

Gelombang Mekanik

A. DEFINISI UMUM

Gelombang Mekanik : Gelombang (Getaran yang merambat) yang perambatannya membutuhkan medium.

Berdasarkan arah rambatnya, gelombang mekanik terbagi 2:

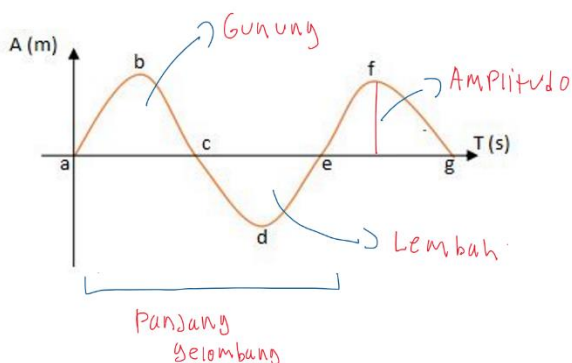
1. **Gelombang Transversal** :
Arah perambatannya tegak lurus dengan arah getarnya
2. **Gelombang Longitudinal** :
Arah perambatannya sejajar dengan arah getarnya

Selain hal-hal tersebut, terdapat beberapa istilah lainnya dalam gelombang, yaitu :

- **Periode (T)** adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan 1 kali getaran, dinyatakan dalam detik (s).
- **Frekuensi (f)** adalah banyaknya getaran per satuan waktu, dinyatakan dalam Hertz (Hz).
- **Amplitudo (A)** adalah simpangan maksimum gelombang dari titik keseimbangan, dinyatakan dalam meter atau sentimeter (m atau cm).
- **Cepat rambat gelombang (v)** adalah jarak yang ditempuh gelombang dalam 1 detik, dinyatakan dalam meter per detik atau sentimeter per detik (m/s atau cm/s)
- Hubungan antara besaran-besaran di atas dapat dirumuskan sebagai berikut :

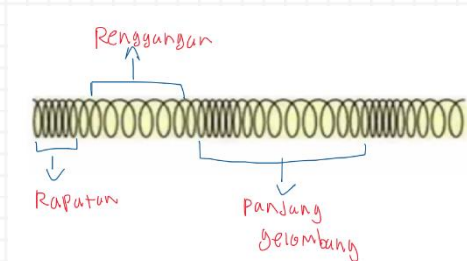
B. BESARAN PADA GELOMBANG

1. Gelombang Transversal :



Panjang 1 gelombang (λ) pada gelombang transversal adalah 1 gunung dan 1 lembah (dapat dilihat pada gambar).

2. Gelombang Longitudinal :



Panjang 1 gelombang (λ) pada gelombang longitudinal adalah 1 rapatan dan 1 renggangan (dapat dilihat pada gambar)

$$T = \frac{t}{n} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

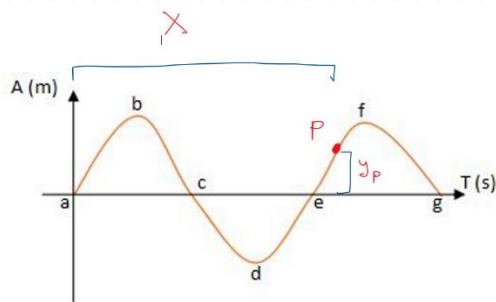
n adalah banyaknya gelombang dan t adalah waktu (dinyatakan dalam sekon [s])

C. SIFAT GELOMBANG

1. Dapat dipantulkan
2. Dapat dibiaskan
3. Dapat dipolarisasikan
4. Dapat diinterferensikan
5. Dapat difraksikan

D. GELOMBANG BERJALAN

Gelombang berjalan adalah gelombang yang memiliki amplitudo tetap.



