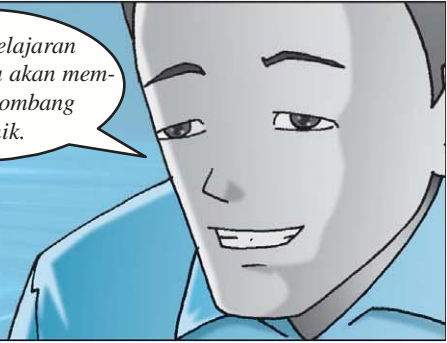



BAB 1


GELOMBANG MEKANIK




Pada pembelajaran pertama ini kita akan mempelajari gelombang mekanik.




Gelombang mekanik dapat kita pelajari melalui gejala gelombang pada slinky dan tali yang digetarkan.



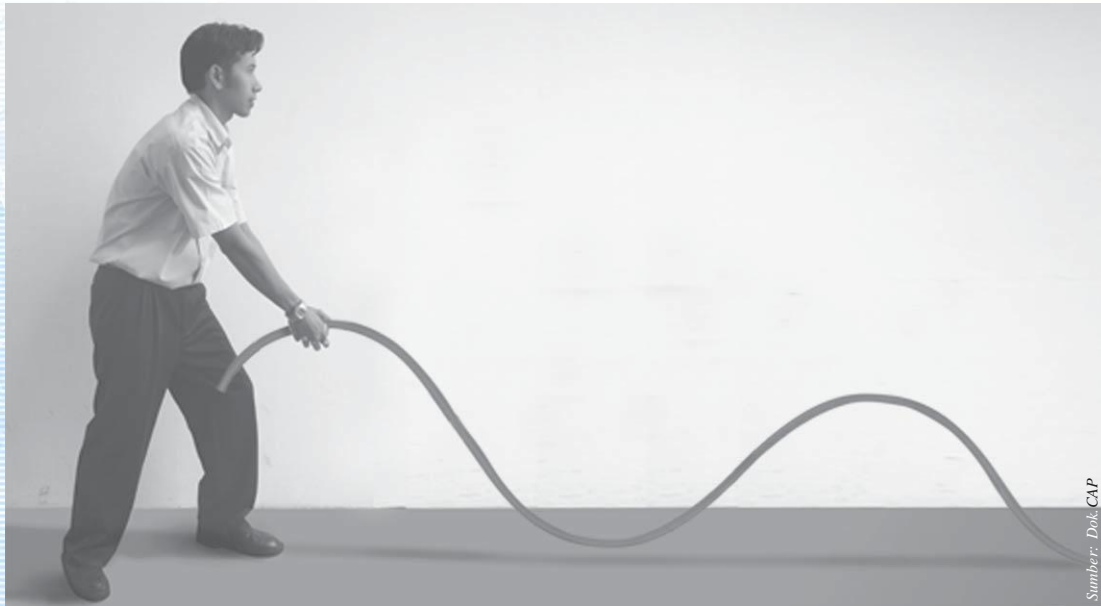
Ya. Setelah itu kita akan mempelajari persamaan gelombang berjalan dan cepat rambat gelombang transversal.



Gelombang stasioner, interferensi gelombang, dan layangan gelombang akan menjadi pokok bahasan berikutnya.



Pada akhirnya kita akan dapat menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang dalam menyelesaikan masalah.



Gambar 1.1 Tali yang digetarkan

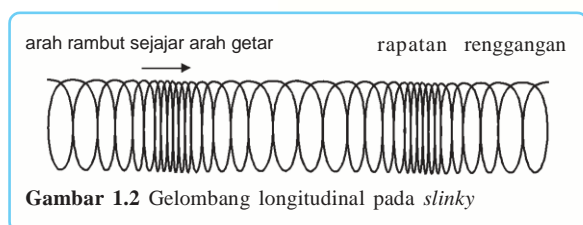
Pernahkah kamu bermain *slinky*? Coba kamu perhatikan rapatan dan renggangan pada *slinky* tersebut saat digetarkan. Ambillah seutas tali! Amatilah apa yang terjadi jika salah satu ujung tali kamu ikatkan pada suatu tiang kemudian ujung yang lain kamu getarkan! Tali dan *slinky* yang digetarkan akan menunjukkan gejala gelombang. Apakah gelombang itu? Untuk memahaminya pelajarilah pembahasan berikut!

