

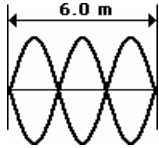
SOAL DAN PEMBAHASAN

Kelas / Smt : XII IPA / 1

Materi : **Gelombang Bunyi**

Sumber : <http://rachmat-abd-syukur.blogspot.com> (BANK SOAL FISIKA sma)

Soal 1 (Gelombang Stasioner Pada Kawat)



The string at the left is 6.0 meters long and is vibrating as the third harmonic. The string vibrates up and down with 50 complete vibrational cycles in 10 seconds. Determine the frequency, period, wavelength and speed for this wave.

Jawab :

Diperoleh panjang kawat, $L = 6 \text{ m}$

50 putaran dalam waktu 10 sekon

$$\text{Frekuensi, } f = \frac{50 \text{ put}}{10} = 5 \text{ Hz}$$

$$\text{Periode, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ sekon}$$

$$\text{Panjang, } L = \frac{3}{2} \lambda$$

$$6 \text{ m} = \frac{3}{2} \lambda, \text{ maka panjang gelombang, } \lambda = 4 \text{ m}$$

dengan menggunakan persamaan cepat rambat gelombang $v = \lambda \cdot f$

$$v = 4 \text{ m} \cdot 5 \text{ Hz} = 20 \text{ m/s}$$

Cepat rambat gelombang 20 m/s

Soal 2 (Gelombang Stasioner Pada Tali Ujung Bebas)

Seutas tali panjang 120 cm direntangkan mendatar. Gelombang merambat sepanjang tali dan dipantulkan oleh ujung bebas hingga terbentuk gelombang stasioner. Simpangan di titik P yang berjarak x dari titik pantul mempunyai persamaan: $y_p = 0,04 \cos(5\pi x) \sin(20\pi t)$, dengan y dan x dalam meter dan t dalam sekon. Hitunglah:

- cepat rambat gelombang
- jarak perut ke-4 dari asal getaran

Jawab :

Persamaan simpangan gelombang stasioner pada pemantulan ujung bebas adalah:

$$y_p = 2A \cos(kx) \sin(\omega t);$$

dengan bilangan gelombang, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ dan kecepatan sudut, $\omega = 2\pi f$

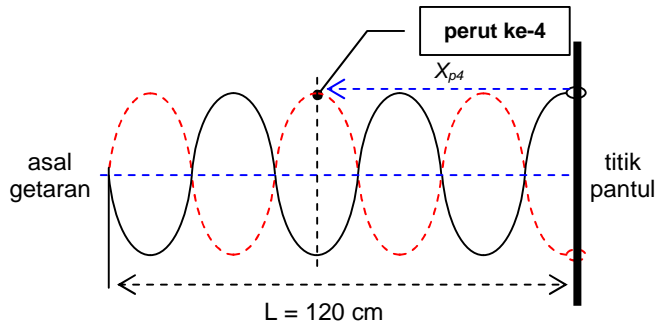
(a) dari persamaan $y_p = 0,04 \cos(5\pi x) \sin(20\pi t)$, diperoleh :

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

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

$$\text{cepat rambat gelombang } v = \lambda \cdot f = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ m/s}$$

(b) jarak perut ke-4 dari asal getaran



Perut ke-4 ($n = 3$) dari titik pantul, X_{p4} maka

$$X_{p4} = (2n + 1) \frac{1}{4} \lambda = \frac{7}{4} \lambda$$

$$X_{p4} = \frac{7}{4} \cdot \lambda = \frac{7}{4} \cdot 0,4 \text{ m} = 0,7 \text{ m} = 70 \text{ cm}$$

$$\text{Dari titi asal, } d = 120 \text{ cm} - 70 \text{ cm} = 50 \text{ cm}.$$

Soal 3 (Gelombang Bunyi Pada Dawai)

Sepotong dawai yang panjangnya 80 cm dan massanya 4 gram dijepit kedua ujungnya dan terentang dengan tegangan 800 N. Maka frekwensi nada atas pertama adalah?

