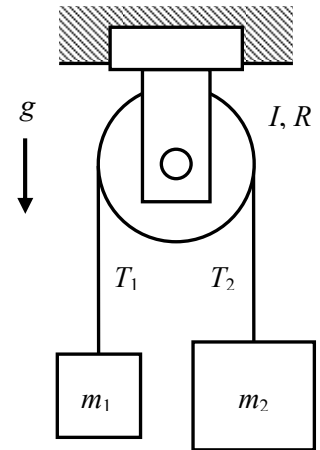


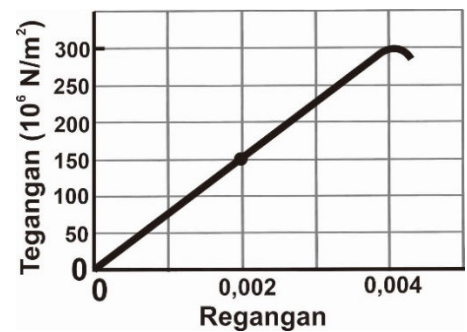
Soal 1. Dua buah balok masing-masing bermassa $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ dan $m_2 = 0,3 \text{ kg}$ dihubungkan dengan tali ideal pada sebuah katrol dengan momen inersia $I = 4 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ dan jejari $R = 20 \text{ cm}$. Mula-mula sistem dalam keadaan diam dan kedua balok berada pada ketinggian yang sama. Kemudian, sistem dibiarkan bergerak sehingga katrol berotasi bersama dengan tali tanpa slip.

- Gambarkan diagram gaya untuk masing-masing benda dan uraikan persamaan dinamika benda-benda tersebut.
- Tentukan percepatan sudut katrol α dan kedua tegangan tali T_1 dan T_2 .
- Setelah katrol berotasi selama waktu $t = 500 \text{ ms}$, berapakah energi kinetik rotasi katrol K dan sudut yang telah ditempuhnya θ .



Soal 2. Gambar di samping menunjukkan kurva tegangan versus tegangan untuk kawat berbentuk silinder dengan luas penampang 5 cm^2 .

- Tentukan Modulus Young bahan tersebut.
- Tentukan gaya maksimum yang dapat diberikan pada bahan tersebut.
- Jika Panjang mula mula kawat tersebut $2,5 \text{ m}$, tentukan pertambahan panjang ketika dikenai gaya sebesar $5 \times 10^4 \text{ N}$.
- Jika kawat tersebut disambung dengan kawat alumunium yang panjangnya 70 cm dan luas penampang $1,0 \text{ cm}^2$ (modulus Young alumunium adalah $7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$) dan kemudian digantung suatu beban dengan massa 10 kg , tentukanlah pertambahan panjang sistem gabungan kedua kawat tersebut.

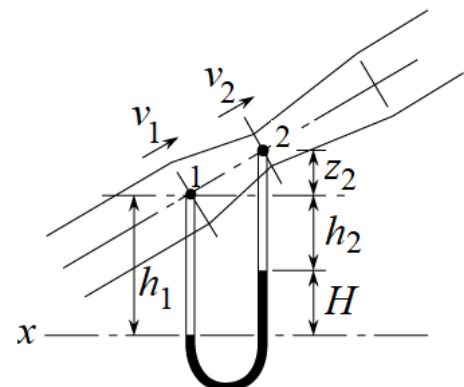


Soal 3. Terdapat suatu gelombang yang menjalar pada tali yang dapat dinyatakan dengan fungsi gelombang $y(x,t) = 0,05 \sin(2,5x + 125t)$, dengan x dan y dalam m dan t dalam s.

- Tentukan arah getaran dan arah rambat gelombang tersebut.
- Jika terdapat gelombang lain dengan fungsi gelombang $y(x,t) = 0,05 \sin(2,5x + 125t - \frac{1}{6}\pi)$ dan bersuperposisi dengan gelombang di atas, tentukan fungsi gelombang hasil superposisinya.
- Hitunglah amplitudo, panjang gelombang, frekuensi, dan laju getar maksimum dari gelombang hasil superposisi tersebut.
- Hitunglah daya rata-rata yang dihasilkan oleh gelombang hasil superposisi tersebut.

