







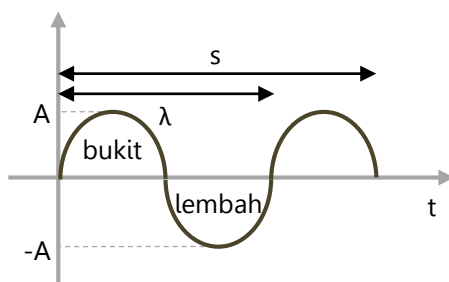
Gelombang

A. PENDAHULUAN

-  **Gelombang** adalah getaran yang merambat.
-  **Gelombang** merambat getaran tanpa memindahkan partikel. Partikel hanya bergerak di sekitar titik kesetimbangan.
-  **Gelombang** berdasarkan medium dibagi menjadi:
 - 1) **Gelombang mekanik**, yaitu gelombang yang membutuhkan medium.
Contoh: gelombang laut, gelombang bunyi.
 - 2) **Gelombang elektromagnetik**, yaitu gelombang yang tidak butuh medium.
Contoh: gelombang cahaya.
-  **Gelombang** berdasarkan arah rambat dibagi menjadi:
 - 1) **Gelombang transversal**, yaitu gelombang yang tegak lurus dengan arah rambat.
Contoh: gelombang cahaya.
 - 2) **Gelombang longitudinal**, yaitu gelombang yang searah dengan arah rambat.
Contoh: gelombang permukaan, gelombang bunyi, pegas.
 - 3) **Gelombang sirkular**, yaitu gabungan gelombang transversal dan longitudinal.
Contoh: gelombang pada permukaan air.

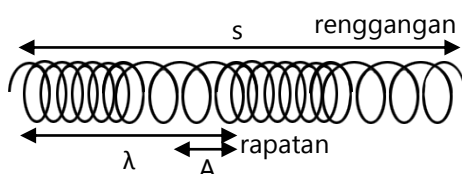
B. BESARAN-BESARAN GELOMBANG

-  **Amplitudo** adalah simpangan terjauh yang dimiliki suatu gelombang.
-  **Panjang gelombang** adalah:
 - 1) **Gelombang transversal**




Satu gelombang (λ) transversal adalah satu bukit dan satu lembah.

- 2) **Gelombang longitudinal**




Satu gelombang (λ) longitudinal adalah satu rapatan dan satu renggangan.

-  **Periode gelombang (T)** adalah lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu getaran.

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

T = periode (s)
 t = waktu (s)
 n = jumlah getaran (kali)

-  **Frekuensi gelombang (f)** adalah jumlah getaran yang terjadi dalam satuan waktu.

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

f = frekuensi (Hz)
 n = jumlah getaran (kali)
 t = waktu (s)




-  **Hubungan** periode dan frekuensi:

$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{T}$$

-  **Cepat rambat gelombang** dapat dirumuskan:


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

C. GELOMBANG BERJALAN


-  **Gelombang berjalan** adalah gelombang yang merambat dengan amplitudo tetap atau konstan di setiap titik yang dilaluinya.
-  **Gelombang berjalan** memiliki bentuk yang sinusoidal, sehingga dapat dibentuk sebuah persamaan gelombang berjalan.
-  **Fase gelombang (ϕ)** adalah sudut fase yang ditempuh tiap satu putaran.

$$\phi = \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}$$




t = waktu (s)
 T = periode (s)

-  **Sudut fase (θ)** adalah sudut yang ditempuh gelombang saat bergetar dalam fungsi sinus.

$$\theta = 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$$

-  **Beda fase ($\Delta\phi$)** adalah selisih antara satu fase dengan fase lain.

$$\Delta\phi = \frac{\Delta x}{\lambda} \quad \Delta x = x_2 - x_1$$

-  **Nilai beda fase** berkisar antara nol sampai satu, dengan nilai bilangan bulat diabaikan.
-  **Dua gelombang** dikatakan sefase apabila beda fasenya nol, dan memiliki frekuensi dan titik simpangan sama dalam waktu yang sama.
-  **Dua gelombang** dikatakan berlawanan apabila beda fasenya setengah, dan memiliki frekuensi sama namun memiliki titik simpangan yang berlawanan.

