiliki M dan R sama.

Jadi l tidak berpengaruh terhadap momen Inersia

(5) a)

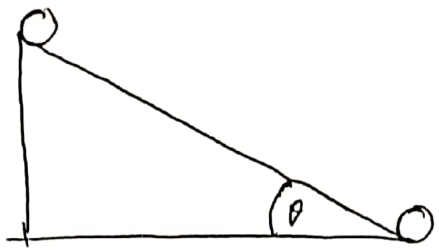
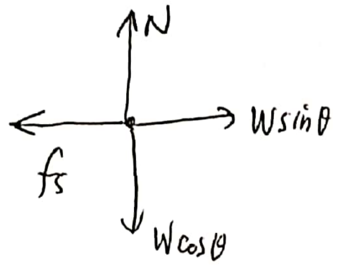


Diagram benda bebas benda



Silinder menggelinding murni, sehingga mengalami dua gerakan, yakni rotasi dan translasi.

untuk translasi

$$\Sigma F_x = ma$$

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

untuk rotasi

$$\Sigma \tau = I\alpha$$

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

$$f_s = I\frac{a}{R^2}$$

Sehingga

$$mg\sin\theta - I\frac{a}{R^2} = ma,$$ bagi semua ruas dengan m.

$$g\sin\theta - I\frac{a}{MR^2} = a$$

$$a\left(1 + \frac{I}{MR^2}\right) = g\sin\theta$$

$$a = \frac{g\sin\theta}{1 + \frac{I}{MR^2}}$$

(5) a) Dari sini kita ketahui, hubungan a dan I

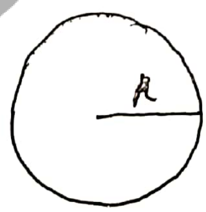
$$a = \frac{g\sin\theta}{1+\frac{I}{mR^2}}$$

$$a \sim \frac{1}{I}$$

a berbanding terbalik dengan I.

Namun, karena I sama, sehingga kedua silinder akan dipercepat dengan nilai sama. dan sampai pada akhir bidang miring dengan waktu yang sama.

b) $I_{\text{silinder berongga (tembaga)}} = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2)$



$I_{\text{pejal (kayu)}} = \frac{1}{2} MR^2$

Sehingga $I_{\text{berongga (tembaga)}} > I_{\text{pejal (kayu)}}$

Sedangkan $a \sim \frac{1}{I}$

a berbanding terbalik dengan I

Jadi, $a_{\text{pejal}} > a_{\text{berongga}}$.

maka silinder kayu akan sampai lebih dahulu ke bidang bawah.

//

B. SOAL

Dibuat oleh : Wawan K

① kecepatan rata-rata sudut dapat kita tuliskan

a)

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\text{Perpindahan Sudut}}{\text{Selang waktu}}$$

karena bumi berputar pada porosnya, maka akan berevolusi (2π rad) dalam 1 hari. dengan mengasumsikan arah positif untuk perpindahan sudut adalah sama seperti arah dari rotasi bumi.

Perpindahan Sudut bumi dalam satu hari adalah

$$(\Delta\theta)_{poros} = +2\pi \text{ rad}$$

Sehingga kecepatan rata-rata sudutnya,

$$\bar{\omega} = \frac{(\Delta\theta)_{poros}}{(\Delta t)_{poros}} = \frac{+2\pi \text{ rad}}{(1 \text{ hari}) \times \left(\frac{24 \text{ jam}}{1 \text{ hari}}\right) \times \left(\frac{3600}{1 \text{ jam}}\right)}$$

$$\boxed{\bar{\omega} = +7{,}3 \times 10^{-5} \text{ rad/s}}$$

b) karena bumi berputar mengelilingi matahari, maka bumi akan berevolusi (2π rad) dalam satu tahun. Sama dengan no, a, maka $(\Delta\theta)_{orbit} = +2\pi$ rad

$$\text{Sehingga} \quad \bar{\omega} = \frac{(\Delta\theta)_{orbit}}{(\Delta t)_{orbit}} = \frac{+2\pi \text{ rad}}{\left(365\frac{1}{4} \text{ hari}\right)\left(\frac{24 \text{ jam}}{1 \text{ hari}}\right)\left(\frac{3600}{1 \text{ jam}}\right)}$$

$$\boxed{\bar{\omega} = +2 \times 10^{-7} \text{ rad/s}}$$

(2) Waktu yang dibutuhkan peluru untuk menempuh perjalanan sejauh d sama dengan waktu yang dibutuhkan piringan untuk berpindah sudut sejauh ~~0,240 rad~~ 0,240 rad.

kecepatan sudut rata-rata : $\bar{\omega} = \dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}$

Sehingga $\Delta t = \dfrac{\Delta\theta}{\bar{\omega}} = \dfrac{0{,}240 \text{ rad}}{95 \text{ rad/s}} = 2{,}53 \times 10^{-3}\,s$

karena laju sudut konstan, maka $\bar{\omega} = \omega$.