Soal 4. Untuk mengukur aliran minyak ($\rho_{\text{minyak}} = 800 \text{ kg/m}^3$) di dalam suatu pipa venturi yang membentuk sudut terhadap arah mendatar, digunakan alat bantu pipa U yang berisikan raksa ($\rho_{\text{raksa}} = 13600 \text{ kg/m}^3$) seperti terlihat pada gambar. Diketahui diameter pipa besar adalah $d_1 = 6 \text{ cm}$ dan diameter pipa kecil adalah $d_2 = 2 \text{ cm}$.

- Berapakah selisih tekanan di titik 1 dan 2, apabila diketahui bahwa $H = 50 \text{ cm}$ dan $z_2 = 20 \text{ cm}$?
- Tuliskan perbandingan kecepatan di titik 2 dan kecepatan di titik 1 (v_2 / v_1).
- Tentukan kelajuan fluida di titik 1.
- Berapa debit minyak yang mengalir pada pipa?

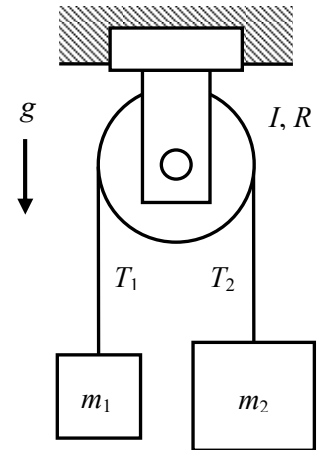


Soal 5. Sejumlah gas ideal monoatomik bertekanan 3 atm dan bertemperatur 300 K menempati volum sebesar 3 liter (keadaan A). Gas ini menjalani pemanasan secara isobarik sampai mencapai volum 9 liter (keadaan B), lalu pendinginan secara isokhorik sampai temperaturnya kembali seperti temperatur awal (keadaan C). Dari keadaan C ini ($T_C = T_A$) ini, gas kembali ke keadaan A dengan menempuh proses berupa garis lurus (dalam diagram p - V).

- Hitunglah laju rata-rata (v_{rms}) dari molekul gas ideal tersebut pada keadaan awal A.
- Gambarkan siklus A-B-C-A dalam diagram p - V dan hitunglah T_B .
- Hitunglah kalor Q , kerja W dan perubahan energi dalam ΔU untuk setiap untuk setiap proses A-B, B-C dan C-A. Buat tabel yang memuat seluruh nilai-nilai tersebut.
- Hitunglah efisiensi dari siklus mesin kalor tersebut (η).

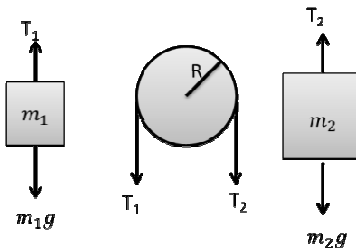
Soal 1. Dua buah balok masing-masing bermassa $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ dan $m_2 = 0,3 \text{ kg}$ dihubungkan dengan tali ideal pada sebuah katrol dengan momen inersia $I = 4 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ dan jejari $R = 20 \text{ cm}$. Mula-mula sistem dalam keadaan diam dan kedua balok berada pada ketinggian yang sama. Kemudian, sistem dibiarkan bergerak sehingga katrol berotasi bersama dengan tali tanpa slip.

- Gambarkan diagram gaya untuk masing-masing benda dan uraikan persamaan dinamika benda-benda tersebut.
- Tentukan percepatan sudut katrol α dan kedua tegangan tali T_1 dan T_2 .
- Setelah katrol berotasi selama waktu $t = 500 \text{ ms}$, berapakah energi kinetik rotasi katrol K dan sudut yang telah ditempuhnya θ .