Persamaan simpangan gelombang berjalan:

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

y = simpangan partikel P (m)

A = amplitudo (m)

ω = frekuensi sudut (rad/s)

t = waktu getar titik asal (s)

k = bilangan gelombang

x = jarak partikel P ke asal getaran (m)

dimana,

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

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

$$v = \frac{\omega}{k}$$

Persamaan simpangan menggunakan fase gelombang:

$$y_p = \pm A \sin \left(2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) \right)$$

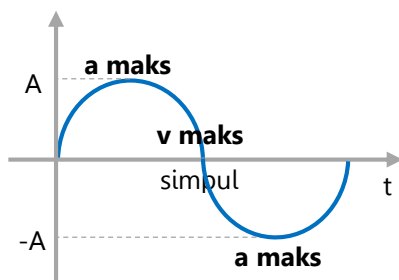
Makna persamaan simpangan:

Amplitudo

- Jika $A > 0$ (**positif**), maka arah getar gelombang pertama ke atas lebih dulu.
- Jika $A < 0$ (**negatif**), maka arah getar gelombang pertama ke bawah lebih dulu.

Arah rambat gelombang

- Jika ω dan k sama tanda, maka arah rambat gelombang adalah ke kiri.
- Jika ω dan k berbeda tanda, maka arah rambat gelombang adalah ke kanan.



Persamaan kecepatan gelombang berjalan merupakan turunan pertama dari persamaan simpangan.

$$y' = v = \frac{dy}{dt}$$

$$v_p = \omega.A \cos (\omega.t \pm k.x)$$

Kecepatan minimum gelombang terdapat pada **amplitudo**, dan **kecepatan maksimum** terdapat pada **simpul**.

Kecepatan maksimum gelombang terjadi pada saat $\cos (\omega.t \pm k.x) = 1$, dapat dirumuskan:

$$v_{maks} = \omega.A$$

Persamaan percepatan gelombang berjalan merupakan turunan pertama persamaan kecepatan, dapat dirumuskan:

$$y'' = v' = a = \frac{dv}{dt}$$

$$a_p = -\omega^2.A \sin (\omega.t \pm k.x)$$

Percepatan minimum gelombang terdapat pada **simpul**, dan **percepatan maksimum** terdapat pada **amplitudo**.

Percepatan maksimum gelombang terjadi pada saat $\sin (\omega.t \pm k.x) = 1$, dapat dirumuskan:

$$a_{maks} = -\omega^2.A$$

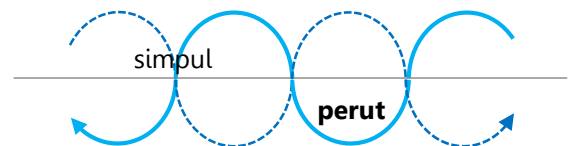
D. GELOMBANG STASIONER

Gelombang stasioner (diam) adalah gelombang yang merambat dengan amplitudo berubah atau tidak konstan di setiap titik yang dilaluinya.

Gelombang stasioner dapat terbentuk karena:

- 1) Dua gelombang koheren bergerak berlawanan arah di sekitar titik kesetimbangan.
- 2) Sebuah gelombang mengalami pemantulan.

Gelombang stasioner memiliki simpangan stasioner, amplitudo stasioner, simpul dan perut.



Cepat rambat gelombang stasioner menurut percobaan Melde dipengaruhi oleh keadaan medium rambat gelombang.

Cepat rambat gelombang stasioner menurut Melde dapat dirumuskan:

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

v = cepat rambat gelombang (m/s)

F = gaya tegangan tali (N)

μ = massa jenis tali tiap satuan

panjang (kg/m)

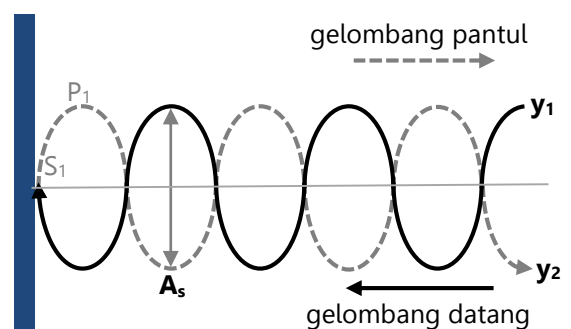
m = massa tali (kg)

L = panjang tali (m)

$$\mu = \frac{m}{L}$$

Refleksi gelombang mekanik akan menghasilkan sebuah gelombang stasioner.

