

Gelombang

Gelombang merupakan GHS yang merambat

Gelombang Berjalan

- Persamaan Simpangan Gelombang Berjalan:

$$y = A \sin(\omega t \pm kx)$$

→ A : amplitudo

→ ω : omega : $2\pi f$

→ k : bilangan gelombang : $2\pi/\lambda$

→ v : cepat rambat gelombang : $f \cdot \lambda$

→ λ : panjang 1 gelombang

- tanda + apabila gelombang merambat ke kiri (ke sumbu x negatif)
- tanda - apabila gelombang merambat ke kanan (ke sumbu x positif)

Contoh Soal

1. Gelombang permukaan laut merambat dengan persamaan:

$$y = 20 \sin(100\pi t - 0,2\pi x)$$

dengan y (cm); x (m); t (s), tentukan:

a. amplitudo gelombang

b. frekuensi gelombang

c. panjang gelombang

d. cepat rambat

e. simpangan gelombang saat 0,2 sekon pada jarak 25 m dari sumber getar

jawab:

a. 20 cm

b. $f = \omega/2\pi = 100\pi/2\pi = 50$ Hz

c. $\lambda = 2\pi/k = 2\pi/0,2\pi = 10$ m

d. $v = f \cdot \lambda = 50 \cdot 10 = 500$ m/s

e. $y = 20 \sin(100\pi \cdot 0,2 - 0,2\pi \cdot 25) = 0$

- Persamaan Gelombang Berjalan:

$$y = A \sin(\omega t \pm kx + \theta_0)$$

→ θ_0 : sudut fase awal

- apabila sudut fase awal = 0, maka

$$y = A \sin(\omega t \pm kx) \rightarrow y = A \sin(2\pi \frac{t}{T} \pm 2\pi \frac{x}{\lambda}) \rightarrow y = A \sin 2\pi(\frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda})$$

→ $\theta : 2\pi(t/T \pm x/\lambda)$

→ $\phi : t/T \pm x/\lambda$

Gelombang Stationer

- "Gelombang hasil perpaduan/penjumlahan dua gelombang identik tetapi berlawanan arah"

$$yp = y_1 + y_2 \quad y_1 = A \sin(\omega t - kx) \quad y_2 = A \sin(\omega t + kx)$$

$$yp = 2A \cos(kx) \sin(\omega t) \rightarrow yp = A_0 \sin(\omega t) \quad A_0 = 2A \cos(kx)$$

Contoh Soal

1. Gelombang stationer dinyatakan dengan persamaan:

$$yp = 40 \cos(4\pi x) \sin(20\pi t)$$

dengan y (cm); x (m); t (s), tentukan:

- amplitudo, panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat gelombang penyusunnya
- amplitudo gelombang stationer saat $x = 22,5$ cm

jawab:

a. $2A = 40 \rightarrow A = 20$ cm

$$\lambda = 2\pi/k = 2\pi/4\pi = 0,5$$
 m

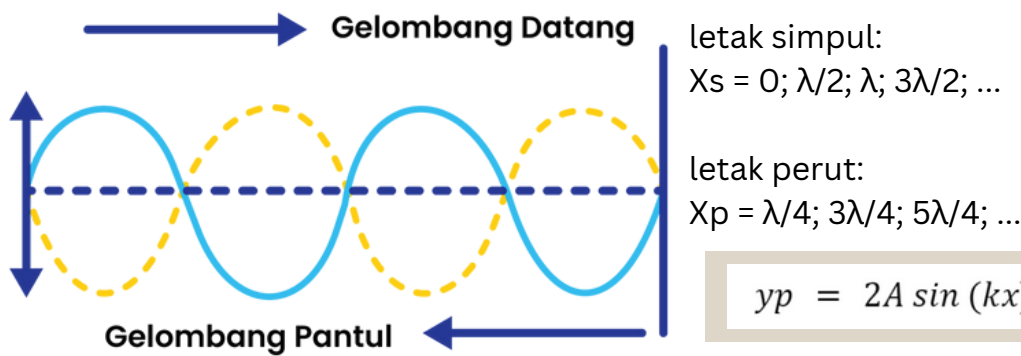
$$f = \omega/2\pi = 20\pi/2\pi = 10$$
 Hz