Jawab :

Diperoleh: panjang dawai $L = 0,8 \text{ m}$; massa dawai $m_t = 0,004 \text{ kg}$ dan tegangan $F = 800 \text{ N}$

$$\text{Cepat rambat gelombang pada dawai } v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m_t}} = \sqrt{\frac{800 \cdot 0,8}{0,004}} = 400 \text{ m/s}$$

$$\text{Untuk nada atas pertama } (n = 1), L = (2n) \frac{1}{2} \lambda_1$$

$L = \lambda_1 = 0,8 \text{ m}$, maka frekuensi nada atas pertama, f_1 :

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{400 \text{ m/s}}{0,8 \text{ m}} = 500 \text{ Hz}$$

Soal 4 (Gelombang Bunyi Pada Pipa Organa)

Sebuah pipa panjangnya 68 cm dan anggap cepat rambat bunyi di udara 340 m/s. Tentukan tiga frekuensi harmonik pertama jika:

- pipa terbuka pada kedua ujungnya
- pipa tertutup satu ujungnya dan terbuka pada ujung lainnya

Jawab :

Diperoleh panjang pipa $L = 68 \text{ cm} = 68 \times 10^{-2} \text{ m}$.

(a) Frekuensi nada dasar / nada harmonik pertama ($n = 0$) pipa yang terbuka kedua ujungnya (pipa organa terbuka) bisa diperoleh dengan persamaan:

$$f_0 = \frac{(n+1)v}{2L} = \frac{340}{2 \cdot 68 \times 10^{-2}} = 250 \text{ Hz}$$

Untuk dua harmonik berikutnya adalah

Nada atas kesatu / nada harmonik kedua ($n = 1$), $F_1 = 2f_0 = 2 (250) = 500$ Hz

Nada atas kedua / nada harmonik ketiga ($n = 2$), $F_2 = 3f_0 = 3 (250) = 750$ Hz

- (b) Frekuensi nada dasar / nada harmonik pertama ($n = 0$) pipa yang tertutup satu ujungnya dan terbuka pada ujung lainnya (pipa organa tertutup) bisa diperoleh dengan persamaan:

$$f_0 = \frac{(2n+1)v}{4L} = \frac{340}{4.68 \times 10^{-2}} = 125 \text{ Hz}$$

Untuk dua harmonik berikutnya adalah

Nada atas kesatu / nada harmonik kedua ($n = 1$), $F_1 = 3f_0 = 3 (125) = 375$ Hz

Nada atas kedua / nada harmonik ketiga ($n = 2$), $F_2 = 5f_0 = 5 (125) = 625$ Hz

Soal 5 (Efek Doppler)

Dua buah mobil saling mendekat dengan kecepatan 26 m/s dan 20 m/s. Pengemudi mobil pertama membunyikan klakson dengan frekwensi 2500 Hz, tentukan frekwensi yang terdengar oleh mobil kedua. Jika kecepatan bunyi diudara 330 m/s.

Jawab :

Langkah pertama adalah tentukan terlebih dahulu mana sumber bunyi dan mana pengamat. Pada soal ini, mobil pertama sebagai sumber bunyi dan mobil kedua sebagai pengamat, dikarenakan mobil pertama membunyikan klakson.

Diperoleh $v_s = 26$ m/s, $v_p = 20$ m/s, $f_s = 2432$ Hz dan $v = 330$ m/s.

Untuk kasus ini, kedua mobil saling mendekat, arah positif dari pengamat ke sumber dan arah negatif dari sumber ke pengamat. Maka frekuensi yang terdengar oleh mobil kedua adalah:

$$f_p = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_p = \frac{330 + 20}{330 - 26} 2432 = 2800 \text{ Hz}$$

Soal 6 (Intensitas Bunyi dan Taraf Intensitas Bunyi)

Sebuah sumber bunyi mengirim bunyi dengan daya keluaran $1,6\pi$ watt. Anggap muka gelombang bunyi berbentuk bola, tentukan:

- (a) intensitas bunyi pada jarak 2 m dari sumber
(b) taraf intensitas bunyi pada jarak 2 m dari sumber

Jawab :

Diperoleh daya keluaran, $P = 1,6\pi$ watt

- (a) $R = 4$ m, intensitas bunyi I adalah:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$I = \frac{1,6\cancel{\pi}}{4\cancel{\pi}2^2} = 0,1 \text{ watt/m}^2$$