Sehingga laju peluru dapat kita cari,

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0{,}850\,m}{2{,}53 \times 10^{-3}\,s} = 336 \text{ m/s}$$

(3) Teorema sumbu sejajar mengatakan bahwa

$$I = I_{pm} + Mh^2$$

h = pergeseran dari pusat massa ke sumbu yang baru

jarak h maksimum pada cakram adalah R.

Sehingga $h_{max} = R = 0{,}20\,m$.

a) untuk $h = 0 \rightarrow$ sumbu rotasi dipusat cakram, maka

$$I = \tfrac{1}{2}MR^2$$

$$I_A = \tfrac{1}{2}MR^2$$

$$0{,}050 = \tfrac{1}{2}MR^2$$

$\rightarrow MR^2 = 0{,}10$

$M(0{,}2)^2 = 0{,}10$

$\boxed{M = 2{,}5 \text{ kg}}$

④ a) Untuk rotasi pada sumbu x, maka:

$$I_x = \sum_{i=1}^{4} m_i y_i^2 = \left[50(2)^2 + (25)(4)^2 + 25(-3)^2 + 30(4)^2\right] g.cm^2$$

$$I_x = 1{,}3 \times 10^3 \ g\ cm^2$$

b) Rotasi terhadap arah y,

$$I_y = \sum_{i=1}^{4} m_i x_i^2 = 50(2)^2 + 25(0)^2 + 25(3)^2 + 30(2)^2 = 5{,}5 \times 10^2 \ g.cm^2$$

c) rotasi terhadap arah z. (fakta bahwa jarak dari sumbu z adalah $\sqrt{x^2+y^2}$)

$$I_z = \sum_{i=1}^{4} m_i (x_i^2 + y_i^2)$$

$$= I_x + I_y$$

$$I_z = 1{,}3 \times 10^3 + 5{,}5 \times 10^2 = 1{,}9 \times 10^3 \ g.cm^2$$

d) Jelas, jawaban untuk bagian (c) adalah A + B

⑤ $\tau_{neto} = F_1 R - F_2 R - F_3 r = 6(0{,}12) - 4(0{,}12) - 2(0{,}050) = 71 \ N.m$

a) $\tau_{neto} = I\alpha$, dengan $I = \frac{1}{2}MR^2$

$$\alpha = \frac{\tau_{neto}}{I} = \frac{71 N.m}{\frac{1}{2}(2)(0{,}12)^2} = 9{,}7 \ rad/s^2$$

(5) b) arah nya adalah berlawanan jarum jam (hasilnya positif)

(6) a) $I_{total} = md^2 + m(2d)^2 + m(3d)^2 \cancel{+m} = 14md^2$

dengan $d = 0{,}020$ m

$m = 0{,}010$ kg

Usaha yang dilakukannya,

$$W = \Delta K = \frac{1}{2} I\omega_f^2 - \frac{1}{2} I\omega_i^2$$

dimana $\omega_f = 20$ rad/s dan $\omega_i = 0$

maka :

$$W = 11{,}2 \times 10^{-3}\ J$$

$$W = 11{,}2\ mJ$$

b) Sekarang $\omega_f = 40$ rad/s dan $\omega_i = 20$ rad/s

maka $$W = \frac{1}{2} I \left(\omega_f^2 - \omega_i^2\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(14\,(0{,}01)\,(0{,}02)^2\right)\left(40^2 - 20^2\right)$$

$$W = 33{,}6 \times 10^{-3}\ J$$

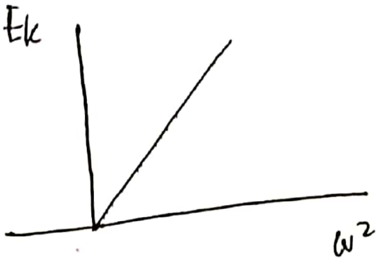
$$W = 33{,}6\ mJ$$

c) Dalam kasus ini, $\omega_f = 60$ rad/s , $\omega_i = 40$ rad/s

Sehingga $W = 56 \times 10^{-3}\ J = 56\ mJ$

⑥ d) Energi kinetik = $\frac{1}{2} I \omega^2$

$d = 0{,}020 \text{ m}$



Berarti kemiringan nya adalah $\frac{1}{2} I$,

Sehingga kemiringan nya :