Solusi 1.

$$\begin{aligned} \text{a. } T_1 - m_1 g &= m_1 a & (1) \\ m_2 g - T_2 &= m_2 a & (2) \\ T_2 R - T_1 R &= I \alpha & (3) \end{aligned}$$



b. Dari persamaan (1) diperoleh $T_1 = m_1(a + g)$
 Dari persamaan (2) diperoleh $T_2 = m_2(g - a)$
 Substitusikan ke persamaan (3)

$$\begin{aligned} m_2(g - a)R - m_1(a + g)R &= I \frac{a}{R} \\ -(m_1 + m_2)aR + (m_2 - m_1)gR &= Ia/R \\ \left(m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}\right)a &= (m_2 - m_1)g \\ a &= \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + I/R^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{(0,3 - 0,1)10}{0,1 + 0,3 + \frac{4 \cdot 10^{-3}}{0,2^2}} \\ a &= 4 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$T_1 = m_1(a + g) = 1,4 \text{ N} = \frac{7}{5} \text{ N}$$

$$T_2 = m_2(g - a) = 1,8 \text{ N} = \frac{9}{5} \text{ N}$$

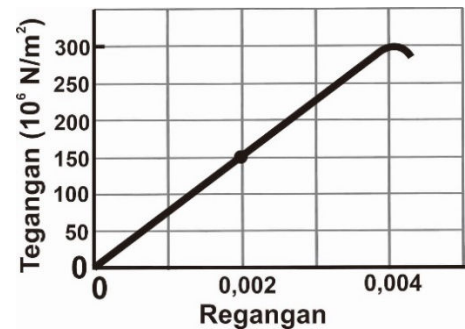
$$\text{c. } \theta = \frac{1}{2} \alpha t^2 = \frac{1}{2} \frac{a}{R} t^2 = \frac{4}{2(0,2^2)} (5 \cdot 10^{-1})^2 = 12,5 \text{ rad}$$

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{t} = 25 \text{ rad/s} \text{ Perbaiki dengan kinematika rotasi}$$

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 = 1,25 \text{ J}$$

Soal 2. Gambar di samping menunjukkan kurva tegangan versus regangan untuk kawat berbentuk silinder dengan luas penampang 5 cm^2 .

- Tentukan Modulus Young bahan tersebut.
- Tentukan gaya maksimum yang dapat diberikan pada bahan tersebut.
- Jika Panjang mula mula kawat tersebut $2,5 \text{ m}$, tentukan pertambahan panjang ketika dikenai gaya sebesar $5 \times 10^4 \text{ N}$.
- Jika kawat tersebut disambung dengan kawat aluminium yang panjangnya 70 cm dan luas penampang $1,0 \text{ cm}^2$ (modulus Young aluminium adalah $7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$) dan kemudian digantung suatu beban dengan massa 10 kg , tentukanlah pertambahan panjang sistem gabungan kedua kawat tersebut.



Solusi 2.

- Modulus Young

Dari grafik : $Y = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{1,5 \times 10^8}{0,002} = 7,5 \times 10^{10} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

- Tentukan gaya maksimum yang dapat diberikan pada bahan tersebut

Dari grafik, tegangan maksimum yang dapat diberikan pada bahan adalah 3×10^8 . Sehingga gaya Maksimum :

$$F_{\text{maksimum}} = 3 \times 10^8 \times 5 \times 10^{-4} = 1,5 \times 10^5 \text{ N}$$

- $\Delta L = \frac{\text{Stress} \times Y}{L_i} = \frac{(F/A) L_i}{Y} = \frac{(5 \times 10^4 / 5 \times 10^{-4}) \times 2,5}{7,5 \times 10^{10}} = \frac{1}{3} \times 10^{-2} \text{ m}$

-

Soal 3. Terdapat suatu gelombang yang menjalar pada tali yang dapat dinyatakan dengan fungsi gelombang $y(x,t) = 0,05 \sin(2,5x + 125t)$, dengan x dan y dalam m dan t dalam s.

- Tentukan arah getaran dan arah rambat gelombang tersebut.
- Jika terdapat gelombang lain dengan fungsi gelombang $y(x,t) = 0,05 \sin(2,5x + 125t - \frac{1}{6}\pi)$ dan bersuperposisi dengan gelombang di atas, tentukan fungsi gelombang hasil superposisinya.
- Hitunglah amplitudo, panjang gelombang, frekuensi, dan laju getar maksimum dari gelombang hasil superposisi tersebut.
- Hitunglah daya rata-rata yang dihasilkan oleh gelombang hasil superposisi tersebut.

Solusi 3.

