

# Solusi Soal Prediksi UTS 2

by : Wawan Kurniawan

## A. Dinamika benda tegar dan menggelinding

① Tinjau titik P dan  $h_1$

$$\Delta EM = 0 \rightarrow \text{permukaan } 4\text{ cm}$$

$$EM_p = EM_{h_1}$$

$$\frac{1}{2}mv_p^2 + \frac{1}{2}I_{pm}\omega_p^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I_{pm}\omega^2 + mgh_1 \dots (1)$$

kita tinjau letak bola jatuh dan menempuh d :

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$0 = h_2 + 0 - \frac{1}{2}gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$$x = V \cdot t$$

$$d = V \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$$V^2 = \frac{gd^2}{2h_2} \dots (2)$$

Substitusi pers (2) ke pers (1), maka :

$$\frac{1}{2}mv_p^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mr^2\right)\left(\frac{V_p^2}{r^2}\right) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\frac{2}{5}mr^2\frac{V^2}{r^2} + mgh_1$$

$$\frac{1}{2}V_p^2 + \frac{1}{5}V_p^2 = \frac{1}{2}V^2 + \frac{1}{5}V^2 + gh_1$$

$$\frac{7}{10}V_p^2 = \frac{7}{10}V^2 + gh_1$$

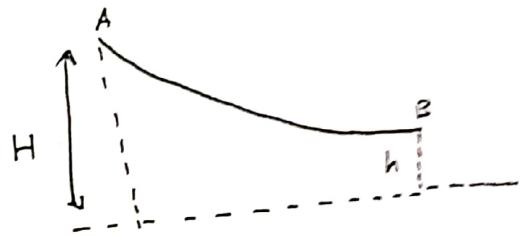
$$\frac{7}{10}V_p^2 = \frac{7}{10}\left(\frac{gd^2}{2h_2}\right) + gh_1$$

$$V_p^2 = \frac{gd^2}{2h_2} + \frac{10}{7}gh_1$$

$$V_p = 1,39 \text{ m/s}$$

||

② Dengan menggunakan hukum keseimbangan energi mekanik di titik A dan B.



$$EM_A = EM_B$$

$$EP_A + EKA = EP_B + EKA$$

$$mgH + 0 = mgh + \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$mg(H-h) = \frac{1}{2}I\frac{V^2}{R^2} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$mg(H-h) - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}I\frac{V^2}{R^2}$$

$$2mg(H-h) - mv^2 = I\frac{V^2}{R^2}$$

$$\frac{2mgR^2(H-h) - mv^2R}{V^2} = I$$

$$\frac{2mgR^2(H-h) - mR^2}{V^2} = I$$

$$mR^2 \left[ \frac{2g(H-h)}{V^2} - 1 \right] = I$$

Diketahui di soal :  $I = \beta MR^2$

$$\text{maka : } \beta = \frac{2g(H-h)}{v^2} - 1 \quad \dots \dots (1)$$

Kita cari  $V$  pusat massa dari gerak parabola :

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = h + 0 - \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$x = V_x \cdot t$$

$$d = V \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$V = \sqrt{\frac{d}{\frac{2h}{g}}}$$

$$V^2 = \frac{gd^2}{2h} \quad \dots \dots (2)$$

$$mgH + Q = mg(2R) + \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} M V_p^2$$

$$\text{Diri : } I = \frac{2}{5} MR^2$$

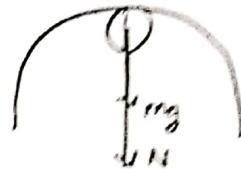
$$\omega = \frac{V_{pm}}{R}$$

maka :

$$mgH = \frac{1}{2} m V_{pm}^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} m R\right) \frac{V_{pm}^2}{R} + 2gR^2$$

$$gh = \frac{7}{10} V_{pm}^2 + 2gR \quad \dots \dots (1)$$

a) Pada saat di titik atas lintasan loop



Substitusi pers (2) ke pers (1),

maka :

$$\beta = \frac{2g(H-h)}{v^2} - 1 = \frac{2g(H-h)}{\frac{gd^2}{2h}} - 1$$

$$\beta = \frac{4h(H-h)}{d^2} - 1$$

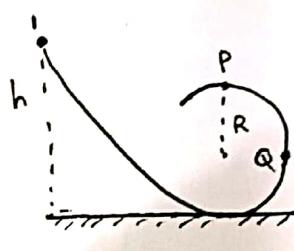
$$\beta = 0,25$$

③  $\Delta EM = 0$  (kita buang Energi awal dan Energi diatas loop lingkaran)

$$EM_{\text{awal}} = EM_{\text{diatas loop}}$$

$$EM_i = EM_p$$

$$U_i + K_i = U_p + K_p$$



$$mg + N = \frac{m V_{pm}^2}{R-r}$$

$$mg = \frac{m V_{pm}^2}{R-r}$$

$$g = \frac{V_{pm}^2}{R-r}$$

$$V_{pm}^2 = g(R-r) \quad \dots \dots (2)$$

Substitusi pers (2) ke pers (1) :

$$gh = \frac{7}{10}(g)(R-r) + 2gR$$

$$h = 2,7R - 0,7r$$

$$h \approx 2,7R, R = 19 \text{ cm}$$

$$\text{maka : } h = 2,7(19) = 51,8 \text{ cm} //$$

(3)  
b). Nilai  $h = 6R$

Lihat pers (1), maka:

$$g(6R) = \frac{7}{10} V_{pm}^2 + gR$$

$$V_{pm}^2 = \frac{50gR}{7}$$

Kita tinjau hukum Newton II di titik Q :

$$\sum F_x = m a_{sp}$$

$$N = \frac{m V_{pm}^2}{(R-r)}$$

$$= m \frac{50gR}{7(R-r)}$$

karena  $R \gg r$ , maka:

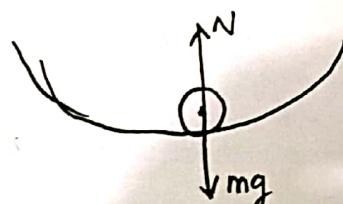
$$N \approx \frac{50mg}{7}$$

$$= 50 (2,8 \times 10^{-9}) (9,8)$$

$$N = 1,96 \times 10^{-2} N$$

• Arahnya menuju pusat loop.