Persamaan simpangan di titik P (y_p) dirumuskan :

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

Dengan :

y_p = simpangan (m)

A = Amplitudo gelombang, dengan ketentuan :

- **Bernilai positif** : sumber gelombang bergerak ke atas saat pertama kali bergerak
- **Bernilai negatif** : sumber gelombang bergerak ke bawah saat pertama kali bergerak

$$\omega = 2\pi F = \frac{2\pi}{t} = \text{kecepatan sudut (rad/s)}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \text{bilangan gelombang (/m)}$$

λ = Panjang gelombang (m)

x = jarak titik P dari titik a (m)

t = selang waktu gelombang merambat dari a ke P

f = Frekuensi (Hz)

Tanda fase gelombang :

$$\omega t \pm kx$$

- kx jika gelombang merambat ke arah kanan

+ kx , jika gelombang merambat ke arah kiri

Kecepatan gelombang pada titik P dapat dirumuskan :

$$v_p = \pm A\omega \cos(\omega t \pm kx)$$

Percepatan gelombang pada titik P dapat dirumuskan:

$$a_p = -A\omega^2 \sin(\omega t \pm kx)$$

$$a_p = -\omega^2 y_p$$

Selain itu, kita juga dapat memperoleh :

■ **Sudut Fase**

$$\theta = \omega t \pm kx$$

■ **Fase**

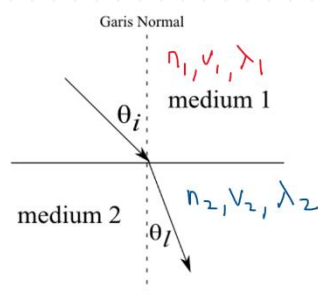
$$\phi = \frac{\theta}{2\pi}$$

■ **Beda fase antara dua titik**

$$\Delta\phi = \frac{x_0 - x_p}{\lambda}$$

E. EKSTRA: PEMBIASAN GELOMBANG

Pada pembiasan berlaku (n melambangkan indeks bias) :

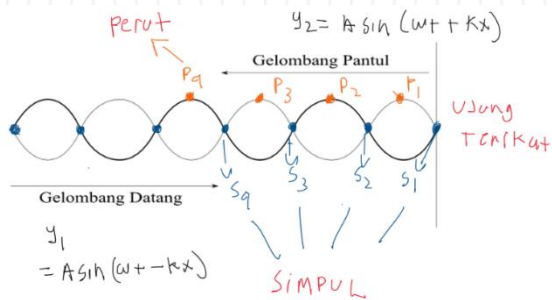


$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_l} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

F. GELOMBANG STASIONER

Gelombang stasioner terjadi jika dua gelombang yang koheren dengan arah yang berlawanan bertemu pada suatu titik. Kedua gelombang tersebut bergabung menghasilkan suatu gelombang stasioner

Gelombang Stasioner Pada Ujung Terikat



- Persamaan simpangan gelombang stasioner pada suatu titik P adalah :

$$y_p = 2A \sin kx \cos \omega t$$

- Amplitudo dari gelombang stasioner ujung terikat adalah :

$$A' = 2A \sin kx$$

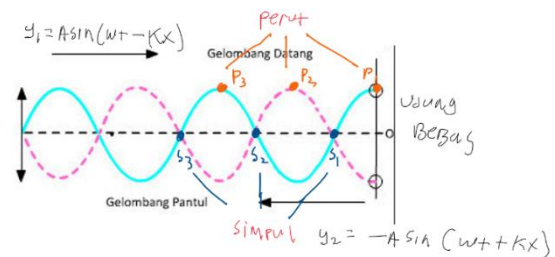
- Jarak simpul ke-n dari ujung terikat adalah :

$$x = \frac{(n-1)}{2} \lambda$$

- Jarak perut ke-n dari ujung terikat adalah :

$$x = \frac{(2n-1)}{4} \lambda$$

Gelombang Stasioner Pada Ujung Bebas



- Persamaan simpangan gelombang stasioner pada suatu titik P adalah :

$$y_p = 2A \cos kx \sin \omega t$$

- Amplitudo dari gelombang stasioner ujung terikat adalah :

$$A' = 2A \cos kx$$

- Jarak simpul ke-n dari ujung bebas adalah :

$$x = \frac{(2n-1)}{4} \lambda$$

- Jarak perut ke-n dari ujung bebas adalah :

$$x = \frac{(n-1)}{2} \lambda$$

G. PERCOBAAN MELDE

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

F adalah tegangan pada dawai (N).

