

A. PERTANYAAN

① Gaya apung benda di dalam air,  $F_A = \rho_{\text{air}} V_{\text{benda tercelup}} g$

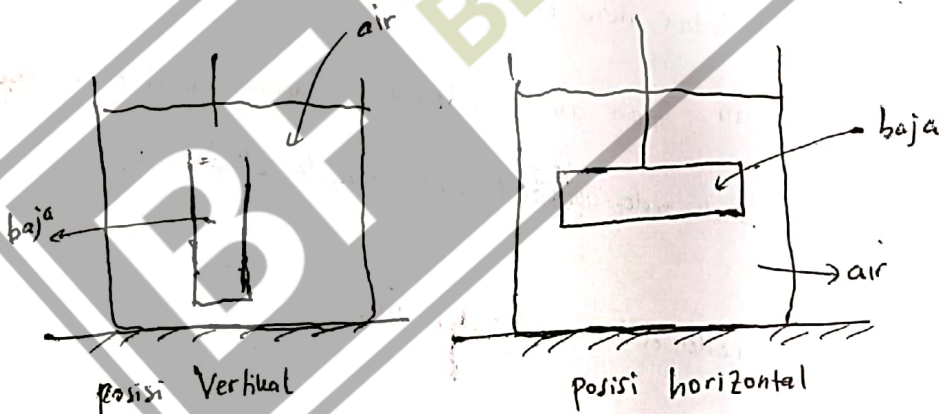
dengan  $\rho, V$  yang berturut-turut adalah rapat massa, Volume dan percepatan gravitasi bumi.

Karena kedua logam mempunyai bentuk dan ukuran yang sama, Volume kedua benda yang tercelup air (tenggelam) akan sama pula.

Jadi, gaya apung keduanya didalam air akan sama besar.

② Gaya apung benda didalam air,

$$F_A = \rho_{\text{air}} V_{\text{benda tercelup}} g$$



Volume benda tercelup (batang) saat horizontal dan Vertikal adalah sama.

Sehingga gaya apung keduanya adalah sama.

- ③ karena air jatuh, kelajuan Vortikalnya lebih besar ketika jauh dari mulut keran dari pada dekat keran akibat percepatan gravitasi. karena air pada dasarnya tidak dapat dimampatkan (incompressible / saat mengalir massa jenisnya akan tetap dan kecepatannya akan berubah sesuai dengan luas penampang)

maka persamaan kontinuitas berlaku

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \text{ yakni}$$

fluida yang lebih cepat memiliki luas penampang lintang air lebih kecil

Jadi, pergerakan air lebih cepat memiliki aliran / kecuran semakin kecil semakin ke bawah.

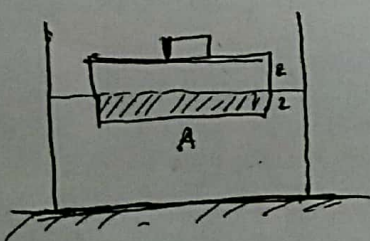
- ④ kita anggap kedua campuran besi dan balok kayu adalah mengapung. Keduanya memindahkan berat air jadi pemindahannya sama dengan Volume air.

Ketinggian air didalam wadah tidak akan berubah ketika objek dibalik.

Sekarang, besi berada di bawah air dan air mendesak / menekan besi oleh sebuah gaya apung yang sebelumnya tidak ada (saat besi berada diatas).

Sehingga, balok akan sedikit berada dibawah garis air.

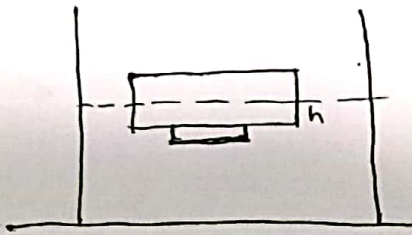
ilustrasi



Volume air yang di pindahkan adalah  
 $V = 2A$

keadaan (1)