$$v = f \cdot \lambda = 10 \cdot 0,5 = 5$$
 m/s

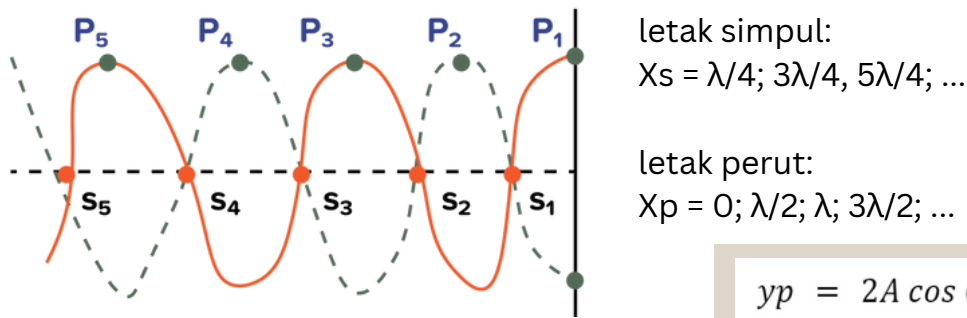
b. $A_0 = 40 \cos(4\pi x) = 40 \cos(4\pi \cdot 0,225) = -38$ cm

Gelombang Stationer Pada Tali

- Ujung Terikat



- Ujung Bebas



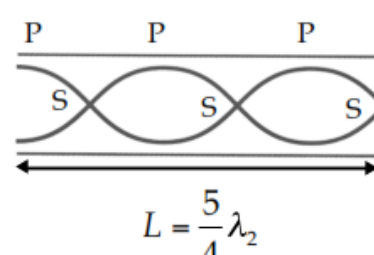
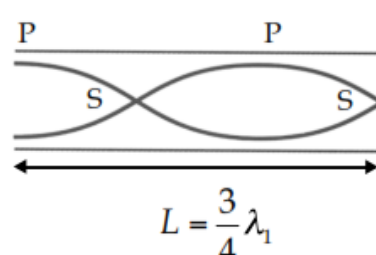
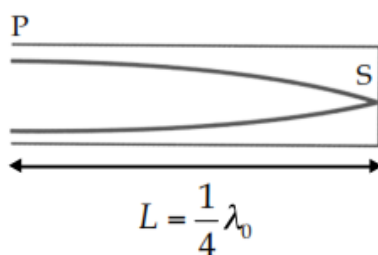
Gelombang Stationer Pada Pipa Organa