- Arah getar pada sb-y (bisa y+ atau y-)
Arah rambat pada sb-x negative

6

- Superposisi 2 buah gelombang

$$y_1(x,t) = 0,05 \sin(2,5x + 125t)$$

$$y_2(x,t) = 0,05 \sin\left(2,5x + 125t - \frac{\pi}{6}\right)$$

Hasil superposisi 2 buah gelombang tersebut:

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin\left(\frac{1}{2}(\alpha + \beta)\right) \cos\left(\frac{1}{2}(\alpha - \beta)\right),$$

$$y_R(x,t) = 2(0,05) \sin\left(\frac{1}{2}\left(2,5x + 125t + 2,5x + 125t - \frac{\pi}{6}\right)\right) \cos\left(\frac{1}{2}\left(2,5x + 125t - \left(2,5x + 125t - \frac{\pi}{6}\right)\right)\right)$$

$$y_R(x,t) = 2(0,05) \sin\left(\frac{1}{2}\left(5x + 250t - \frac{\pi}{6}\right)\right) \cos\left(\frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{6}\right)\right),$$

$$y_R(x,t) = 0,1 \cos\left(\frac{\pi}{12}\right) \sin\left(2,5x + 125t - \frac{\pi}{12}\right) \text{ m}$$

6

- Amplitudo gelombang hasil superposisi, $y_{Rm} = 0,1 \text{ m}$

$$\text{panjang gelombang hasil superposisi, } \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{2,5} = \frac{4}{5}\pi = 0,8\pi \text{ 1/m}$$

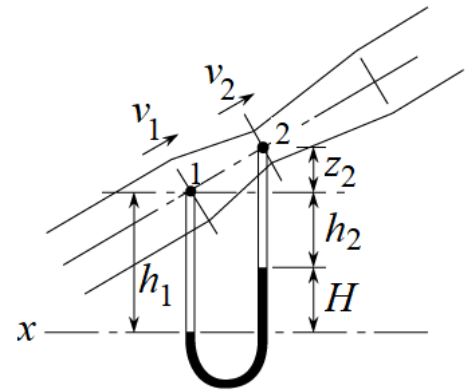
8

$$\text{frekuensi gelombang hasil superposisi, } f = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{125} = 0,016\pi \text{ Hz}$$

$$\text{laju getar maksimum, } v_{y,\max} = \omega A = (125)(0,1) = 12,5 \text{ m/s}$$

d.

Soal 4. Untuk mengukur aliran minyak ($\rho_{\text{minyak}} = 800 \text{ kg/m}^3$) di dalam suatu pipa venturi yang membentuk sudut terhadap arah mendatar, digunakan alat bantu pipa U yang berisikan raksa ($\rho_{\text{raksa}} = 13600 \text{ kg/m}^3$) seperti terlihat pada gambar. Diketahui diameter pipa besar adalah $d_1 = 6 \text{ cm}$ dan diameter pipa kecil adalah $d_2 = 2 \text{ cm}$.



- Berapakah selisih tekanan di titik 1 dan 2, apabila diketahui bahwa $H = 50 \text{ cm}$ dan $z_2 = 20 \text{ cm}$?
- Tuliskan perbandingan kecepatan di titik 2 dan kecepatan di titik 1 (v_2 / v_1).
- Tentukan kelajuan fluida di titik 1.
- Berapa debit minyak yang mengalir pada pipa?

Solusi 4.

Statika Fluida

$$h_2 = h_1 - H$$

$$P_1 + \rho g h_1 = P_2 + \rho_{\text{raksa}} g H + \rho g (h_1 - H + z_2)$$

Dinamika Fluida

Persamaan Kontinuitas: $A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \left(\frac{d_1^2}{d_2^2}\right) v_1$

