

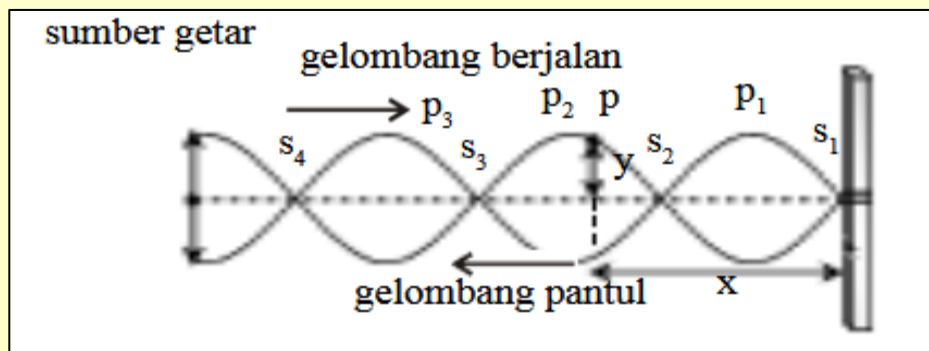
Gelombang Stasioner

Apa yang terjadi jika ada dua gelombang berjalan dengan frekuensi dan amplitudo sama tetapi arah berbeda bergabung menjadi satu? Hasil gabungan itulah yang dapat membentuk gelombang baru. Gelombang baru ini akan memiliki amplitudo yang berubah-ubah tergantung pada posisinya dan dinamakan gelombang stasioner. Bentuk gelombangnya dapat kalian lihat seperti Gambar 1.7 dan Gambar 1.8.

Gelombang stasioner dapat dibentuk dari pemantulan suatu gelombang. Contohnya pada gelombang tali. Tali dapat digetarkan di salah satu ujungnya dan ujung lain diletakkan pada pemantul. Berdasarkan ujung pemantulnya dapat dibagi dua yaitu ujung terikat dan ujung bebas. *Gelombang stasioner* adalah gelombang hasil superposisi dua gelombang berjalan yang: amplitudo sama, frekuensi sama dan arah berlawanan.

a. Ujung terikat

Contoh gelombang stasioner adalah gelombang tali yang ujung satu digetarkan dan ujung lain diikat.



Gambar 1.7 Gelombang stasioner ujung terikat (Sri Handayani dan Ari Damari, 2009: 9).

Gelombang tersebut dibentuk dari dua gelombang yaitu gelombang datang dan gelombang pantul. Persamaan simpangan di titik P memenuhi perpaduan dari keduanya.

Gelombang datang memiliki simpangan:

$$y_1 = A \sin(kx - \omega t)$$

Sedangkan gelombang pantul memiliki simpangan:

$$y_2 = -A \sin(-kx - \omega t)$$

$$y_2 = A \sin(kx + \omega t)$$

Perpaduan gelombang datang y_1 , dengan gelombang pantul y_2 di titik P memenuhi:

$$y_p = y_1 + y_2$$

$$y_p = A \sin(kx - \omega t) + A \sin(kx + \omega t)$$

$$y_p = A[\sin(kx - \omega t) + \sin(kx + \omega t)]$$

Mengingat $\sin A + \sin B = 2 \sin \frac{1}{2}(A + B) \cos \frac{1}{2}(A - B)$, maka

$$y_p = A \times 2 \sin \frac{1}{2}(kx - \omega t + kx + \omega t) \cos \frac{1}{2}(kx - \omega t - (kx + \omega t))$$

$$y_p = 2A \sin kx \cos \omega t \dots \dots \dots (1.8)$$

Persamaan 1.8 terlihat bahwa gelombang stasioner ujung terikat memiliki amplitudo yang tergantung pada posisinya yaitu memenuhi persamaan berikut.

$$A_p = 2A \sin kx \dots \dots \dots (1.9)$$

Jarak perut dan simpul

Letak simpul

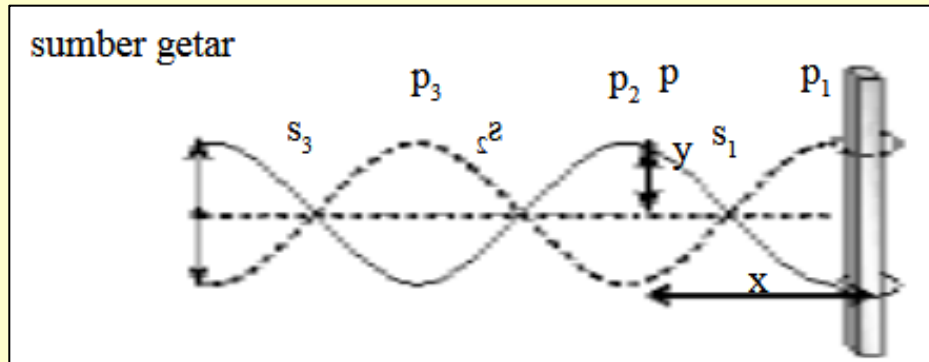
Letak simpul dari ujung tetap merupakan kelipatan genap dari seperempat panjang gelombang.

$$x_{n+1} = 2n \times \frac{\lambda}{4}; \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Letak perut dari ujung tetap merupakan kelipatan ganjil dari seperempat panjang gelombang.

$$x_{n+1} = (2n + 1) x \frac{\lambda}{4}; \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Gelombang stationer ujung bebas dapat digambarkan seperti pada *Gambar 8*.