$$m = \frac{1}{2} I$$

$$= \frac{1}{2}(14 md^2)$$

$$= 7 md^2$$

$$= 7(0{,}01)(0{,}020)^2$$

$$\boxed{m = 280 \times 10^{-5} \text{ J s}^2/\text{rad}^2}$$

⑦ $F_{app} = (10 N)\hat{i}$

a) Dengan menerapkan hukum Newton kedua pada arah x

$$\Sigma F_x = m a_x$$

$$F_{app} - f_s = ma$$

$$f_s = 10 N - (10)(0{,}60) = 4 N$$

Dalam notasi Vektor, $\vec{f_s} = -4 N \hat{i}$, yang berarah ke sumbu x negatif.

(7) b) dengan $R = 0{,}30\,m$, kita dapat menentukan percepatan sudut,

$$|\alpha| = \frac{|a_{pm}|}{R} = \frac{|0{,}60|}{0{,}30} = 2\ rad/s^2$$

roda berputar karena ada torsi yang disebabkan gaya gesek, sehingga

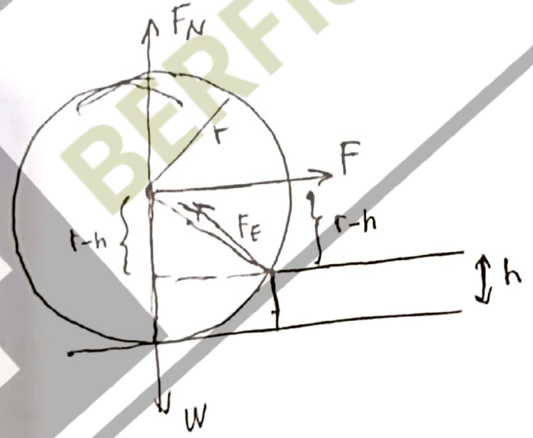
$$|\tau| = I|\alpha|$$

$$|r|\,|F|\sin 90^\circ = I\,|\alpha|$$

$$(0{,}30)(4) = I\,(2)$$

$$\boxed{I = 0{,}60\ kg \cdot m^2}$$

(8)



$$\Sigma\tau = -F_N\underbrace{\left(\sqrt{r^2-(r-h)^2}\right)}_{l_N} + W\underbrace{\sqrt{r^2-(r-h)^2}}_{l_W} - F\underbrace{(r-h)}_{l_F} = 0$$

$$F = \frac{(W-F_N)\sqrt{r^2-(r-h)^2}}{r-h}$$

ketika roda mulai terangkat maka $F_N = 0$

Sehingga $F = \dfrac{(25-0)\sqrt{(0{,}340)^2-(0{,}340-0{,}120)^2}}{0{,}340-0{,}120} = 29\,N$

(9) kita kasih notasi 1 untuk kucing, dan 2 untuk cincin.

•) kucing memiliki massa $m_1 = \frac{M}{4}$, dan massa cincin $m_2 = M = 8\ kg$

•) momen Inersia ~~kucing~~ cincin,

$$I_2 = \frac{1}{2} m_2 (R_1^2 + R_2^2)$$

dan $I_1 = m_1 r^2 \rightarrow$ untuk kucing, dimana r adalah jarak tegak lurus terhadap sumbu rotasi

•) Momentum sudut awal sistem : (kucing pada $r = R_2$)

$$L_i = L_{1i} + L_{2i}$$

$$= m_1 v_{1i} r_{1i} + I_2 \omega_{2i} = m_1 \omega_0 R_2^2 + \frac{1}{2} m_2 (R_1^2 + R_2^2) \omega_0$$

$$= m_1 R_2^2 \omega_0 \left[1 + \frac{1}{2} \frac{m_2}{m_1} \left(\frac{R_1^2}{R_2^2} + 1 \right) \right]$$