4 keadaan 2



pada keadaan ini

Volume air yang dipindahkan =  $V_{\text{tergelup benda}}$

$$2A = Ah + V_{\text{besi}}$$

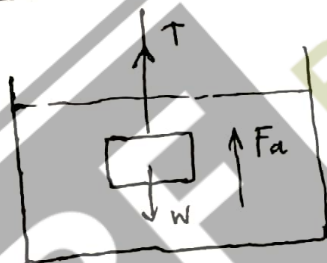
$$Ah = 2A - V_b$$

$$h = 2 - \frac{V_{\text{besi}}}{A}$$

$$h < 2$$

Sehingga bagian balok kayu yang tenggelam di air akan berkurang,  
Hal ini akan terlihat keduanya mengapung lebih tinggi

5 keadaan 1



$$\sum F_y = 0$$

$$T - W + F_a = 0$$

$$T = W - F_a$$

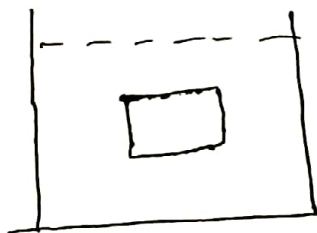
$$T = 3(9,8) - 2(9,8)$$

$$T = 9,8 \text{ N}$$

Jadi, jawabannya:

benda akan bergerak ke bawah

keadaan 2



$$\sum F_y = 0$$

$$W - F_a = 0$$

$$F_a = W$$

$$= mg$$

$$F_a = 3(9,8)$$

Karena tidak ada T,  $T = 0$

maka benda akan bergerak turun,

Sampai keadaan setimbang.



## B. SoAL

① -) Berat Cairan pertama :

$$W_1 = m_1 g = \rho_1 V_1 g = (2,6 \frac{g}{cm^3}) \times (0,150 L) (1000 \frac{cm^3}{L}) \times (980 \frac{cm}{s^2})$$

$$W_1 = 12,7 N$$

-) Berat Cairan kedua :

$$W_2 = m_2 g = \rho_2 V_2 g = (19 \frac{g}{cm^3}) (0,25 L) (1000 \frac{cm^3}{L}) (980 \frac{cm}{s^2}) = 2,5 N$$

-) Berat Cairan ketiga :

$$W_3 = m_3 g = \rho_3 V_3 g = (0,80 \frac{g}{cm^3}) (0,40 L) (1000 \frac{cm^3}{L}) (980 \frac{cm}{s^2}) = 3,1 N$$

Total gaya kebawah :

$$F = W_1 + W_2 + W_3$$

$$F = 12,7 + 2,5 + 3,1 = 18,3 N$$

$$F \approx 18 N$$

② Prinsip soal ini berkaitan dengan hukum Pascal, yang menyatakan bahwa jika tekanan eksternal diberikan pada suatu fluida yang berada didalam wadah, tekanan di setiap titik didalam fluida itu akan bertambah sebesar jumlah (tekanan eksternal) tersebut. oleh karena itu, tekanan pada tabung sebelah kiri = tekanan pada tabung sebelah kanan.

• Tekanan tabung sebelah kiri :

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow F = PA$$

$$F = \rho g h A$$

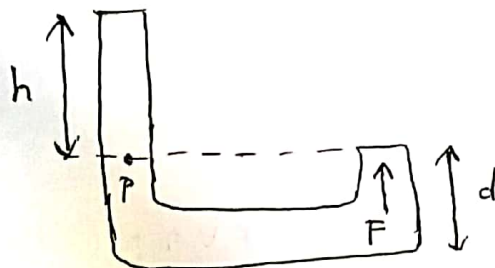
②

$$F = \rho g h A$$

$$h = \frac{F}{\rho g A}$$

$$h = \frac{9,8 \text{ N}}{998 \text{ kg/m}^3 (9,8 \text{ m/s}^2) (0,0005 \text{ m}^2)}$$

$$h = 2 \text{ m}$$



Tekanan pada P =  $\rho g h$

Sehingga tinggi air maksimum adalah:

$$d+h = 0,8+2$$

$$h' = 2,8 \text{ m}$$

③

Dari grafik kita ketahui bahwa  $d = 1,5 \text{ cm}$ ,

juga titik  $h=0$  membuat jelas, bahwa berat sebenarnya adalah  $0,25 \text{ N}$ .