(4) Pada saat di bawah lintasan melingkar :



$$\sum F_y = m a_{sp}$$

$$N - mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$2mg - mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$v^2 = gr$$

$$\omega^2 = \frac{v^2}{R^2} = \frac{gr}{R^2}$$

maka kita terapkan hukum kekekalan energi mekanik di titik awal dan di bawah lintasan melingkar.

$$\Delta EM = 0$$

$$EM_1 = EM_2$$

$$mgh = \frac{1}{2} mv_{pm}^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$Mgh = \frac{1}{2} Mg r + \frac{1}{2} I \frac{gr}{R^2}$$

$$Mgh - \frac{1}{2} Mgr = \frac{1}{2} I \frac{gr}{R^2}$$

$$2Mgh - Mgr = I \frac{gr}{R^2}$$

$$2Mh - Mr = I \frac{r}{R^2}$$

$$2 \frac{MhR^2 - MR^2 r}{r} = I$$

$$I = \frac{2MhR^2}{r} - MR^2$$

$$= MR^2 \left[ \frac{2h}{r} - 1 \right]$$

$$I = MR^2 \left[ \frac{2(0,36)}{0,48} - 1 \right]$$

$$\text{maka: } \beta = 2 \left[ \left( \frac{0,36}{0,48} \right) - 1 \right]$$

$$\beta = 0,50$$



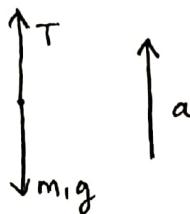
(5) Perubahan panjang kawat :  $\Delta L = \frac{F L_0}{Y A}$

$F$  adalah gaya tegangan pada kawat  $T$ .

T di peroleh dengan mengaplikasikan hukum Newton

Pada kedua balok kayu :

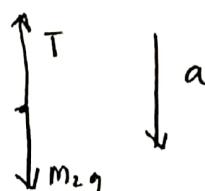
Tinjau balok 1



$$\sum F_y = m_1 a$$

$$T - m_1 g = m_1 a \dots \dots \dots 1$$

Tinjau balok 2



$$\sum F_y = m_2 a$$

$$m_2 g - T = m_2 a \dots \dots \dots 2$$

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

Substitusi  $a$  ke pers(1)

atau  $T = \frac{2 m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$

$$= \frac{2 (3) (5) (9,8)}{3+5} = 37 N.$$

Maka Perubahan panjang kawat baja :

$$\Delta l = \frac{F L_0}{Y A} = \frac{(37)(15)}{(2 \times 10^{11})(1,3 \times 10^{-5})}$$

$$= 2,1 \times 10^{-5} m$$



(6) a. Tegangan geser =  $\frac{F}{A}$

$$= \frac{Mg}{A}$$

$$= \frac{160 (9,8)}{3,2 \times 10^{-4}}$$

$$= 4,9 \times 10^6 N/m^2$$

Maka :

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

$$T - m_1 g = \frac{m_1 m_2 g}{m_2} - \frac{m_1 T}{m_2}$$

$$T - m_1 g - m_1 g + \frac{m_1 T}{m_2} = 0$$

$$T - 2m_1 g + \frac{m_1 T}{m_2} = 0$$

$$T \left( 1 + \frac{m_1}{m_2} \right) = 2m_1 g$$

$$T = \frac{2m_1 g}{1 + \frac{m_1}{m_2}}$$

b) Nilai defleksi vertikal :

$$G = \frac{F/A}{\Delta y / L_0}$$

$$\frac{\Delta y}{L_0} = \left( \frac{F}{A} \right) \frac{1}{G}$$

$$\Delta y = \left( \frac{F}{A} \right) \frac{L_0}{G}$$

$$= 4,9 \times 10^6 \frac{0,10}{8,1 \times 10^{10}}$$

$$\Delta y = 6 \times 10^{-6} m$$



7) Periode gerak harmonik:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$m_2 = \frac{kT^2}{4\pi^2} = 0,6 \text{ kg}$$

Ditanya, pegas tak berpengaruh terhadap tumbukan, berarti tumbukan dianggap elastis. dengan menerapkan hukum kekekalan momentum :

$$m_1 V_{1i} + m_2 V_{2i} = m_1 V_{1f} + m_2 V_{2f} \dots (1)$$

$$\text{dan } \Delta E_k = 0$$

$$E_{ki} = E_{kf}$$

$$\frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 \dots (2)$$

dengan sedikit aljabar, solusi pers (1) dan pers (2), diperoleh :

$$V_{1f} = \left( \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) V_{1i}$$

$$V_{2f} = \left( \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) V_{1i}$$

maka :

$$V_{1f} = \left| \frac{0,20 - 0,60}{0,20 + 0,6} \right| (8,0) = 4,0 \text{ m/s}$$

Kemudian kecepatan ini menjadi  $V_0$  pada saat gerak jatuh, dengan prinsip parabola :

$$y = y_0 + V_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = h + 0 - \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$x = V_0 t$$

$$d = 4 \sqrt{\frac{2(4,0)}{9,8}}$$

$$d = 4 \text{ m} //$$

8) Menurut hukum Hooke :  $F = k \Delta l$

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

$$\frac{F}{K_{ef}} = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2}$$

$$\frac{1}{K_{ef}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

$$\frac{1}{k_{ef}} = \frac{2}{k}$$

$$k_{ef} = \frac{k}{2}$$

$$\text{maka: } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$2\pi f = \sqrt{\frac{K_{ef}}{m+k}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{2m}}$$

$$= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{6430}{2(0,245)}}$$

$$f = 18,2 \text{ Hz}$$

9) a) Dari gambar kita dapatkan,

$$T = 0,20 \text{ s}$$

$$b) T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$0,20 = 2(3,14) \sqrt{\frac{m}{200}}$$

$$m = 0,203$$

$$m \approx 0,20 \text{ kg}$$

C) kita lihat dari gambar :

$V=0$ , pada  $t=0$ , balok pada posisi

$$x_0 = \pm 2\text{m}$$

D) Dari gambar :

Kemiringan dari kurva kecepatan (percepatan) adalah positif pada  $t=0$ , maka nilai dari  $x$  adalah negatif sesuai dengan persamaan gaya  $ma = -kx$ .

Dengan demikian untuk  $x_m = 0,20\text{m}$ , dapat diperoleh  $x_0 = -0,20\text{m}$

d) Dari gambar :

pada  $t=0,10\text{ s}$ ,  $\rightarrow V=0$ , maka :

$$a = \pm a_m = \pm \omega^2 x_m$$

Ingat : ( $V=0 \rightarrow a$  bernilai maksimum, dan sebaliknya)

Dari gambar : kemiringan kurva  $V-t$ , (percepatan) adalah negatif pada  $t=0,10\text{s}$  dengan rumus  $\omega^2 = \frac{k}{m}$  dapat diperoleh:

$$a = \omega^2 x_m$$

$$= \frac{k}{m} 0,20$$

$$= \frac{200}{0,20} 0,20$$

$$a = -2 \times 10^2 \text{ m/s}^2$$

E) Dari grafik :  $V_m = 6,28\text{ m/s}$

$$\text{Sehingga : } k_m = \frac{1}{2} m V_m^2 \\ = \frac{1}{2} (0,2) (6,28)^2 = 4 \text{ J//}$$

⑩ Dari grafik :  $a_m = 4,00 \text{ m/s}^2$

kita ketahui :  $a_m = \omega^2 x_m$

$$4,00 = \omega^2 x_m$$

$$\underline{\underline{\text{pada saat } t=0 \rightarrow a_0 = 1 \text{ m/s}^2}}$$