•) Setelah kucing berpindah ke bagian tepi dalam pada $r = R_1$ dari pusat cincin,

$$L_f = L_{1f} + L_{2f}$$

$$= m_1 \omega_f R_1^2 + \frac{1}{2} m_2 (R_1^2 + R_2^2) \omega_f$$

$$L_f = m_1 R_1^2 \omega_f \left[1 + \frac{1}{2} \frac{m_2}{m_1} \left(1 + \frac{R_2^2}{R_1^2} \right) \right]$$

kemudian $L_i = L_f \rightarrow$ kekekalan momentum sudut

9

$$\frac{\omega_f}{\omega_0} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \frac{1+\frac{1}{2}\left(\frac{m_2}{m_1}\right)\left(\frac{R_1^2}{R_2^2}+1\right)}{1+\frac{1}{2}\left(\frac{m_2}{m_1}\right)\left(1+\frac{R_2^2}{R_1^2}\right)} = (2^2)\,\frac{1+2(0,25+1)}{1+2(1+4)} = 1,273.$$

Sehingga $\omega_f = 1,273\,\omega_0$

$$= 1,273(8 \text{ rad/s})$$

$$\omega_f = 10,2 \text{ rad/s}$$

$$L = I\omega \rightarrow I = \frac{L}{\omega}$$

$$K = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{L}{\omega}\right)\omega^2$$

$$K = \frac{1}{2}L\omega$$

karena $L_i = L_f$, maka perbandingan Energi kinetik

$$\frac{K_f}{K_i} = \frac{L_f\omega_f/2}{L_i\omega_i/2}$$

$$\frac{K_f}{K_i} = \frac{\omega_f}{\omega_0} = 1,273$$

$$\Delta K = K_f - K_i = 0,273\,K_i$$

kucing melakukan usaha positif ($W = \Delta K$) selagi berjalan menuju pusat cincin, yg menambah total energi kinetik sistem.

(9) Karena total Energi kinetik awal,

$$K_i = \frac{1}{2}\left[m_1R_1^2 + \frac{1}{2}m_2\left(R_1^2+R_2^2\right)\right]\omega_0^2$$

$$= \frac{1}{2}m_1R_1^2\omega_0^2\left[1+\frac{1}{2}\frac{m_2}{m_1}\left(\frac{R_1^2}{R_2^2}+1\right)\right]$$

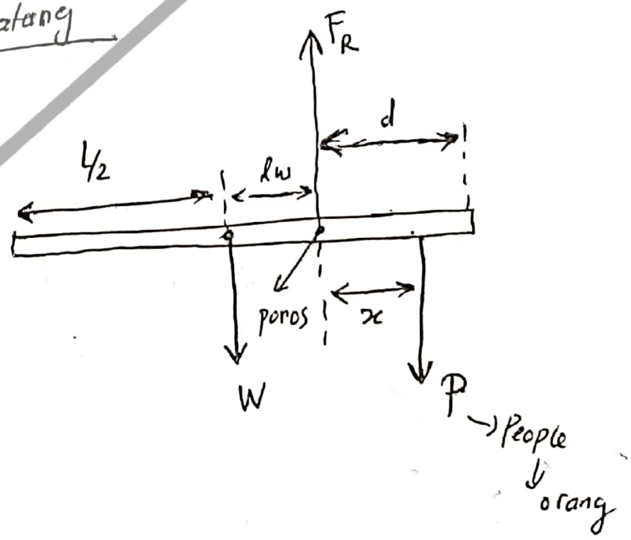
$$= \frac{1}{2}(2)(0{,}8)^2(8)^2\left[1+(1/2)(4)\left(0{,}5^2+1\right)\right]$$

$$K_i = 143{,}36\ \text{J}$$

Jadi, penambahan Energi kinetiknya adalah :

$$\boxed{\Delta K = (0{,}273)(143{,}36\ \text{J}) = 39{,}1\ \text{J}}$$

(10) Diagram benda bebas dari batang



$$\Sigma\tau = 0$$

$$W l_w - Px = 0$$

$$\boxed{x = \frac{W l_w}{P}} \quad \text{-------(1)}$$

$W = 225\,N$

$P = 450\,N$

Dari geometri, kita dapatkan

$$l_w + d = \frac{1}{2}L \quad \text{atau} \quad l_w = \frac{1}{2}L - d \quad \cdots(2) \quad (L = 5\,m,\ d = 1{,}1\,m)$$

Substitusi pers(2) kedalam pers(1), maka diperoleh

(10) $$x = \frac{w\left(\frac{1}{2}L - d\right)}{P}$$

$$= \frac{225\left(\frac{1}{2}(5) - 1{,}1\right)}{450}$$

$$\boxed{x = 0{,}70\,m}$$

Tetap semangat

dibuat oleh ka : Wawan K

Koordinator

Mes C