Refleksi gelombang pada ujung terikat:



Persamaan gelombang stasioner

$$y_b = 2A \sin(k.x) \cos(\omega.t)$$

Amplitudo gelombang stasioner

$$A_s = 2A \sin(k.x)$$

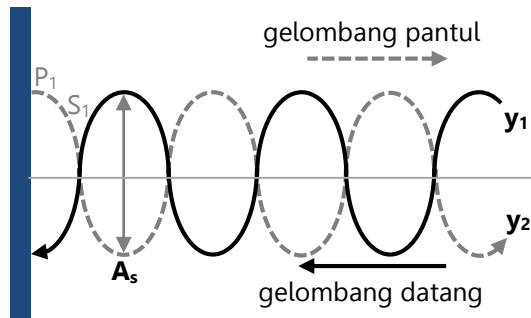
Letak simpul dari ujung terikat:

$$x_{Sn} = \frac{n-1}{2} \lambda$$

Letak perut dari ujung terikat:

$$x_{Pn} = \frac{2n-1}{4} \lambda$$

Refleksi gelombang pada ujung bebas:

**Persamaan gelombang stasioner**

$$y_b = 2A \cos(k.x) \sin(\omega.t)$$

Amplitudo gelombang stasioner

$$A_s = 2A \cos(k.x)$$

Letak simpul dari ujung bebas:

$$x_{Sn} = \frac{2n-1}{4} \lambda$$

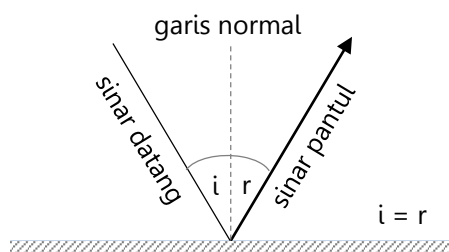
Letak perut dari ujung bebas:

$$x_{Pn} = \frac{n-1}{2} \lambda$$

E. GEJALA-GEJALA GELOMBANG

Gejala-gejala gelombang terdiri dari refleksi, dispersi, refraksi, difraksi, interferensi, polarisasi dan efek Doppler.

Refleksi (pemantulan gelombang) terjadi berdasarkan hukum pemantulan gelombang:



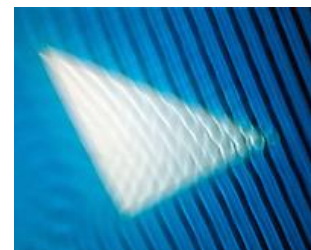
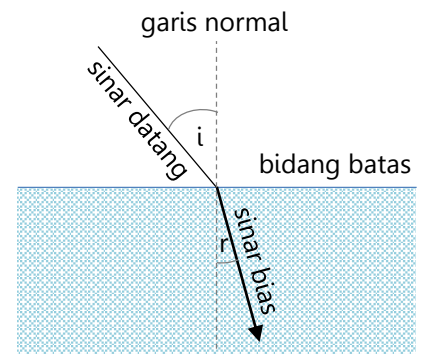
Gelombang datang, garis normal dan gelombang pantul terletak pada satu bidang datar.

Sudut datang (i) gelombang sama dengan **sudut pantul (r)**.

Dispersi (penguraian gelombang) merupakan perubahan bentuk gelombang mekanik ketika merambat pada suatu medium berbeda.

Contoh: penguraian polikromatik (putih) pada prisma menjadi monokromatik.

Refraksi (pembiasan gelombang) terjadi berdasarkan hukum Snellius:



Gelombang datang, garis normal dan gelombang bias terletak pada satu bidang datar.

Gelombang datang dari medium kurang rapat ke lebih rapat dibiaskan mendekati garis normal, dan sebaliknya.

Persamaan umum pembiasan gelombang:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = n$$

i = sudut datang

v₁ = kecepatan gelombang pada medium asal

r = sudut bias

v₂ = kecepatan gelombang pada medium tujuan

n = indeks bias relatif

Indeks bias adalah perbedaan kecepatan gelombang (cahaya) yang terjadi pada dua medium yang berbeda kerapatannya.