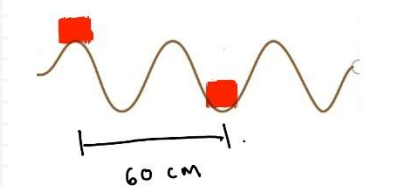
μ adalah massa per satuan Panjang dawai (kg/m)

Contoh Soal :

1. Dua balok kayu terapung di permukaan gelombang air. Balok pertama berada di puncak dan balok kedua berada di lembah. Jarak antara dua balok 60cm. Jika di antara balok ada satu lembah serta waktu tempuh satu bukit adalah 0,8s. Tentukan panjang gelombang, frekuensi, periode dan cepat rambatnya.

Pembahasan:

Jika digambar, kira-kira seperti ini



Terlihat satu setengah gelombang sepanjang 60cm, maka

$$\begin{aligned} \frac{3}{2}\lambda &= 60 \\ \lambda &= 40 \end{aligned}$$

$\lambda = 40\text{cm}$

Diketahui satu bukit (setengah gelombang = setengah periode) membutuhkan 0,8s, maka

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}T &= 0,8 \\ T &= 1,6 \end{aligned}$$

$T = 1,6\text{s}$

Frekuensi kebalikan periode, jadi

$$\begin{aligned} T &= \frac{8}{5} \\ f &= \frac{5}{8} \end{aligned}$$

$f = \frac{5}{8}\text{Hz}$

Untuk mencari cepat rambat kita bisa gunakan $v = \lambda f$

$$\begin{aligned} v &= 40 \cdot \frac{5}{8} \\ v &= 25 \end{aligned}$$

$v = 25\text{cm/s}$

2. Sebuah gelombang berjalan memiliki persamaan $y = 0,08 \sin 4\pi(6t + 5x)$. x dan y dalam meter. Tentukan amplitudo, arah perambatan gelombang, arah getaran pertama, frekuensi, panjang gelombang, cepat rambat.

Pembahasan:

Kita samakan persamaan ini dengan bentuk umum:

$$y = 0,08 \sin 4\pi(6t + 5x)$$

$$y_p = \pm A \sin(\omega t \pm k x)$$

- Maka Amplitudo adalah 0,08m.
- Karena tanda di sudut fase positif maka gelombang merambat dari kanan ke kiri.
- Karena tanda di depan amplitudo positif maka gelombang pertama kali bergerak ke atas.

Untuk mencari frekuensi kita gunakan $\omega = 2\pi f$

$$\begin{aligned} 24\pi &= 2\pi f \\ 12 &= f \end{aligned}$$

$f = 12\text{Hz}$

Untuk mencari panjang gelombang kita gunakan $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

$$\begin{aligned} 20\pi &= \frac{2\pi}{\lambda} \\ 10 &= \lambda \end{aligned}$$

$\lambda = 10\text{m}$

Untuk mencari cepat rambat kita gunakan $v = \lambda f$

$$\begin{aligned} v &= 10 \cdot 12 \\ v &= 120 \end{aligned}$$

$v = 120\text{m/s}$

3. Gelombang merambat dari titik A ke B yang berjarak 50cm. Jika periode gelombang 0,5s dan cepat rambatnya 4cm/s. Maka beda fase antara titik A ke B adalah.

Pembahasan:

Kita harus mencari panjang gelombang terlebih dahulu dengan

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\begin{aligned} 4 &= \frac{\lambda}{0,5} \\ 2 &= \lambda \end{aligned}$$

$\lambda = 2\text{cm}$

Untuk mencari beda fase kita gunakan $\Delta\phi = \frac{x_0 - x_p}{\lambda}$

$$\Delta\phi = \frac{50}{2}$$

$$\Delta\phi = 25$$

$\Delta\phi = 25$ gelombang

4. Suatu gelombang dengan cepat rambat 6cm/s dan frekuensi 3Hz merambat dari medium satu ke medium dua yang berindeks bias 3. Setelah berganti medium panjang gelombang menjadi 12cm. Jika indeks bias medium pertama 6. Tentukan frekuensi kedua dan panjang gelombang pertama.