Sehingga,  $W_{\text{semu}} = W_{\text{sebenarnya}} - F_{\text{apung}} \rightarrow F_a = W_{\text{sebenarnya}} - W_{\text{semu}}$

$$F_{\text{apung}} = 0,25 \text{ N} - 0,10 \text{ N}$$

$$F_a = 0,15 \text{ N}$$

$$F_a = \rho_{\text{fluida}} V_{\text{tercelup}} g \quad \text{dengan} \quad V_{\text{tercelup}} = (1,5 \text{ cm})(5,67 \text{ cm}^2)$$

$$V = 8,5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Sehingga :  $0,15 = \rho_f (8,5 \times 10^{-6}) (9,8)$

$$\rho_f = \frac{0,15}{8,5 \times 10^{-6} (9,8)} = 1800 \text{ kg/m}^3 = 1,8 \text{ g/cm}^3$$

- ④ a) Sebuah objek memiliki densitas / massa jenis yang sama ketika berada di sekitar fluida (dalam kasus "objek diletakkan menjadi fluida itu sendiri"), tidak memiliki percepatan ke atas atau ke bawah (tidak ada penambahan energi kinetik)

Jadi, titik dimana  $k=0$  dalam grafik berhubungan dengan kondisi massa jenis objek sama dengan  $\rho_{\text{fluida}}$ .

$$\text{jadi } \rho_{\text{bola}} = 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \boxed{1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

- b) Tinjau saat  $\rho_{\text{fluida}} = 0$  yakni titik dimana  $k = 1,6 \text{ J}$ .  
↓  
diperoleh

Dalam kasus ini, bola jatuh melalui Vakum yang sempurna, yakni ;

$$V^2 = V_0^2 + 2gh$$

$$V^2 = 2gh$$

$$k = \frac{1}{2}mv^2 = 1,6 \text{ J}$$

$$\frac{1}{2}m(2gh) = 1,6$$

$$m(9,8)(4 \cdot 10^{-2}) = 1,6$$

$$m = 4,082 \text{ kg}$$

$$\text{kemudian, } \rho = \frac{m}{V} \rightarrow V_{\text{bola}} = \frac{m_{\text{bola}}}{\rho_{\text{bola}}} = \frac{4,082 \text{ kg}}{1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\boxed{V_{\text{bola}} = 2,72 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$$

5) Pada Persoalan ini, kita menggunakan persamaan kontinuitas

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

a) pada awalnya, laju aliran adalah  $V_i = 1,5 \text{ m/s}$ ,

dan luas penampang melintang  $A_i = HD$ .

Pada titik a, seperti yang dilihat pada gambar,

luas penampang melintang nya,

$$A_a = (H-h)D - (b-h)d$$

Jadi, dengan persamaan kontinuitas, laju pada titik a adalah:

$$V_a = \frac{A_i V_i}{A_a} = \frac{HD V_i}{(H-h)D - (b-h)d}$$

$$V_a = \frac{(14\text{m})(55\text{m})(1,5 \text{ m/s})}{(14\text{m} - 0,80\text{m})(55\text{m}) - (12\text{m} - 0,80\text{m})(30\text{m})}$$

$$V_a = 2,96 \text{ m/s}$$

b) Dengan Cara yang sama (a),

luas penampang melintang  $A_b = HD - bd$ ,

laju pada titik b adalah:

$$V_b = \frac{A_i V_i}{A_b} = \frac{HD V_i}{HD - bd} = \frac{(14\text{m})(55\text{m})(1,5 \text{ m/s})}{(14\text{m})(55\text{m}) - (12\text{m})(30\text{m})}$$

$$V_b = 2,8 \text{ m/s}$$



⑥ a) kita gunakan persamaan kontinuitas.