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi)$$

$$V(t) = -\omega x_m \sin(\omega t + \phi)$$

$$a(t) = -\omega^2 x_m \cos(\omega t + \phi)$$

$$\underline{\underline{t=0, \frac{a_0=1}{1} = -4 \cos(0+\phi_0)}}$$

$$\cos \phi = -\frac{1}{4}$$

$$\phi = +1,04^\circ \text{ atau } 1,82 \text{ rad} //$$

11) a)  $U = \frac{1}{2} E$ , maka

$$\frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} k x_m^2 \right)$$

$$x^2 = \frac{x_m^2}{2}$$

$$x = \frac{x_m}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,5 \text{ m}$$

b) kita ketahui persamaan simpangan :

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$3,5 = 5 \cos \left( \frac{\pi}{3} t - \frac{\pi}{4} \right)$$

$$0,7 = \cos \left( \frac{\pi}{3} t - \frac{\pi}{4} \right)$$

$$0,7 = \frac{\pi}{3} t - \frac{\pi}{4}$$

$$1,575 = \frac{\pi}{3} t$$

$$t = 1,569 \text{ s} //$$

Karena yang ditanyakan waktu dari

$t_{setimbang} - t$ , maka  $t$  pada saat titik setimbang:

$$t(x=0) :$$

$$x(t) = x_m \cos(\pi/3 t - \pi/4)$$

$$0 = x_m \cos(\pi/3 t - \pi/4)$$

$$1 = \pi/3 t - \pi/4$$

$$t_{setimbang} = \frac{9}{4} = 2,25 \text{ s}$$

maka, interval waktunya adalah :

$$\Delta t = t_{setimbang} - t$$

$$= 2,25 - 1,504$$

$$= 0,75 \text{ s}$$

=

(12) a) Energi pada saat di titik  $x_m = \frac{1}{2} k x_m^2$

$$x_m = \sqrt{\frac{2E}{k}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(4)}{200}}$$

$$= 0,20 \text{ m}$$

$$b) T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{0,80}{200}}$$

$$= 0,4 \text{ s}$$

maka batok melakukan :  $\frac{10}{0,4} = 25$  getaran

c) Energi kinetik maksimum = E potensial max.

karena Energi mekanik konservatif.

$$E_{K_{max}} + E_{P_{min}} = E_{P_{max}} + E_{K_{min}}$$

$$E_{K_{max}} + 0 = E_{P_{max}} + 0$$

$$E_{K_{max}} = 4 \text{ J}$$

=

d)  $E = K + U$

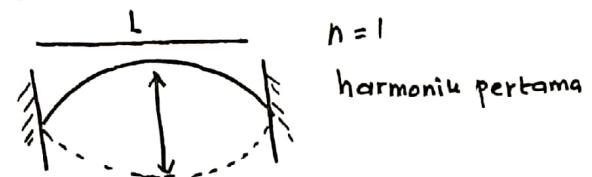
$$U = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2$$

$$U = \frac{1}{2} (0,8) v^2 + \frac{1}{2} (200) (0,15)^2$$

$$v = 2,1 \text{ m/s}$$

### Gelombang Mekanik

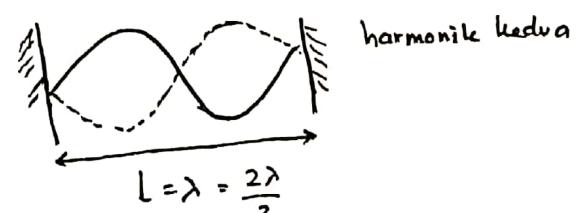
(13) Tali dengan kedua ujung terikat dapat digambarkan seperti berikut :  
(Lihat buku haliday hal 433) :



$$L = \frac{\lambda}{2}$$

$n=1$

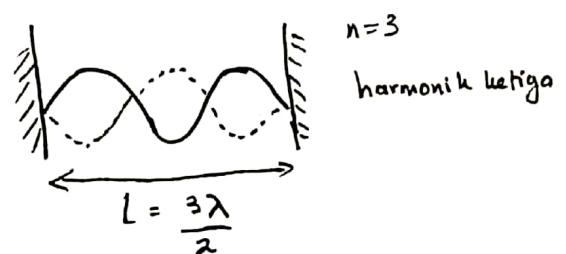
harmonik pertama



$$L = \frac{2\lambda}{2}$$

$n=2$

harmonik kedua



$$L = \frac{3\lambda}{2}$$

$n=3$

harmonik ketiga

Dari pola tersebut dapat kita tulis :

$$\lambda = \frac{2L}{n}, n=1,2,3,\dots$$

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{nV}{2L}$$

Disoal, pola gelombang terjadi pada harmonik kedua :

Maka :  $\lambda = L$ , atau  $f = \frac{2V}{2L} = \frac{V}{L}$

a)  $K = \pi/2$ ,  $w = 12\pi$  rad/s

$$K = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = \pi/2$$

$$\lambda = 4\text{m}, \text{ maka } L = 4\text{m}$$

b)  $w = 2\pi f$

$$12\pi = 2\pi f$$

$$f = 6\text{Hz} \rightarrow V = f\lambda = 24 \text{ m/s}$$

c)  $V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$$24 = \sqrt{\frac{200}{m/4}}$$

$$m = 1,9 \text{ kg}$$

d) Harmonik ketiga :

$$f = \frac{3}{2} \frac{V}{L}$$

$$= \frac{3}{2} \frac{(24)}{4}$$

$$f = 9\text{Hz}, \text{ periode: } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{9} = 0,11\text{s}$$

(14) a) persamaan diatas dapat ditulis :

$$y(x,t) = 1 \cos(2\pi x - \pi t + \pi/2)$$

Persamaan umum getaran gelombang adalah :

$$y(x,t) = A \cos(Kx - \omega t + \phi_0)$$

Dengan membandingkan dua persamaan diatas, kita simpulkan :

$$A = 1\text{cm} \quad \phi_0 = \pi/2 \text{ rad}$$

$$K = 2\pi \text{ cm}^{-1} \quad \lambda = \frac{2\pi}{K} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1\text{cm}$$

$$\omega = \pi \text{ rad/s}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = \frac{1}{2} \text{ Hz}$$

b) pada saat  $x = 1\text{cm}$  dan  $t = 5$  detik

$$y(x=1, t=5) = 1 \cos(2\pi x_1 - \pi t + \pi/2)$$

$$= \cos(-2,5\pi) = \cos(-0,5\pi) = 0$$

c) misalkan titik pertama berada pada  $x_1$  dan titik kedua berada pada  $x_2$ , maka pada saat  $t$  yang sama, fase masing-masing titik adalah :

$$\phi_1 = 2\pi x_1 - \pi t + \pi/2$$

$$\phi_2 = 2\pi x_2 - \pi t + \pi/2$$

Beda fase :

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = 2\pi(x_2 - x_1)$$

$$\text{atau } x_2 - x_1 = \frac{\Delta\phi}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = \frac{1}{2} \text{ cm}$$

d) Laju getar partikel tali :