Kata Kunci: Persamaan Gelombang Berjalan – Cepat Rambat Gelombang – Gelombang Stasioner – Interferensi Gelombang – Layangan Gelombang

A. Pengertian Gelombang Mekanik

Berdasarkan gambar 1.1, kita dapat melihat timbulnya gejala gelombang pada *slinky*. Gejala gelombang tersebut terjadi karena getaran yang merambat pada *slinky*. Dengan demikian, dapat diambil pengertian bahwa gelombang adalah getaran yang merambat.

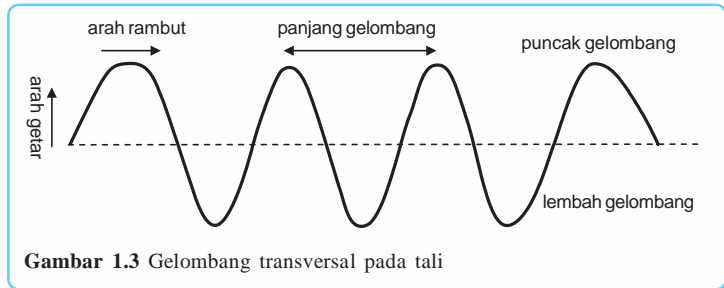
Gejala gelombang pada *slinky* maupun tali merupakan gejala gelombang yang sudah tidak asing lagi bagi kita. Gelombang yang terjadi pada contoh-contoh di atas merupakan contoh gelombang mekanik. Gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan media untuk merambat.



Gambar 1.2 Gelombang longitudinal pada *slinky*

Berdasarkan arah rambat dan arah getarnya, gelombang dibedakan atas **gelombang transversal** dan **gelombang longitudinal**. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan

arah getarnya. Contoh gelombang jenis ini adalah gelombang pada tali. Sedangkan gelombang longitudinal adalah gelombang yang memiliki arah rambat sejajar dengan arah getarnya. Contoh gelombang longitudinal adalah gelombang pada *slinky*.



Gambar 1.3 Gelombang transversal pada tali

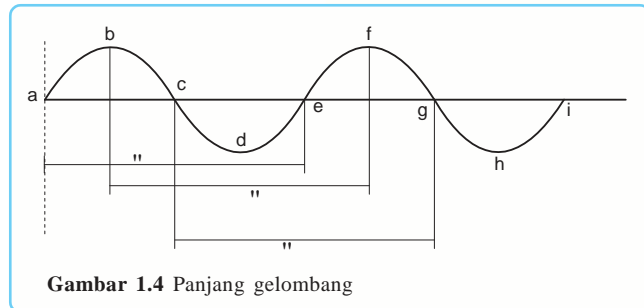
Sebelum kita membahas lebih lanjut tentang konsep gelombang mekanik, akan lebih baik bila kita mengetahui istilah-istilah yang berhubungan dengan gelombang sebagai berikut.

1. Panjang Gelombang

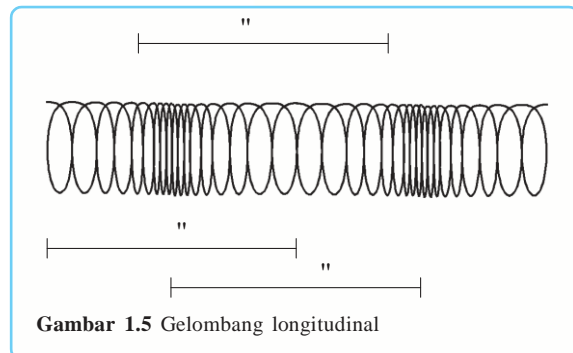
panjang gelombang, perhatikan gambar berikut.