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$A_1$  = luas pipa atas

$A_2$  = luas pipa bawah, dan  $V_2$  laju air di 2

$$V_2 = \left( \frac{A_1}{A_2} \right) V_1$$

$$= \left[ (4 \text{ cm}^2) / (8 \text{ cm}^2) \right] (5 \text{ m/s}) = 2,5 \text{ m/s}$$

b) kita gunakan persamaan bernoulli :

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

$\rho$  = densitas air

$h_1$  = ketinggian awal

$h_2$  = ketinggian akhir

Sehingga :

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_2^2) + \rho g (h_1 - h_2)$$

$$= 1,5 \times 10^5 \text{ Pa} + \frac{1}{2} (1000 \text{ kg/m}^3) \left[ (5 \text{ m/s})^2 - (2,5 \text{ m/s})^2 \right] + 1000 (9,8) (10)$$

$$P_2 = 2,6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

⑦ a) Volume air yang keluar selama 10 menit adalah :

$$\text{Debit} = A_1 V_1$$

$$\frac{\text{Volume}}{t} = AV$$



7 a)  $\text{Volume} = (Vt)A$

$$\text{Volume} = (15 \text{ m/s})(10 \text{ menit}) \left( \frac{60 \text{ s}}{\text{menit}} \right) \left( \frac{\pi}{4} \right) (0,03 \text{ m})^2 = 6,4 \text{ m}^3$$

b) Laju bagian kiri pipa

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$V_2 = V_1 \left( \frac{A_1}{A_2} \right) = V_1 \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

$$V_2 = (15 \text{ m/s}) \left( \frac{3 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} \right)^2 = 5,4 \text{ m/s}$$

c) karena kita ketahui, persamaan bernoulli konstan, (konservasi energi)

$$P + \frac{1}{2} \rho V^2 + \rho gh = \text{konstan}$$

maka :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho gh_2$$

$$h_1 = h_2, P_1 = P_0, P_0 = \text{tekanan atmosfer}$$

Sehingga kita peroleh :

$$P_2 = P_0 + \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_2^2)$$

$$= 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} + \frac{1}{2} (10^3 \text{ kg/m}^3) \left[ (15 \text{ m/s})^2 - (5,4 \text{ m/s})^2 \right]$$

$$P_2 = 1,99 \times 10^5 \text{ Pa}$$

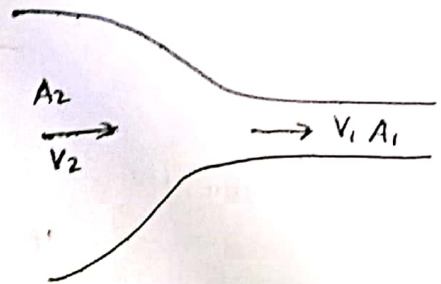
$$P_2 = 1,99 \text{ atm}$$

⑧ a) Persamaan bernoulli dalam pipa adalah :

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

dimana, maka :

$$h_1 = h_2, \quad p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2$$



pada grafik, diinginkan

$$P_1 - P_2$$

maka :

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Persamaan kontinuitas :

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{A_2}{A_1} V_2$$

Sehingga :

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho \left( \frac{A_2^2}{A_1^2} V_2^2 \right) - \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{A_1^2} \left( \frac{1}{2} \rho A_2^2 V_2^2 - \frac{1}{2} \rho V_2^2 \right)$$

Sumbu y  
 $\Delta P$

Sumbu x  
A<sub>1</sub><sup>-2</sup>

kita lihat grafik, saat tekanannya sama atau  $\Delta P = 0$ , ini tercapai di sumbu  $x$   
(area) kedua pipa sama.

Kita lihat grafik, saat ini luas (area) kedua pipa sama.

bukti :  $P_2 - P_1 = \underbrace{\frac{1}{2} \rho V_2^2}_{\text{konstanta}} \left( \frac{A_2^2}{A_1^2} - 1 \right)$   
 $\downarrow$   $\downarrow$   
 $0$   $0$