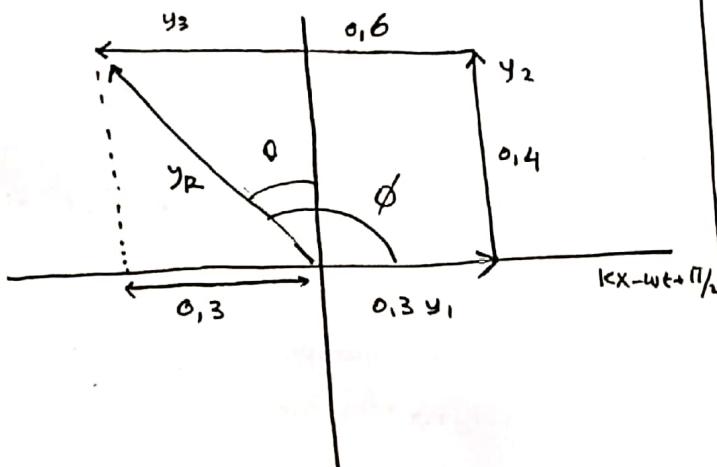
$$U = \frac{\partial y}{\partial t} = \pi \sin(2\pi x - \pi t + \pi/2)$$

$$\therefore \text{laju getar maksimum} = \pi \text{ cm/s}$$

- (15) a) Buat sistem koordinat dengan mengambil arah datar berseuaian dengan fasa :

$$kx - \omega t + \frac{\pi}{2}$$

Fungsi gelombang  $y_1$ ,  $y_2$  dan  $y_3$  digambarkan sebagai berikut :



- b) Tampak bahwa amplitudo superposisi adalah :

$$A_T = \sqrt{(0.4)^2 + (0.3)^2} = 0.5 \text{ m}$$

Perbedaan fase gelombang hasil superposisi dengan gelombang  $y_1$  adalah  $\phi = \frac{\pi}{2} + \theta$   
dengan  $\tan \theta = \frac{3}{4} \rightarrow \theta = 37^\circ = 0.2\pi$

$$\text{maka : } \phi = \frac{\pi}{2} + 0.2\pi = 0.7\pi$$

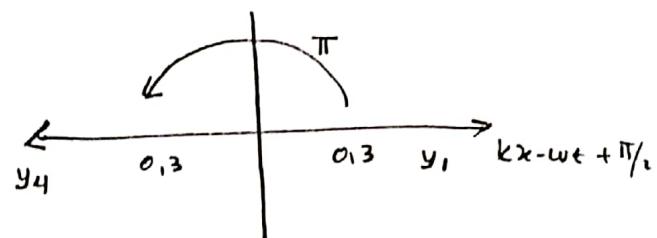
Jadi, fungsi gelombang superposisi adalah :

$$y = A_T \cos(kx - \omega t + \frac{\pi}{2} + \phi)$$

$$= 0.5 \cos(kx - \omega t + \frac{\pi}{2} + 0.7\pi)$$

$$y(x, t) = 0.5 \cos(kx - \omega t + 1.2\pi) \text{ m}$$

- (c) Gambar gelombang dalam diagram faser



Resultan superposisi minimum jika kedua vektor berlawanan arah. ini terjadi jika fasa  $y_4$  dan fasa  $y_1$  berbeda sebesar  $\pi$ . Jadi :

$$y_4 = 0.3 \cos(kx - \omega t + \frac{\pi}{2} + \pi)$$

$$y_4 = 0.3 \cos(kx - \omega t + \frac{3\pi}{2})$$

$$\text{dengan demikian : } \phi = \frac{3\pi}{2}$$

$$(16) \text{ laju mobil} = V_m = 36 \text{ km/jam} = \frac{36000}{3600} = 10 \text{ m/s}$$

- a) Dalam kasus ini, situasinya sumber bunyi diam diamati oleh pengamat yang bergerak mendekat sumber bunyi. Maka frekuensi yang diterima pengamat adalah :

$$f = \frac{V_b + V_m}{V_b} f_0 = \frac{330 + 10}{330} \times 100 = 103 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{10}{103} = 0.097 \text{ m}$$

b) frekuensi yang diterima mobil juga 103 Hz.

Karena mobil berperan sebagai sumber gelombang pemantul dan sedang bergerak menuju pengamat yg diam dengan sumber bunyi awal maka frekuensi yang diterima pengamat ini adalah..

$$f' = \frac{V_b}{V_b - V_m} f = \frac{V_b}{V_b - V_m} \times \left( \frac{V_b + V_m}{V_b} f_0 \right)$$

$$= \frac{V_b + V_m}{V_b - V_m} f_0$$

$$f' = \frac{330 + V_m}{330 - V_m} \times 100$$

$$\frac{120}{100} \times (330 - V_m) = 330 + V_m$$

$$396 - 1,2 V_m = 330 + V_m$$

$$66 = 2,2 V_m$$

$$V_m = 30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/jam}$$

- (17) a) untuk gelombang yang merambat ke arah  $x$  positif :

$$y_1 = A \cos(kx - wt)$$

$$y_2 = A \cos(kx - wt + \theta)$$

Superposisi kedua gelombang :

$$y = y_1 + y_2 = A \cos(kx - wt) + A \cos(kx - wt + \theta)$$

$$y = 2A \cos \left( \frac{(kx - wt + \theta) + (kx - wt)}{2} \right)$$

$$\cos \left( \frac{(kx - wt + \theta) - (kx - wt)}{2} \right)$$

$$= 2A \cos(kx - wt + \theta/2) \cos(\theta/2)$$

$$y = A_R \cos(kx - wt + \theta/2)$$

Dengan  $A_R = 2A \cos(\theta/2)$  adalah amplitudo

gelombang superposisi. Jika  $\theta/2 = \pi/2$

$$\text{maka: } A_R = 2 \times 6 \times \cos(\pi/4) = 8,5 \text{ cm}$$

b) Amplitudo maksimum terjadi, jika :

$$\cos \frac{\theta}{2} = \pm 1, \text{ ini diperoleh jika:}$$

$$\frac{\theta}{2} = 0 \text{ atau } \frac{\theta}{2} = \pi$$

- (18) a) Fungsi umum gelombang yg merambat ke arah  $x$  positif adalah :

$$y = y_m \sin(kx - wt)$$

di berikan di soal fungsi gelombang

$$y = 2 \sin(\pi x - 2\pi t)$$

$$\text{maka: } y_m = 2 \text{ m}$$

$$k = \pi \text{ m}^{-1}$$

$$\omega = 2\pi \text{ rad/s}$$

Cepat rambat gelombang :

$$V = \frac{\omega}{k} = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ m/s}$$

- b) jika gelombang merambat dalam arah berlawanan, maka :  $y = 2 \sin(\pi x + 2\pi t)$

$$c) V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{Tegangan tali} = T = v^2 / \mu = 2^2 / 0,4 = 1,6 \text{ N}$$

- d) Gelombang berdiri merupakan superposisi dua gelombang yang bergerak dalam arah berlawanan :

$$y = 2 \sin(\pi x - 2\pi t) + 2 \sin(\pi x + 2\pi t)$$

Gunakan hubungan trigonometri :

$$\sin A + \sin B = 2 \sin \left( \frac{A+B}{2} \right) \cos \left( \frac{A-B}{2} \right)$$

maka :

$$y = 4 \sin \left( \frac{(\pi x - 2\pi t) + (\pi x + 2\pi t)}{2} \right) \cos \left( \pi x - \frac{2\pi t}{2} - \frac{(\pi x + 2\pi t)}{2} \right)$$

$$y = 4 \sin(\pi x) \cos(-2\pi t)$$

- (19) a) frekuensi gelombang :

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20\pi}{2\pi} = 10 \text{ Hz}$$

- b) Informasi yang di berikan soal, dua titik yang berjarak 0,05 m memiliki beda fase  $\pi/4$ . tetapi dua titik yang berjarak  $\lambda$  memiliki beda fase  $2\pi$ .