Gambar 1.8 Gelombang stasioner ujung terikat (Sri Handayani dan Ari Damari, 2009: 10).

Gelombang stationer ujung bebas juga terbentuk dari dua gelombang berjalan yaitu gelombang datang dan gelombang pantul.

Gelombang datang : $y_1 = A \sin(kx - \omega t)$

Gelombang pantul : $y_2 = -A \sin(-kx - \omega t)$

$$y_2 = A \sin(kx + \omega t)$$

Perpaduannya dapat menggunakan analisa matematis yang sesuai dengan gelombang stationer ujung terikat. Coba kalian buktikan sehingga menghasilkan persamaan berikut.

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

$$A_p = 2A \cos kx \dots \dots \dots (1.10)$$

Jarak perut dan simpul

Letak simpul

Letak simpul dari ujung bebas merupakan kelipatan ganjil dari seperempat panjang gelombang

$$x_{n+1} = (2n + 1) x \frac{\lambda}{4}; \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

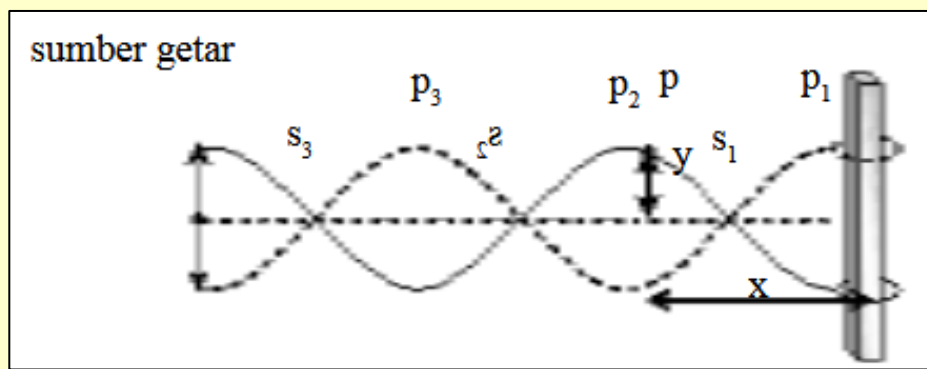
Letak perut

Letak perut dari ujung tetap merupakan kelipatan genap dari seperempat panjang gelombang.

$$x_{n+1} = 2n x \frac{\lambda}{4}; \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Percobaan Melde

Gelombang berjalan memiliki sifat pada setiap titik yang dilalui akan memiliki amplitudo yang sama. Perhatikan gelombang berjalan dari sumber O ke titik P yang berjarak x pada *Gambar 9*.



Gambar 1.9 Gelombang stasioner ujung terikat (Sri Handayani dan Ari Damari, 2009: 10).

Percobaan Melde mempelajari tentang besaran-besaran yang mempengaruhi cepat rambat gelombang transversal pada tali. Melalui percobaannya, Melde menemukan bahwa cepat rambat gelombang pada

dawai sebanding dengan akar gaya tegangan tali dan berbanding terbalik dengan akar massa persatuan panjang dawai.

Dari hasil percobaan itu dapat diperoleh perumusan sebagai berikut.

$$v^2 \sim F$$

$$v^2 \sim \frac{1}{\mu}$$

$$\text{Maka, } v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Dengan:

v = laju gelombang (m/s)

F = tegangan tali (N)

μ = massa per satuan panjang tali (kg/m)

CONTOH SOAL PEMAHAMAN

Sebuah tali yang panjang, salah satu ujungnya digetarkan terus-menerus dengan amplitudo 10 cm, periode 2 s, sedangkan ujung yang lain dibuat bebas. Jika cepat rambat gelombang pada tali tersebut 18 cm/s dan pada tali terjadi gelombang stasioner, tentukanlah :

- amplitudo gelombang stasioner pada titik P yang berjarak 12 cm dari ujung bebas,
- letak simpul ke-2 dan perut ke-3 dari ujung bebas.

Penyelesaian :

Diketahui :

$$A = 10 \text{ cm}$$

$$T = 2 \text{ s}$$

$$v = 18 \text{ cm/s}$$

$$\lambda = v \times T = 18 \text{ cm/s} \times 2 \text{ s} = 36 \text{ cm}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{36 \text{ cm}} = \frac{\pi}{18}$$

Ditanya:

- $A_p = \dots?$ $x = 12 \text{ cm}$
- letak simpul ke-2 = $\dots?$ dan letak perut ke-3 = $\dots?$

Jawab:

- Besarnya amplitudo di titik P yang berjarak 20 cm dari ujung bebas adalah :

$$\begin{aligned} A_p &= 2A \cos kx = 2A \cos \frac{\pi}{18} \\ &= 2 \times 10 \cos \frac{2}{3}\pi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 20 \cos \frac{2}{3}(108^\circ) \\
 &= 20 \cos 120^\circ \\
 &= 20 \times \left(-\frac{1}{2}\right) = -10 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Besarnya amplitudo diambil harga mutlak/positifnya yaitu 10 cm.

b) Letak simpul ke-2

$$x_{s_2} = (2n - 1) \frac{1}{4} \lambda = (2.2 - 1) \frac{1}{4} \times 36 = 27 \text{ cm}$$

letak perut ke-3

$$x_{p_3} = (n - 1) \frac{1}{2} \lambda = (3 - 1) \frac{1}{2} \times 36 = 36 \text{ cm}$$