Pembahasan:

Frekuensi tidak terbiaskan maka $f_2 = f_1$

$f = 3\text{Hz}$

Untuk mencari panjang gelombang pertama kita gunakan $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

$$\frac{3}{6} = \frac{\lambda_1}{12}$$

$$6 = \lambda_1$$

$\lambda_1 = 6\text{cm}$

5. Sebuah gelombang memiliki persamaan $y = 6 \sin(\frac{\pi}{12}x) \cos(84\pi t)$ cm. Tentukan amplitudonya pada $x=4$.

Pembahasan:

Untuk menentukan amplitudo gelombang stasioner kita ambil bagian depan persamaannya

$y = 6 \sin(\frac{\pi}{12}x) \cos(84\pi t)$

$$A_s = 6 \sin(\frac{\pi}{12} \cdot 4)$$

$$A_s = 6 \sin(60^\circ)$$

$$A_s = 6 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3}$$

$$A_s = 3\sqrt{3}$$

$A_s = 3\sqrt{3}\text{cm}$

6. Dua gelombang dengan fungsi:
 $y = 3 \sin(\frac{\pi}{3}x - 3t)$ cm dan
 $y = -3 \sin(\frac{\pi}{3}x + 3t)$ cm
 merambat dengan arah berlawanan pada tali dengan panjang 42cm. Mereka membentuk suatu gelombang stasioner. Tentukan letak perut ke-6 dan simpul ke-9.

Pembahasan:

Dari persamaan dua gelombang terlihat bahwa itu pola gelombang stasioner bebas, karena ada persamaan yang bertanda min di depannya.

Maka kita pakai rumus umum $y_p = 2A \cos kx \sin \omega t$

Dari persamaan salah satu gelombang kita bisa dapatkan semua data variabelnya

$$y = 3 \sin(\frac{\pi}{3}x - 3t)$$

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

Maka bisa kita buat persamaan gelombang stasionernya

$$y_p = 2A \cos kx \sin \omega t$$

$$y_p = 2 \cdot 3 \cos \frac{\pi}{3}x \sin 3t$$

$$y_p = 6 \cos \frac{\pi}{3}x \sin 3t$$

Untuk mencari letak perut ke-6 kita gunakan $x = \frac{n-1}{2} \lambda$

Jadi kita cari panjang gelombangnya terlebih dahulu menggunakan $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

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

$$\lambda = 6$$

$\lambda = 6\text{cm}$

$$x = \frac{6-1}{2} \cdot 6$$

$$x = 15$$

$x_{p6} = 15\text{cm}$ dari ujung bebas

Kemudian untuk letak simpulnya kita gunakan $x = \frac{2n-1}{4} \lambda$

$$x = \frac{2 \cdot 9 - 1}{4} \cdot 6$$

$$x = \frac{17}{2} \cdot 3$$

$$x = 25,5$$

$x_{s9} = 25,5\text{cm}$ dari ujung bebas

7. Seutas dawai memiliki massa per satuan panjang 0,02g/cm. Dawai itu di tegangkan dengan gaya 45N, tentukan cepat rambat gelombang dari dawai tersebut.

Pembahasan:

kita gunakan rumus percobaan melde yaitu

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Kita jadikan satuan SI terlebih dahulu

$$\begin{aligned}\mu &= 0,02 \cdot \frac{10^{-3}}{10^{-2}} \\ \mu &= 0,02 \cdot 10^{-1} \\ \mu &= 2 \cdot 10^{-3}\end{aligned}$$

$$\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{\frac{45}{2 \cdot 10^{-3}}} \\ v &= \sqrt{22,5 \cdot 10^3} \\ v &= \sqrt{225 \cdot 10^2} \\ v &= 150\end{aligned}$$

$$v = 150 \text{ m/s}$$