(19) Lanjutan

Karena  $\pi/4$  adalah  $\frac{1}{8}$  dari  $2\pi$ , maka hasilnya:

$$0,05 = \frac{1}{8} \lambda$$

$$\lambda = 0,4 \text{ m}$$

laju rambat gelombang:

$$v = f\lambda = 10 (0,4) = 4 \text{ m/s}$$

c) fungsi umum gelombang yg merambat kearah x positif adalah:

$$y = y_m \cos(\omega t - kx + \phi)$$

$$\text{dengan } k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi \text{ m}^{-1}$$

$$\omega = 20\pi \text{ rad s}^{-1}$$

Jadi, fungsi umum gelombang adalah:

$$y = y_m \cos(20\pi t - 5\pi x + \phi)$$

pada  $x=0$ , maka:

$$y = y_m \cos(20\pi t + \phi)$$

Dि�soal di berikan pada  $x=0$ , fungsi gelombang adalah  $y = y_m \cos(20\pi t)$ , maka  $\rightarrow \phi = 0$

Jadi, fungsi gelombang yang dicari:

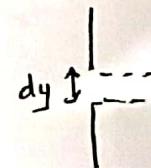
$$y = y_m \cos(20\pi t - 5\pi x) //$$

## Fluida

(20) Tekanan pada kedalaman y adalah:

$$P = \rho gy$$

kita tinjau sebagian kecil (partisi) dari bendungan dengan tebal dy



maka luas partisi bendungan adalah:

$$dA = W dy$$

Gaya yang bekerja pada partisi bendungan:

$$dF = P dA \\ = \rho gy W dy$$

Total gaya yang bekerja pada bendungan:

$$F = \int_0^D \rho gy W dy \\ = \frac{1}{2} \rho g W D^2 \\ = \frac{1}{2} (1000)(9,8) (314) (35)^2$$

$$F = 1,88 \times 10^9 N //$$

b) kita tinjau partisi dy pada bendungan.

Torsi pada titik O adalah:

$$dT = dF (D-y) \\ = \rho g w y (D-y) dy$$

Total torsi dari air:

$$T = \int_0^D \rho g W y (D-y) dy \\ = \rho g W \left( \frac{1}{2} D^3 - \frac{1}{3} D^3 \right)$$

$$T = \frac{1}{6} \rho g W D^3 \\ = \frac{1}{6} (1000) (9,8) (314) (35)^3$$

$$T = 2,20 \times 10^{10} \text{ N.m}$$

$$T = r F$$

maka lungang gaya:

$$r = \frac{T}{F} = \frac{\frac{1}{6} \rho W D^3 g}{\frac{1}{2} \rho g W D^2} = \frac{D}{3} = 11,7 \text{ m} //$$

21) a) Gaya yang bekerja pada permukaan A

$$\begin{aligned} F_A &= P_A A_A \\ &= \rho_{air} g h A_A \\ &= \rho_{air} g (2d) d^2 \\ &= 2 (1000) (9,8) (5)^3 \\ &= 2,5 \times 10^6 N \end{aligned}$$

Dengan kontribusi dari gaya udara luar ( $F_o$ ):

$$\begin{aligned} F_o &= P_0 A_A \\ &= (10^5) (5)^2 = 2,5 \times 10^6 N \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} F_A' &= F_o + F_A = 2,5 \times 10^6 + 2,5 \times 10^6 \\ &= 5 \times 10^6 N \end{aligned}$$

b) Gaya yang bekerja pada permukaan B:

$$\begin{aligned} F_B &= \bar{P}_B A_B \\ &= \rho_{air} g \left(\frac{5d}{2}\right) d^2 \\ &= \frac{5}{2} \rho_{air} g d^3 \\ &= \frac{5}{2} (1000) (9,8) (5)^3 \\ &= 3,1 \times 10^6 N \end{aligned}$$

Dengan melibatkan kontribusi udara luar

$$F_o = (1 \times 10^5) (5)^2 = 2,5 \times 10^6$$

$$\begin{aligned} \text{maka: } F_B' &= F_o + F_B \\ &= (2,5 \times 10^6) + (3,1 \times 10^6) \\ &= 5,6 \times 10^6 N \end{aligned}$$

22) Dari grafik, kita peroleh  $d = 1,5 \text{ cm}$  juga. padahal  $h = 0$  kita ketahui bahwa  $W$  sebenarnya atau  $W$  diudara =  $0,25 \text{ N}$ . sehingga kita dapat peroleh  $F_a$  (gaya angkat):

$$\begin{aligned} F_a &= W_{diudara} - W_{diair} \\ &= 0,25 - 0,10 \\ &= 0,15 \text{ N} \end{aligned}$$

Sedangkan:  $F_a = \rho_{fluida} g \cdot V$ .

maka:

$$0,15 = \rho_{fluida} (1,5 \text{ cm}) (5,67)^2 (9,8)$$

$$0,15 = \rho_{fluida} (8,5 \times 10^{-6}) (9,8)$$

$$\rho_{fluida} = 1800 \text{ kg/m}^3 = 1,8 \text{ g/cm}^3$$

23) Dengan menerapkan hukum pascal pada input dan keluaran.

$$P_{\text{input}} = P_{\text{keluaran}}$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{mg}{A_1} = \frac{k \Delta x}{A_2}$$

$$mg = k \Delta x \left( \frac{A_1}{A_2} \right)$$

$$m = \frac{k \Delta x}{g} \left( \frac{A_1}{A_2} \right)$$

$$= \frac{(3 \times 10^4) (5 \times 10^{-2})}{9,8} \frac{1}{18}$$

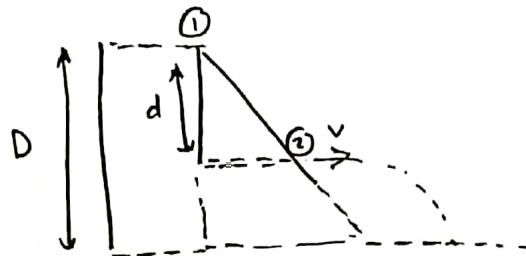
$$m = 8,5 \text{ kg}$$

====

(24) a) Gaya geseknya adalah:

$$\begin{aligned} f &= A \Delta P \\ &= A \rho g d \\ &= \frac{\pi}{4} (0,04)^2 (1000) (9,8) (6) \\ &= 74 \text{ N.} \end{aligned}$$