(8)

maka  $\frac{A_2^2}{A_1^2} - 1 = 0$

$$A_2^2 = A_1^2 \rightarrow A_2 = A_1$$

Oleh karena itu,

$$16 = \frac{1}{\sqrt{A_1}}$$

$$A_1 = \frac{1}{\sqrt{16}} = 0,25 \text{ m}^2$$

karena  $A_2 = A_1 = 0,25 \text{ m}^2$

b) Debit air adalah  $A_2 V_2$ ,  $V_2$  akan kita cari terlebih dahulu,

kita lihat persamaan garis dari grafik (lihat bagian a),

$$\Delta P = \frac{1}{A_1^2} \left( \frac{1}{2} \rho A_2^2 V_2^2 \right) - \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

bentuk ini dapat kita samakan dengan :

$$y = mx + b$$

$$m = \text{kemiringan} = \frac{1}{2} \rho A_2^2 V_2^2$$

$$x = \frac{1}{A_1^2}$$

dan  $y = \Delta P$

Saat  $x=0$  maka  $y=b$ ,

kita lihat grafik,  $\frac{1}{A_1^2} = 0$  maka  $\Delta P = -\frac{1}{2} \rho V_2^2$

$$-300 \text{ kN/m}^2 = -\frac{1}{2} (1000) V_2^2$$

$$V_2 = \sqrt{600} \text{ m/s}$$



8) b) sehingga :

$$\text{Debit air} : A_2 V_2$$

$$= (0,25 \text{ m}^2) (\sqrt{600} \text{ m/s})$$

$$\boxed{\text{Debit air} = 6,12 \text{ m}^3/\text{s}}$$

9) Kita misalkan titik D berada di permukaan air dalam wadah.

a) Terapkan persamaan Bernoulli di titik D dan C

maka,

$$P + \frac{1}{2} \rho V_D^2 + \rho g h_D = P_C + \frac{1}{2} \rho V_C^2 + \rho g h_C$$

$$V_C = \sqrt{\frac{2(P_D - P_C)}{\rho} + 2g(h_D - h_C) + V_D^2}$$

$$V_C \approx \sqrt{2g(d + h_2)}$$

$$\text{Karena } P_D = P_C = P_0 \text{ dan } \frac{V_D}{V_C} \approx 0 \rightarrow A_C V_C = A_D V_D$$

$$\frac{V_D}{V_C} = \frac{A_C}{A_D} \approx 0 \rightarrow V_D = 0$$

$$A_D \gg A_C$$

Sehingga:

$$V_C = \sqrt{2(9,8)(0,4 + 0,12)}$$

$$\boxed{V_C = 3,2 \text{ m/s}}$$

9) b) kita tinjau titik B dan C

$$P_B + \frac{1}{2} \rho V_B^2 + \rho g h_B = P_C + \frac{1}{2} \rho V_C^2 + \rho g h_C$$

dengan  $V_B = V_C$  dan  $P_C = P_0$  maka:

$$P_B = P_C + \rho g (h_C - h_B)$$

$$P_B = P_0 - \rho g (h_1 + h_2 + d)$$

$$P_B = 1 \times 10^5 - (1000)(9,8)(0,25 + 0,40 + 0,12)$$

$$P_B = 9,2 \times 10^4 \text{ Pa}$$

c) karena  $P_B \geq 0$ , maka

$$P_B \geq 0$$

$$P_0 - \rho g (h_1 + h_2 + d) \geq 0$$

$$\text{atau } -\rho g (h_1 + d + h_2) \geq -P_0$$

$$h_1 + d + h_2 \leq \frac{P_0}{\rho g}$$

$$h_1 < h_{1, \max} \leq \frac{P_0}{\rho g} - d - h_2$$

$$h_1 \leq \frac{P_0}{\rho g} = 10,3 \text{ m}$$

10

Tanpa tenggelam dalam air, maka :

$$\Sigma F_y = 0$$

$$W_{\text{total}} - F_{\text{apung}} = 0$$

$$W_{\text{total}} = F_{\text{apung}}$$

$$(m_k + m_t)g = \rho_{\text{air}} V_{\text{tergelup}} g$$

$$(m_k + m_t) = \rho_{\text{air}} V$$

$$\text{Massa timbuh} = \rho_{\text{air}} V - m_{\text{kaleng}}$$

$$= (1 \text{ g/cm}^3) (1200 \text{ cm}^3) - 130 \text{ g}$$

$$\text{massa timah} = 1,07 \times 10^3 \text{ gram}$$

densitas timah tidak dipakai dalam persoalan ini.

1,

good luck



wawan K