Persamaan Bernoulli: $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 \rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g z_2$

a. $P_1 - P_2 = gH(\rho_{\text{raksa}} - \rho) + \rho g z_2$
 $P_1 - P_2 = (10)(0,5)(13600 - 800) + (10)(800)(0,2) = 64000 + 1600 = 65600 \text{ Pa}$

b. Dari persamaan Kontinuitas: $A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$

$$v_2 / v_1 = \left(\frac{d_1^2}{d_2^2}\right)$$

c. Dari persamaan Bernoulli $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g z_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left(\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4 - 1 \right) + \rho g z_2$

$$v_1^2 = \frac{2(65600 - 1600)}{(800)(3^4 - 1)}$$

$$v_1 = \sqrt{2 \left(\frac{64000}{64000} \right)} = \sqrt{2} \text{ m/s}$$

d. Debit minyak yang mengalir pada pipa adalah:

$$Q = A_1 v_1 = \left(\frac{1}{4} \pi d_1^2\right) (\sqrt{2}) = (9 \times 10^{-4} \pi) \sqrt{2} = 1,27 \times 10^{-3} \pi \text{ m}^3/\text{s}$$

Soal 5. Sejumlah gas ideal monoatomik bertekanan 3 atm dan bertemperatur 300 K menempati volum sebesar 3 liter (keadaan A). Gas ini menjalani pemanasan secara isobarik sampai mencapai volum 9 liter (keadaan B), lalu pendinginan secara isokhorik sampai temperaturnya kembali seperti temperatur awal (keadaan C). Dari keadaan C ini ($T_C = T_A$) ini, gas kembali ke keadaan A dengan menempuh proses berupa garis lurus (dalam diagram p - V).

- Hitunglah laju rata-rata (v_{rms}) dari molekul gas ideal tersebut pada keadaan awal A.
- Gambarkan siklus A-B-C-A dalam diagram p - V dan hitunglah T_B .
- Hitunglah kalor Q , kerja W dan perubahan energi dalam ΔU untuk setiap untuk setiap proses A-B, B-C dan C-A. Buat tabel yang memuat seluruh nilai-nilai tersebut.
- Hitunglah efisiensi dari siklus mesin kalor tersebut (η).

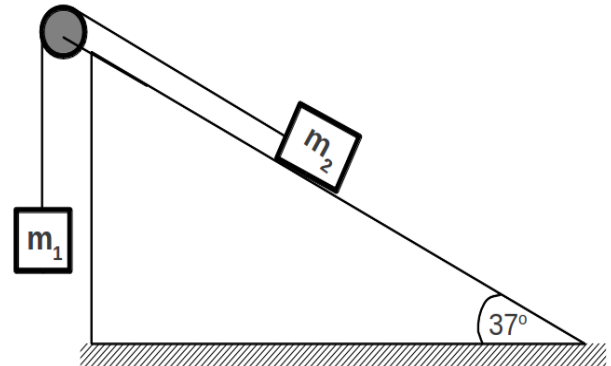
Solusi 5.

67. A sample of monatomic ideal gas occupies 5.00 L at atmospheric pressure and 300 K (point A in Figure P21.67). It is heated at constant volume to 3.00 atm (point B). Then it is allowed to expand isothermally to 1.00 atm (point C) and at last compressed isobarically to its original state. (a) Find the number of moles in the sample. (b) Find the temperature at points B and C and the volume at point C. (c) Assuming that the molar specific heat does not depend on temperature, so that $E_{int} = 3nRT/2$, find the internal energy at points A, B, and C. (d) Tabulate P , V , T , and E_{int} for the states at points A, B, and C. (e) Now consider the processes $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, and $C \rightarrow A$. Describe just how to carry out each process experimentally. (f) Find Q , W , and ΔE_{int} for each of the processes. (g) For the whole cycle $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ find Q , W , and ΔE_{int} .

Cadangan

Soal 1.

Pada gambar disamping, dua buah balok masing-masing memiliki massa $m_1 = 2 \text{ kg}$ dan $m_2 = 9 \text{ kg}$ terhubung dengan sebuah tali tak bermassa melalui sebuah katrol yang memiliki bentuk cakram (*disk*) dengan jari-jari $R = 0.3 \text{ m}$ dan massanya $M = 12 \text{ kg}$. Balok 2 berada pada bidang miring dengan kemiringan $\theta = 37^\circ$ dan permukaannya kasar dengan koefisien kinetiknya $\mu_k = 5/12$. (Diketahui $\tan \theta = 3/4$).