(b)



Dengan menggunakan hukum bernoulli di titik 1 dan titik 2.

$$\text{maka: } P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_0 + \rho g (D) = P_0 + \frac{1}{2} \rho V^2 + \rho g (D-d)$$

$$V = \sqrt{2gd}$$

Dengan konsistuitas :

$$Q = A \cdot V$$

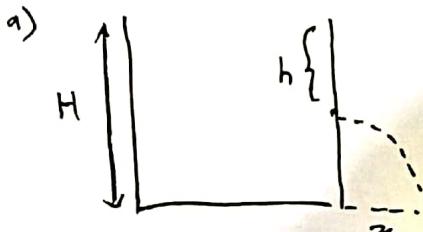
$$\frac{\text{Volume}}{t} = A \cdot V$$

$$\text{Volume} = A \cdot V \cdot t$$

$$= \frac{\pi}{4} (0,04)^2 \sqrt{2(9,8)(6)} \times 3(3600)$$

$$= 1,5 \times 10^2 \text{ m}^3$$

(25)



Sama prinsipnya dengan no. 24 b,

$$\text{kita peroleh : } V_{\text{keluar}} = \sqrt{2gh}$$

waktu dari ketinggian h menuju x :

$$y = y_0 + V_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = (H-h) - \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}}$$

maka :

$$x = V t$$

$$= \sqrt{2gh} \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}}$$

$$x = 2 \sqrt{h(H-h)} \dots \dots (1)$$

$$x = 2 \sqrt{12(20-12)} = 37 \text{ cm.}$$

(b) Dari persamaan (1), kita peroleh :

$$x^2 = (2 \sqrt{h(H-h)})^2$$

$$x^2 = 4h(H-h)$$

$$h^2 - Hh + \frac{x^2}{4} = 0$$

$$\text{maka solusinya : } h = \frac{H \pm \sqrt{H^2-x^2}}{2}$$

Kedua akar memungkinkan selama  $x \leq H$ , jika akar yang besar adalah  $h_1$  (positif), dan yang kecil adalah  $h_2$  (negatif).

maka :

$$h_1 + h_2 = \frac{H + \sqrt{H^2-x^2}}{2} + \frac{H - \sqrt{H^2-x^2}}{2}$$

$$= H$$

sehingga salah satu akar berhubungan dengan akar yang lainnya (misal diberi  $h'$  dulu)

$$\text{dengan } h' = H - h$$

$$= 40 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 28 \text{ cm} //$$

c)  $\mathcal{F}_{\text{max}}$  kita peroleh dari :

$$f = 2c^2 = \gamma h (H-h)$$

$$\frac{df}{dh} = \frac{d}{dh} (\gamma h (H-h))$$

$$0 = 4H - 8h$$

$$h = \frac{H}{2}$$

$$= \frac{10 \text{ cm}}{2}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

(26) Gaya angkat pada air ( $F_a$ ) =

= Berat di udara - berat di air

$$F_a = W_{\text{diudara}} - W_{\text{diair}}$$

$$= 30 - 20$$

$$= 10 \text{ N}$$

$$\text{Sebaliknya } F_a = \rho_{\text{air}} V_{\text{tercelup}} g$$

maka :

$$10 = 1000 V (9,8)$$

$$V = 1,02 \times 10^{-3} \text{ m}^3 //$$

Ketika objek dimasukkan kedalam fluida,

$$F_a = 30 - 24 = 6 \text{ N}$$

maka :

$$\rho_f = \frac{F_a}{gV}$$

$$= \frac{6 \text{ N}}{(9,8)(1,02 \times 10^{-3})}$$

$$= 6,02 \times 10^2 \text{ kg/m}^3 //$$

(27) Berikan penjelasan konsistensi :

$$\Delta V = aV$$

Berdasarkan prinsip bernoulli pada titik 1 dan 2, diperoleh :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2 \quad h_1 < h_2$$

$$\frac{1}{2} \rho V_1^2 - \frac{1}{2} \rho V_2^2 = P_2 - P_1$$

$$\frac{1}{2} \rho V^2 = AP + \frac{1}{2} \rho V^2$$

$$\frac{1}{2} \rho V^2 = AP + \frac{1}{2} \rho \left(\frac{A}{a}\right)^2 V^2$$

$$\cancel{\frac{1}{2} \rho V^2}$$

$$\frac{1}{2} \rho V^2 \left(1 - \frac{A^2}{a^2}\right) = AP$$

$$V = \sqrt{\frac{2a^2 \Delta P}{\rho(a^2 - A^2)}} //$$

### Teori kinetik Gas

(28) a) pada titik a :

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{2500 (1)}{(0,31)(200)} = 1,5 \text{ mol}$$

b)  $n_a = n_b \rightarrow$  tetap, kita bagi pers di titik a dan b.

$$\frac{P_b V_b}{P_a V_a} = \frac{n_b R T_b}{n_a R T_a}$$

$$\frac{P_b V_b}{P_a V_a} = \frac{T_b}{T_a}$$

$$T_b = \frac{(1,5)(3)}{(1,5)(1)} \cdot 200$$

$$T_b = 1,8 \times 10^3 \text{ K}$$



(28) c) Sama halnya dengan no. b

$$\frac{P_c V_c}{P_a V_a} = \frac{n_c R T_c}{n_a R T_a}$$

$$\frac{P_c V_c}{P_a V_a} = \frac{T_c}{T_a}$$

$$T_c = \frac{(2,5)(3)}{(2,5)(1)} \cdot 200$$

$$T_c = 6 \times 10^2 \text{ K}$$

d)  $Q = \Delta U + W$  (selama lsiklus  $\Delta U = 0$ )

maka :

$$Q = W_{\text{tot}}$$

= luas setiap siklus (segitiga)

$$= \frac{1}{2}(2)(5 \times 10^3)$$

$$Q = 5 \times 10^3 \text{ J}$$

(29) ketika kran masih tertutup,

Jumlah mol di peti A :  $n_A = \frac{P_A V_A}{R T_A}$

Jumlah mol di peti B :  $n_B = \frac{P_B V_B}{R T_B}$

Jumlah kedua mol total dalam peti :

$$n = n_A + n_B$$

$$= \frac{V_A}{R} \left( \frac{P_A}{T_A} + \frac{4 P_B}{T_B} \right) = \text{konstan}$$