Nilai indeks bias relatif

$$n = \frac{n_2}{n_1}$$

n = indeks bias medium 2 relatif 1

n₂ = indeks bias medium tujuan

n₁ = indeks bias medium asal

Persamaan indeks bias

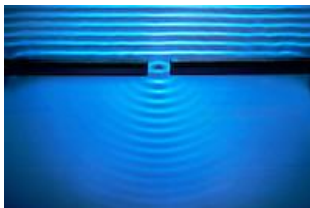
$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

Difraksi (pelenturan gelombang) terjadi apabila suatu gelombang diberi penghalang bercelah.

- 1) **Difraksi pada celah lebar** menghasilkan gelombang dengan muka gelombang hanya melentur pada tepi celah.



- 2) **Difraksi pada celah sempit** menghasilkan difraksi yang jelas.



Interferensi (perpaduan gelombang) terjadi karena perpaduan dua gelombang tunggal atau lebih terjadi berdasarkan prinsip superposisi.

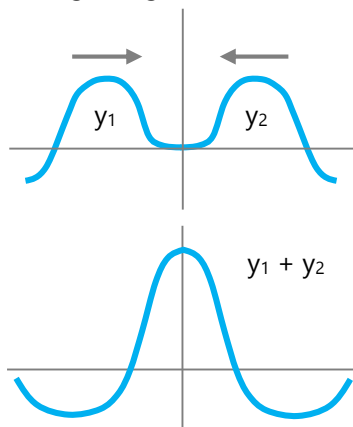
Menurut prinsip superposisi:

Jika dua gelombang atau lebih berjalan dalam suatu medium, maka gabungan fungsi gelombang adalah penjumlahan aljabar tiap fungsi gelombang tersebut.

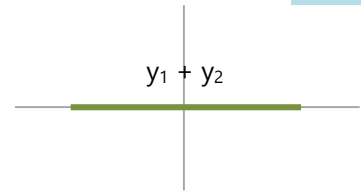
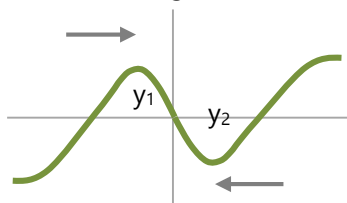
Superposisi gelombang datang dengan gelombang pantul akan menghasilkan gelombang stasioner.

Interferensi gelombang terbagi menjadi:

- 1) **Interferensi konstruktif/maksimum**
Adalah interferensi gelombang sefase dan bersifat saling menguatkan.



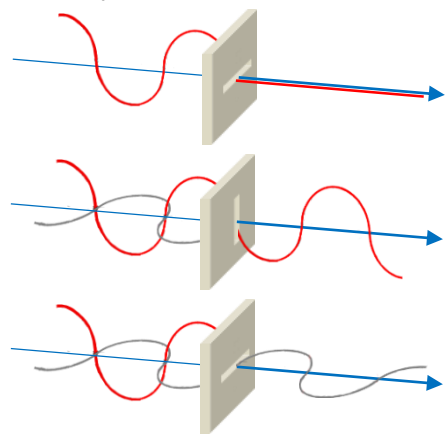
- 2) **Interferensi destruktif/minimum**
Adalah interferensi gelombang berlawanan fase dan bersifat saling meniadakan.



Interferensi dua buah gelombang lingkaran akan menghasilkan pola terang-gelap yang merupakan pola interferensi konstruktif-destruktif.

Polarisasi (pengkutuban gelombang) terjadi pada gelombang transversal, ketika gelombang melewati suatu celah (polaroid).

Suatu arah gelombang akan terserap oleh celah apabila celah tidak sejajar dengan arah polarisasi, dan tidak akan terserap apabila celah sejajar dengan arah polarisasi.



Efek Doppler adalah perubahan frekuensi atau panjang gelombang sumber gelombang yang diterima pengamat karena adanya gerak relatif di antara keduanya.

F. KEKALKAN ENERGI MEKANIK GELOMBANG

Energi gelombang merupakan energi mekanik yang dibawa gelombang ketika merambat.

Energi gelombang dapat dirumuskan:

$$E = \frac{1}{2} k \cdot A^2$$

$$k = 4 \cdot \pi^2 \cdot m \cdot f^2$$

sehingga,

$$E = 2 \cdot \pi^2 \cdot m \cdot f^2 \cdot A^2$$

E = energi gelombang (J)

k = bilangan gelombang

A = amplitudo (m)

m = massa (kg)

f = frekuensi (Hz)