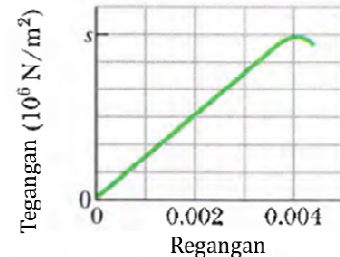


- Gambarkan diagram benda bebas dari sistem 2 balok dan katrol.
- Tentukan percepatan kedua balok.
- Tentukan tegangan tali pada dua sisi dari katrol.

Soal 2.

(Gunakan $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

- Diketahui seutas kawat baja yang panjangnya 1,5 meter dan luas penampang $1,0 \text{ cm}^2$. Hubungan antara tekanan dan regangan kawat baja tersebut digambarkan oleh kurva di samping ini (dengan nilai s adalah 600, dalam satuan 10^6 N/m^2).



- Tentukanlah modulus Young dari kawat baja tersebut?
- Berapakah gaya maksimum yang dapat diberikan kepada kawat baja tersebut dalam batas elastisitas kawat
- Jika kawat baja tersebut disambung dengan kawat aluminium yang panjangnya 70 cm dan luas penampang $1,0 \text{ cm}^2$ (modulus Young aluminium adalah $7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$) dan kemudian digantung suatu beban dengan massa 10 kg, tentukanlah pertambahan panjang sistem kawat tersebut.

Jawab (bila sudah ada + marking scheme).

$$\text{a) } E = \frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}} = \text{kemiringan kurva} = \frac{300 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{0,002} = 1,5 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

(Nili 6)

$$\text{b) } \frac{F}{A} = 6 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2, \text{ maka } F = 6 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2 (10^{-4} \text{ m}^2) = 6 \cdot 10^4 \text{ N}$$

(Nili 6)

$$c) \Delta L_{baja} = \frac{1}{Y_{baja}} L_{baja} \frac{F}{A_{baja}} = \frac{1,5}{1,5 \times 10^{11}} \frac{980}{10^{-4}} = 9,8 \times 10^{-5} m$$

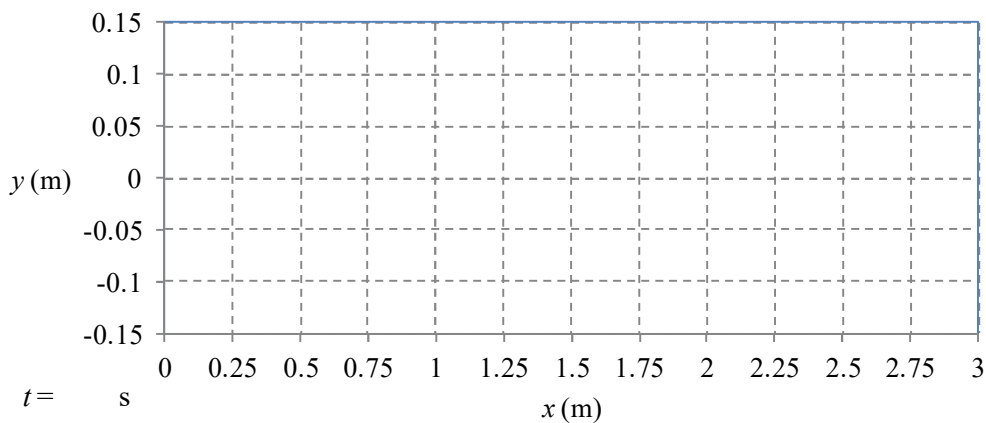
$$\Delta L_{al} = \frac{1}{Y_{al}} L_{al} \frac{F}{A_{al}} = \frac{0,7}{7 \times 10^{10}} \frac{980}{10^{-4}} = 9,8 \times 10^{-5} m$$

$$\Delta L_{sistem} = \Delta L_{baja} + \Delta L_{al} = 9,8 \times 10^{-5} + 9,8 \times 10^{-5} = 19,6 \times 10^{-5} m$$