① Setelah kran dibuka, tekanan di A :

$$P_A' = \frac{n_A' R T_A}{V_A} \text{ akan sama dengan}$$

tekanan di B :  $P_B' = \frac{n_B' R T_B}{V_B}$

$$= \frac{n_B' R T_B}{4 V_A}$$

maka :  $P_A' = P_B'$

$$\frac{n_A' R T_A}{V_A} = \frac{n_B' R T_B}{4 V_A}$$

$$n_B' = \left( \frac{4 T_A}{T_B} \right) n_A'$$

kita ketahui bahwa setelah kran dibuka :

$$n = n_A' + n_B'$$

$$= n_A' \left( 1 + \frac{4 T_A}{T_B} \right)$$

Jumlah mol sebelum kran dan setelah kran dibuka adalah sama, sehingga :

$$n = n'$$

$$\frac{V_A}{R} \left( \frac{P_A}{T_A} + \frac{4 P_B}{T_B} \right) = n_A' \left( 1 + \frac{4 T_A}{T_B} \right)$$

$$n_A' = \frac{V_A}{R} \left[ \frac{\frac{P_A}{T_A} + \frac{4 P_B}{T_B}}{1 + 4 T_A/T_B} \right].$$

Dari rumus gas ideal :

$$P' = \frac{n_A' R T_A}{V_A} = \frac{P_A + 4 P_B T_A / T_B}{1 + 4 T_A / T_B}$$

$$P' = 2 \times 10^5 \text{ Pa} //$$

(30) a) berdasarkan hukum termodinamika I :

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = Q - W$$

$$= Q - P \Delta V$$

$$= 20,9 - (1,01 \times 10^5) (100 \text{ cm}^3 - 50 \text{ cm}^3) \times 10^{-6}$$

$$= 15,9 \text{ J}$$

b) kapasitas kalor molar pada tekanan tetap:

$$C_P = \frac{Q}{n \Delta T} = \frac{Q}{n \left( \frac{P \Delta V}{R} \right)} = \frac{R Q}{P \Delta V}$$

$$= \frac{8,31 (20,9)}{1,01 \times 10^5 (50 \times 10^{-6})}$$

$$C_P = 39,4 \text{ J/mol.K}$$

$$\textcircled{c} \quad C_V = C_P - R \\ = 26,1 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

## Termodynamika

$$\textcircled{31} \quad \Delta U_{\text{siklus}} = 0$$

$$\Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} + \Delta U_{DE} + \Delta U_{EA} = 0$$

Kita ketahui :  $\Delta U_{AB} = \Delta U_{DE} = 0 \rightarrow$  Isotermal  
 $\downarrow$   
 $\Delta T = 0$

$$\Delta U_{EA} = 8 \text{ J}, \text{ sehingga :}$$

$$\Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} + 8 \text{ J} = 0$$

Pada proses BC, terjadi adiabatis, maka :

$$\Delta U_{BC} = -W, \text{ maka :}$$

$$-5 \text{ J} + \Delta U_{CD} + 8 \text{ J} = 0$$

$$\text{Jadi, } \Delta U_{CD} = -3 \text{ J} //$$

$\textcircled{32}$  a) kerja yang dilakukan selama satu siklus adalah :

$$W = \text{luas tertutup siklus PV}$$

$$= (V - V_0)(P - P_0)$$

$$= (2V_0 - V_0)(2P_0 - P_0)$$

$$= V_0 P_0$$

$$= 0,0255 \times 1,01 \times 10^5$$

$$= 2,27 \text{ kJ}$$

$$\textcircled{b} \quad \begin{aligned} & \text{Energi yang ditambahkan selama proses abc :} \\ Q_{abc} &= Q_{ab} + Q_{bc} \\ &= nC_V(T_b - T_a) + nC_p(T_c - T_b) \\ &= n\left(\frac{3}{2}R\right)T_a\left(\frac{T_b}{T_a} - 1\right) + n\left(\frac{5}{2}R\right)T_a\left(\frac{T_c}{T_a} - \frac{T_b}{T_a}\right) \\ &= nRT_a\left[\frac{3}{2}\left(\frac{T_b}{T_a} - 1\right) + \frac{5}{2}\left(\frac{T_c}{T_a} - \frac{T_b}{T_a}\right)\right] \\ &= P_0V_0\left(\frac{3}{2}(2-1) + \frac{5}{2}(4-2)\right) \\ &= \frac{13}{2}P_0V_0 \\ Q_{abc} &= \frac{13}{2} \text{ W} \\ &= \frac{13}{2}(2,27 \text{ kJ}) \\ &= 14,8 \text{ kJ} // \end{aligned}$$

$$\textcircled{c} \quad \text{efisiensi : } \varepsilon = \frac{W}{|Q_{in}|}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{W}{\frac{13}{2}W} \\ &= \frac{2}{13} \times 100\% \\ &= 15,4 \% // \end{aligned}$$

$\textcircled{d}$  mesin Carnot bekerja pada suhu tinggi ( $T_c$ ) dan suhu rendah ( $T_a$ ) :

$$\begin{aligned} \text{maka : } \varepsilon &= 1 - \frac{T_a}{T_c} \\ &= 1 - \frac{1}{4} \\ &= 0,75 = 75\% \end{aligned}$$

Jadi lebih besar dari pada no.c //

(33) a) Proses  $D \rightarrow A$  merupakan adiabatis,  
maka berlaku:

$$P_D V_D^\gamma = P_A V_A^\gamma$$

$$\frac{P_D}{32} (8V_0)^\gamma = P_D V_0^\gamma$$

$$8^\gamma = 32$$

$$\gamma = 5/3$$

$\gamma = 5/3 \rightarrow$  menunjukkan gas monoatomik

(penjelasan bisa di lihat tabel 1g-3 di buku  
haliday edisi-9 hal. 524)

b) Kalor ditambahkan (masuk) melalui proses  $A \rightarrow B$

$$Q_{in} = n C_p \Delta T$$

$$= n \left( \frac{5}{2} R \right) T_B \left( \frac{T_B}{T_A} - 1 \right)$$

$$= n R T_A \left( \frac{5}{2} \right) (2-1)$$

$$= P_0 V_0 \left( \frac{5}{2} \right)$$

c) kalor keluar pada proses  $C \rightarrow D$

$$Q_{out} = n C_p \Delta T$$

$$= n \left( \frac{5}{2} R \right) T_D \left( 1 - \frac{T_D}{T_B} \right)$$

$$= n R T_D \left( \frac{5}{2} \right) (1-2)$$

$$= -\frac{1}{4} P_0 V_0 \left( \frac{5}{2} \right)$$

Diketahui,  $T_D = \frac{1}{9} T_A$

$$\text{maka: Efisiensi : } E = 1 - \left| \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \right|$$

$$= 1 - \frac{1}{9} = 0.75 = 75\%$$

(34) a)  $\Delta U$  satu siklus = 0

$$\Delta U_{iaf} - \Delta U_{ibf} = 0$$

$$\Delta U_{iaf} = \Delta U_{ibf}$$

berdasarkan hukum termomechanika  
pertama iaf :

$$\Delta U = Q - W$$

$$= 50 \text{ cal} - 20 \text{ cal}$$

$$= 30 \text{ cal}$$

- sepanjang lintasan ibf

$$W = Q - \Delta U$$

$$= 36 \text{ cal} - 30 \text{ cal}$$

$$= 6 \text{ cal}$$

$$(b) \Delta U_{iaf} = \Delta U_{if}$$

$$= -\Delta U_{fi}$$

$$= -30 \text{ cal}$$

maka: Pada lintasan fi :