- Organa Tertutup

(a) nada dasar

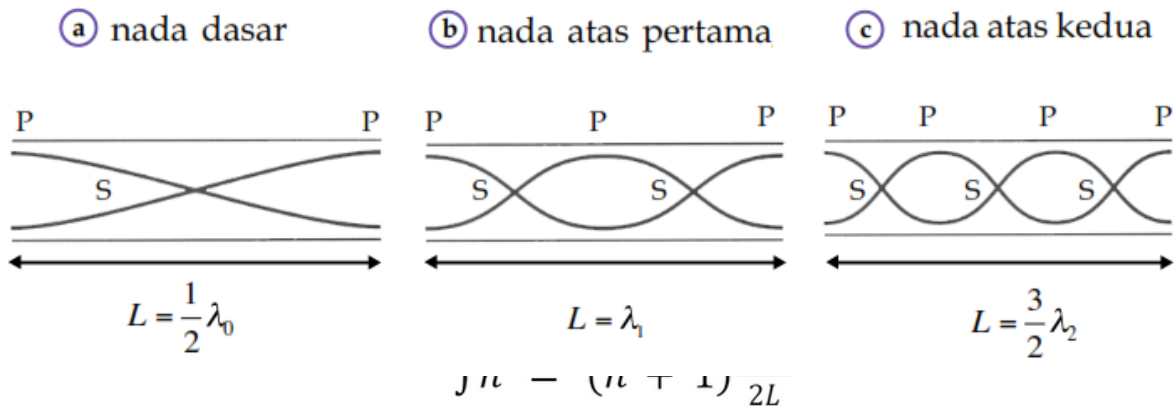
(b) nada atas pertama

(c) nada atas kedua

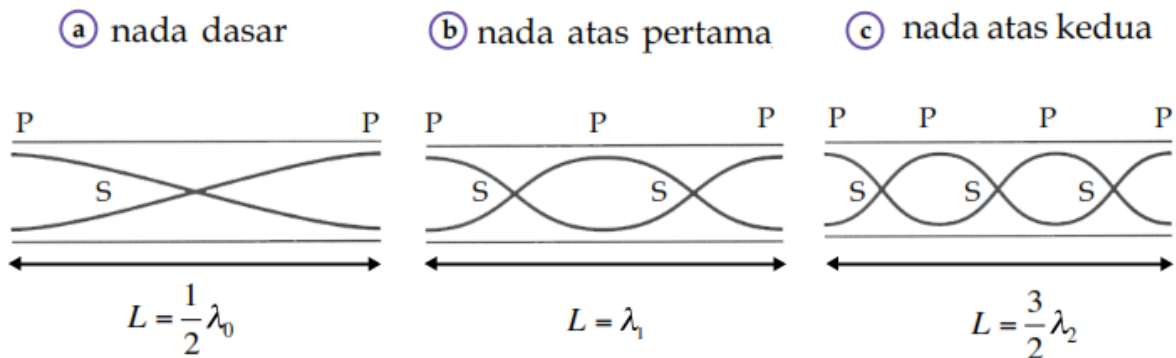


$$fn = (2n + 1) \frac{v}{4L}$$

- Organa Terbuka



Gelombang Stationer Pada Senar



Contoh Soal

1. Tali yang panjangnya 2 meter terikat kuat digetarkan dengan frekuensi 20 Hz dan amplitudo 10 cm sehingga pada tali merambat gelombang dengan kecepatan 5 m/s. Pada tali terbentuk gelombang stationer dengan persamaan ... tentukan pula amplitudo gelombang stationernya saat $x = 25$ cm

jawab:

a. $Y_p = 2A \sin(kx) \cos(\omega t) = 20 \sin(8\pi x) \cos(40\pi t)$

b. $A_0 = 2A \sin(kx) = 20 \sin(8\pi \cdot 0,25) = 0$

2. Pipa organa terbuka yang panjangnya 60 cm nada atas ke-2 beresonansi dengan nada atas pertama pipa organa tertutup. Hitung panjang pipa organa tertutupnya

jawab:

$f_{2b} = f_{1t}$

$v/\lambda_{2b} = v/\lambda_{1t}$

$3v/2L_b = 3v/4L_t$

$L_t = L_b/2 = 60/2 = 30$ cm

Energi Bunyi

- Intensitas Bunyi (I)

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

→ P : daya bunyi : Watt

→ R : jarak suatu titik ke sumber bunyi : m

→ I : intensitas bunyi : Watt/m²

- Taraf Intensitas (TI)

$$TI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$\rightarrow I : 1 \cdot 10^{-12}$$

Contoh Soal

1.10 meter dari sumber bunyi berdaya 40π Watt taraf intensitasnya adalah ... dB
(keterangan: $\log 2 = 0,3$)

$$I = P/4\pi r^2 = 40\pi/400\pi = 0,1 \text{ Watt/m}^2$$

$$TI = 10 \log (I/I_0) = 10 \log (10^{-1}/10^{-12}) = 110 \text{ dB}$$

Efek Doppler

- "Efek yang muncul akibat gerak relatif antara sumber bunyi dan pengamat sehingga pengamat mendengar frekuensi yang dipancarkan berbeda dengan aslinya"