(b) Taraf Intensitas, TI pada jarak $R = 2$ m adalah:

$$\boxed{TI = 10 \log \frac{I}{I_0}}; I_0 = \text{intensitas ambang} = 10^{-12} \text{ watt/m}^2$$

$$TI = 10 \log \frac{0,1}{10^{-12}} = 10 \log 10^{11} = 110 \text{ dB}$$

Jadi tingkat kebisingan / taraf intensitas dari sumber bunyi sebesar 110 dB (sangat keras)

Soal 7 (Tarf Intensitas Bunyi dengan Jumlah Sumber Bunyi Identik)

Tinjau sumber bunyi mempunyai taraf intensitas 40 dB, jika ada 100 sumber bunyi yang identik, dibunyikan secara serentak, tentukan taraf intensitas yang dihasilkan. Dan berapa intensitas total sumber bunyi tersebut.

Jawab :

Tarf intensitas untuk 1 sumber bunyi = 40 dB

$$\boxed{TI_1 = 10 \log \frac{I}{I_0}}; I_0 = \text{intensitas ambang}$$

$$40 = 10 \log \frac{I}{I_0}; \text{didapat } \log \frac{I}{I_0} = 4$$

$$\text{Untuk 100 sumber bunyi, } \boxed{TI_{100} = 10 \log \frac{100I}{I_0}}$$

$$TI_{100} = 10 \log \frac{100I}{I_0} = 10 (\log 100 + \log \frac{I}{I_0}) : (\text{dasar, } \log AB = \log A + \log B)$$

$$TI_{100} = 10 (2 + 4) = 60 \text{ dB atau}$$

$$\boxed{TI_n = TI_1 + 10 \log n}$$

$$TI_{100} = 40 + 10 \log 100 = 40 + 20 = 60 \text{ dB}$$

Soal 8 (Tarf Intensitas Bunyi dengan Jarak Sumber Bunyi)

Tarf intensitas bunyi suatu pesawat jet pada jarak 30 m adalah 140 dB. Berapa taraf intensitas bunyi pada jarak 300 m?

Jawab :

Diperoleh pada jarak $R_1 = 30$ m, $TI_1 = 140$ dB

dan saat $R_2 = 300$ m, $TI_2 = ?$ dB, dengan persamaan:

$$TI_1 = 10 \log \frac{P/4\pi R_1^2}{I_0} \text{ dan } TI_2 = 10 \log \frac{P/4\pi R_2^2}{I_0}; I_0 = \text{intensitas ambang}$$

$$TI_1 - TI_2 = 10 \left(\log \frac{P/4\pi R_1^2}{I_0} - \log \frac{P/4\pi R_2^2}{I_0} \right); (\text{dasar, } \log \frac{A}{B} = \log A - \log B)$$

$$TI_1 - TI_2 = 10 \log \frac{R_2^2}{R_1^2} = 10 \log \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^2 \text{ atau } TI_2 - TI_1 = 10 \log \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2$$

Sehingga

$$TI_2 - 140 = 10 \log \left(\frac{30}{300} \right)^2 = 10 \log 10^{-2}$$

$$TI_2 - 140 = -20, TI_2 = 120 \text{ dB}$$

Soal 9 (Menentukan Kedalaman Laut)

Sebuah kapal menggunakan pulsa ultrasonik (dari alat fathometer) untuk menentukan kedalaman laut. Pulsa dikirimkan ke dasar laut, dan pulsa pantulan terdeteksi 4 sekon kemudian. Berapa kedalaman laut tersebut, jika kecepatan bunyi dalam air laut 1600 m/s.

Jawab :

Diperoleh selang waktu $t = 4 \text{ s}$ dan cepat rambat bunyi $v = 1600 \text{ m/s}$.

Jarak yang ditempuh pulsa ultrasonik $s = v.t = 4 \times 1600 = 6400 \text{ m}$, merupakan jarak pergi – pulang, sehingga kedalaman laut d:

$$d = \frac{\text{jarak}}{2} = \frac{6400}{2} = 3200 \text{ meter}$$