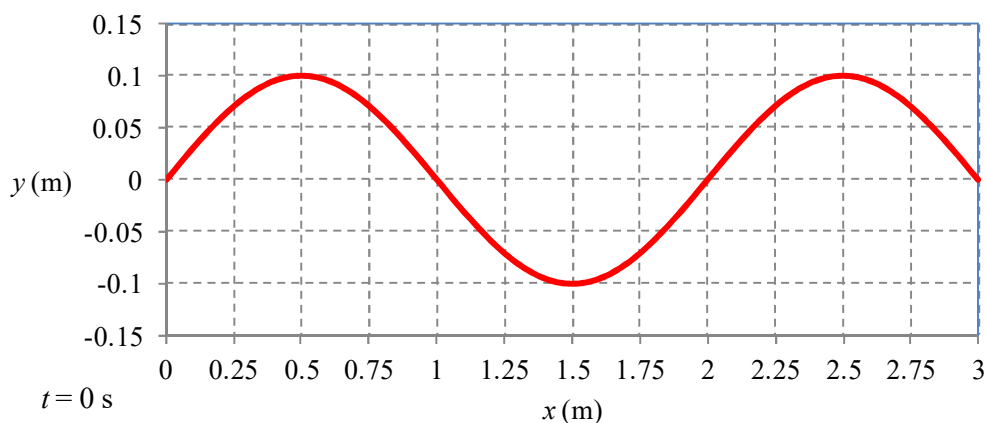
(Nilai 8)

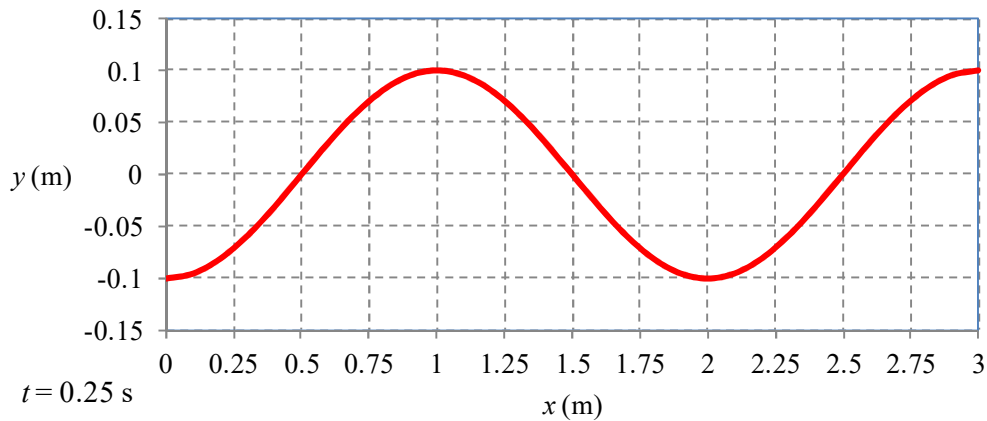
Soal 3. Gelombang pada tali memiliki fungsi gelombang $y(x, t) = 0.1 \sin(\pi x - 2\pi t + \pi)$ dengan t dalam s dan x, y dalam m.

- Tentukan amplitudo A , bilangan gelombang k , frekuensi angular ω , dan fasa awal φ_0 beserta satuannya.
- Tentukan panjang gelombang λ dan periode T .
- Tentukan arah rambat gelombang pada tali dengan menggunakan fungsi gelombang yang diberikan.
- Tunjukkan arah rambat gelombang pada tali dengan menggambar kurva saat $t = 0$ s dan $t = 0.25$ s. Gunakan area grafik kosong berikut sebagai acuan.



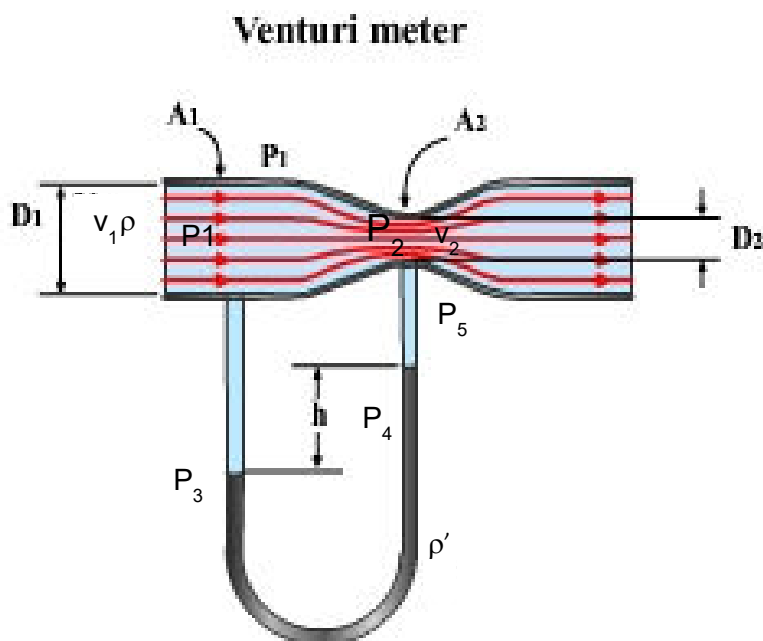
Jawab (bila sudah ada + marking scheme).