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$$

→ v : cepat rambat bunyi

→ v_p : kecepatan pengamat → (+) apabila pengamat mendekati sumber

→ v_s : kecepatan sumber → (-) apabila sumber menjauhi pengamat

→ f_p : frekuensi yang didengar oleh pengamat

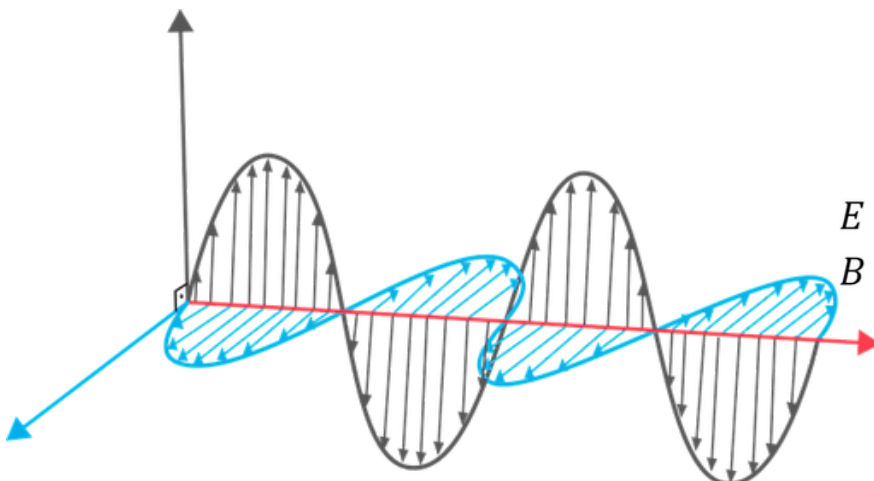
→ f_s : frekuensi yang dipancarkan oleh sumber

Pelayangan Bunyi

- "Timbul akibat dua sumber bunyi yang frekuensi berbeda sedikit sehingga terjadi interferensi yang mengakibatkan bunyi terdengar lebih keras dan lebih lemah bergantian secara periodik"
- jumlah bunyi lebih keras dan lebih lemah dalam 1 detik = frekuensi pelayangan

$$f_p = |f_1 - f_2|$$

Gelombang Elektromagnetik



$$E = E_m \cdot \sin(\omega t - kx) \mathbf{j}$$

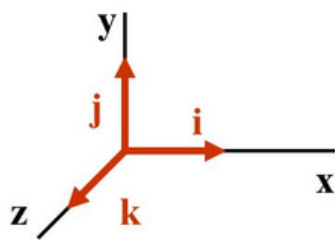
$$B = B_m \cdot \sin(\omega t - kx) \mathbf{k}$$

- Vector Pointing
→ menunjukkan rapat energi medan magnet dan medan listrik persatuan waktu

$$\hat{S} = \frac{\hat{E} \times \hat{B}}{\mu}$$

- μ : permeabilitas medium
- E : vektor medan listrik
- B : vektor medan magnet

Cross Product



Using Unit Vectors

$$\begin{aligned} \sin(0) &= 0 \\ \sin(90) &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{i} \times \mathbf{j} &= \mathbf{k} & \mathbf{j} \times \mathbf{k} &= \mathbf{i} & \mathbf{k} \times \mathbf{i} &= \mathbf{j} \\ \mathbf{j} \times \mathbf{i} &= -\mathbf{k} & \mathbf{k} \times \mathbf{j} &= -\mathbf{i} & \mathbf{i} \times \mathbf{k} &= -\mathbf{j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{S} &= \frac{Em \cdot Bm \cdot \sin^2(\omega t - kx)}{\mu} \cdot (\mathbf{j} \times \mathbf{k}) \\ &\quad \downarrow \\ \hat{S} &= \frac{Em \cdot Bm \cdot \sin^2(\omega t - kx)}{\mu} \cdot \mathbf{i} \end{aligned}$$

$$\hat{S}_{rata}^2 = \frac{Em \cdot Bm}{2\mu}$$

Hubungan Medan Listrik & Medan Magnet

- $E = c \cdot B$

→ c : cepat rambat gelombang elektromagnet/cahaya : m/s

- $c = \frac{1}{\sqrt{\mu \cdot \epsilon}}$

→ ϵ : permitivitas medium

- $\mu = \mu_r \cdot \mu_0 \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb}^2/\text{m}^2$

$$\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}^2 \cdot \text{m}$$

→ μ_r : permeabilitas relatif

→ ϵ_r : permitivitas relatif