$$Q = \Delta U + W$$

$$= -30 \text{ cal} - 13 \text{ cal}$$

$$= -43 \text{ cal}$$

$$(c) \Delta U_{fi} = U_f - U_i$$

$$U_f = \Delta U_{fi} + U_i$$

$$= 30 \text{ cal} + 10 \text{ cal}$$

$$= 40 \text{ cal}$$

(d) Usaha pada lintasan  $b-f = 0$  (IsoVolume)

$$\begin{aligned} \text{maka: } Q_{bf} &= \Delta U_{bf} \\ &= U_f - U_b \\ &= 40 \text{ cal} - 22 \text{ cal} \end{aligned}$$

$$Q_{bf} = 18 \text{ cal}$$

~~Q~~ ~~Pada~~

(e) Pada lintasan  $i-b-f$  (diketahui di soal),

$$Q = 36 \text{ cal},$$

maka :

$$Q = Q_{ib} + Q_{bf}$$

$$Q_{ib} = Q - Q_{bf}$$

$$= 36 \text{ cal} - 18 \text{ cal}$$

$$= 18 \text{ cal}$$

//

(35) a) Proses  $1 \rightarrow 2$ , merupakan proses

$$\text{IsoVolume}, V_1 = V_2 = \frac{nRT_1}{P_1}$$

$$\text{Pada titik 2, } P_2 = 3P_1,$$

$$\text{maka : } T_2 = \frac{P_2V_2}{nR} = \frac{3P_1V_1}{nR} = 3T_1$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 3$$

b) Proses  $2 \rightarrow 3$ , adiabatik

maka berlaku :

$$T_2 V_2^{\gamma-1} = T_3 V_3^{\gamma-1}, V_3 = 4V_1$$

$$V_2 = V_1$$

$$\gamma = 1,3$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{T_3}{T_2/3}$$

$$= 3 \left( \frac{V_2}{V_3} \right)^{\gamma-1}$$

$$= 3 \left( \frac{1}{4} \right)^{0,3} = 1,98 //$$

(c) Proses  $4 \rightarrow 1$ , adiabatik :

$$\begin{aligned} T_4 V_4^{\gamma-1} &= T_1 V_1^{\gamma-1}, V_4 = 4V_1 \\ \frac{T_4}{T_1} &= \left( \frac{V_1}{V_4} \right)^{\gamma-1} \\ &= \left( \frac{1}{4} \right)^{0,3} \\ &= 0,660 // \end{aligned}$$

(d) Proses  $2 \rightarrow 3$ , adiabatik, maka :

$$P_2 V_2^{\gamma} = P_3 V_3^{\gamma}$$

$$P_3 = \left( \frac{V_2}{V_3} \right)^{\gamma} P_2$$

$$P_3 = \left( \frac{V_1}{4V_1} \right)^{\gamma} 3P_1$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \cancel{P_3} \frac{3}{4^{1/3}}$$

$$= 0,495 //$$

(e) Proses  $4 \rightarrow 1$ , adiabatik :

$$P_4 V_4^{\gamma} = P_1 V_1^{\gamma}$$

$$\frac{P_4}{P_1} = \left( \frac{V_1}{V_4} \right)^{\gamma} = \frac{1}{(4)^{1/3}} = 0,165$$

Efisiensi satu siklus :

$$\epsilon = \frac{W}{Q_{12}}$$

$W \rightarrow$  total usaha yang dilakukan gas selama 1 siklus

$Q_{12} \rightarrow$  Kalor yang ditambahkan selama proses

$$\text{Usaha total} = W_{\text{tot}} = W_{23} + W_{41}$$

$W_{12}$  dan  $W_{34} = 0 \rightarrow$  proses IsoVolume

$$\begin{aligned} \text{maka: } W_{23} &= \int P dV \\ &= \int \frac{P_2 V_2}{V^{\gamma}} dV \end{aligned}$$

(35) lanjutkan

$$W_{23} = P_2 V_2^\gamma \int_{V_2}^{V_3} V^{-\gamma} dV$$

$$= \left( \frac{P_2 V_2}{\gamma-1} \right) \left( V_2^{1-\gamma} - V_3^{1-\gamma} \right)$$

dengan  $V_2 = V_1$ ,  $V_3 = 4V_1$ , dan  $P_2 = 3P_1$

$$\text{maka: } W_{23} = \left( \frac{3P_1 V_1}{\gamma-1} \right) \left( 1 - \frac{1}{4^{\gamma-1}} \right)$$

$$= \left( \frac{3nRT_1}{\gamma-1} \right) \left( 1 - \frac{1}{q^{\gamma-1}} \right)$$

dgn cara yg sama  $\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} W_{41} = \left( \frac{P_1 V_1}{\gamma-1} \right) \left[ V_4^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma} \right]$

$$= - \left( \frac{P_1 V_1}{\gamma-1} \right) \left[ 1 - \frac{1}{q^{\gamma-1}} \right]$$

$$= - \left( \frac{nRT_1}{\gamma-1} \right) \left( 1 - \frac{1}{q^{\gamma-1}} \right)$$

$$W_{\text{tot}} = W_{23} + W_{41}$$

$$= \left( \frac{2nRT_1}{\gamma-1} \right) \left[ 1 - \frac{1}{q^{\gamma-1}} \right]$$

$$Q_{12} = n C_V (T_2 - T_1)$$

$$= n C_V (3T_1 - T_1)$$

$$Q_{12} = 2n C_V T_1$$

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \left( \frac{C_V + R}{C_V} \right) = 1 + \frac{R}{C_V}$$

$$\text{atau } C_V = \frac{R}{\gamma-1}$$

$$\text{maka: } Q_{12} = \frac{2nRT_1}{\gamma-1}$$

sehingga efisiensi :

$$\begin{aligned} E &= \frac{W_{\text{tot}}}{Q_{12}} \\ &= \frac{2nRT_1}{\gamma-1} \left[ 1 - \frac{1}{q^{\gamma-1}} \right] \frac{\gamma-1}{2nRT_1} \\ &= 1 - \frac{1}{q^{\gamma-1}} \\ &= 0,39 \text{ atau } 39\% \end{aligned}$$

(36) Dari gambar kita peroleh :

$$Q_H = 4000 \text{ J}, \text{ pada } T_H = 325 \text{ K}$$

$$\text{efisiensi: } E = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

$T_H = \text{suhu tinggi}$   
 $T_L = \text{suhu rendah}$

$$W = 923 \text{ J}$$

untuk  $T'_H = 550 \text{ K}$ , maka:

$$\frac{W}{Q'_H} = 1 - \frac{T_L}{T'_H}$$

$$Q'_H = 1692$$

$$\approx 1,7 \text{ kJ}$$

Good luck UTS 2 nya!

Pasti bisa!! Semangat!

by : Wawan Kurniawan 