Dari gambar dapat dilihat bahwa gelombang merambat ke kanan.

Soal 4.



Alat venturi meter digunakan untuk mengukur kelajuan kendaraan seperti pesawat misalnya. Bila diketahui bahwa rapat massa fluida di dalam pipa U 1000 kg/m^3 dan rapat massa udara dianggap 1 kg/m^3 . Perbandingan diameter besar dan kecil pada tabung horisotal adalah $D_1 = 2D_2$.

- Hitunglah perbandingan laju udara di 1 dan 2 (point: 5).
- Tentukan perbedaan tekanan antara P_1 dan P_2 . (point: 7)
- Bila diketahui diameter tabung besar 2 cm dan $h = 4 \text{ cm}$, tentukan laju udara di 1 (point: 8).

Jawab (bila sudah ada + marking scheme).

a.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

(5)

b.

$$P_3 = P_1 + \rho g l$$

$$P_4 = P_2 + \rho g(l - h) + \rho' g h$$

$$P_3 = P_4$$

$$P_1 - P_2 = (\rho' - \rho) g h$$

(7)

c.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 + \rho_1 g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 v_2^2 + \rho_2 g h_2$$

$$\rho_1 = \rho_2 : \text{udara}$$

$$h_1 = h_2$$

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

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

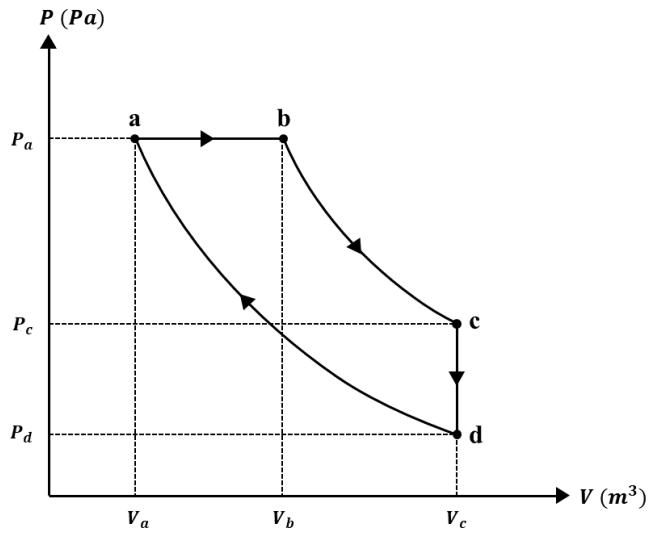
$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left(\left[\frac{A_1}{A_2} \right]^2 - 1 \right) v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\left(\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2}\right)}} = \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho)gh}{\rho\left(\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2}\right)}}$$

(8)

Soal 5.



Dalam suatu mesin diesel, 2 mol gas ideal mengalami proses siklus yang dapat dilihat pada diagram PV berikut ini. Proses a-b adalah isobarik, proses b-c dan d-a merupakan proses adiabatik, dan proses c-d adalah isokhorik. Jawablah pertanyaan berikut ini. Diketahui $P_b = 7P_c$ dan $V_c = 4V_b$.

- Tentukan apakah gas ideal tersebut monoatomik, diatomik, atau poliatomik
- Tentukan W_{ab} , W_{bc} , W_{cd} , W_{da} dan Q_{ab} , Q_{cd}
- Tentukan nilai rata-rata perubahan energi translasi (per-mol) $\Delta E_{k_{translasi}}$ pada proses a ke b.
- Berapakah efisiensi siklus tersebut

Jawab (bila sudah ada + marking scheme).