cde, ghi adalah lembah gelombang titik b, f adalah puncak gelombang titik d, h adalah dasar gelombang

abcde, bcdef, cdefg, dan seterusnya adalah satu gelombang. Panjang a–e, b–f, c–g, d–h, dan seterusnya adalah panjang satu gelombang atau sering disebut panjang gelombang (λ = dibaca lamda). Pada gambar di atas maka $\lambda = "$. Untuk gelombang longitudinal, panjang satu gelombang adalah panjang satu rapatan dan satu regangan atau jarak antardua rapatan yang berurutan atau jarak antara dua regangan yang berurutan seperti pada gambar 1.5 di samping!



Gambar 1.4 Panjang gelombang



Gambar 1.5 Gelombang longitudinal

2. Periode gelombang (T), yaitu waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang.
3. Frekuensi gelombang (f), yaitu jumlah gelombang tiap sekon.
4. Cepat rambat gelombang (v), yaitu jarak yang ditempuh gelombang tiap sekon.

Secara matematis, cepat rambat gelombang dirumuskan:

$$v = \frac{s}{t} \quad \dots (1.1)$$

Jika $s = \lambda$ maka persamaan 1.1 menjadi:

$$v = \frac{\lambda}{t} \text{ atau } v = \lambda \cdot f$$

Keterangan:

s : jarak yang ditempuh dalam t sekon

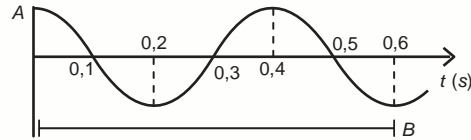
t : periode ($t = T$)

Supaya kamu lebih memahami penjelasan di atas, cobalah perhatikan contoh soal berikut ini!

Contoh Soal

Gelombang merambat pada tali seperti gambar berikut. Berdasarkan gambar tersebut tentukan:

- panjang gelombang,
- periode,
- cepat rambat gelombang.



Penyelesaian:

Diketahui: $n = \frac{3}{2}$

$t = 0,6$ sekon

Ditanyakan: a. $\lambda = \dots ?$

b. $T = \dots ?$

c. $v = \dots ?$

Jawab:

a. Dari gambar terlihat bahwa dari titik A ke B terbentuk $\frac{3}{2}$ gelombang sehingga

$$\frac{3}{2} \lambda = 0,6$$

$$\lambda = \frac{0,6}{\frac{3}{2}} = 0,4 \text{ m}$$

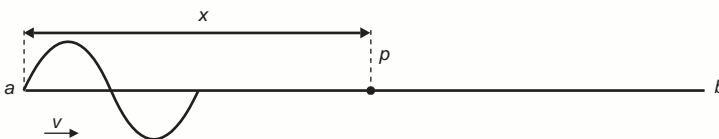
b. $T = \frac{0,6}{\frac{3}{2}} = 0,4$ sekon

c. $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,4 \text{ m}}{0,4 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$

Berdasarkan pembahasan di atas kita dapat mengetahui tentang gelombang secara umum dan istilah yang berkaitan dengan gelombang serta pengertian gelombang mekanik. Untuk memahami lebih jauh tentang gelombang mekanik, marilah kita pelajari pembahasan berikut!

B. Persamaan Gelombang Berjalan

Perhatikan gambar 1.6 di bawah ini! Gambar tersebut menunjukkan gelombang transversal pada seutas tali ab yang cukup panjang. Pada ujung a kita getarkan sehingga terjadi rambatan gelombang. Titik p adalah suatu titik yang berjarak x dari a .



Gambar 1.6 Gelombang yang merambat pada seutas tali

Misalnya a digetarkan dengan arah getaran pertama kali ke atas, maka persamaan gelombangnya adalah:

$$y = A \sin Zt \quad \dots (1.2)$$

Getaran ini akan merambat ke kanan dengan kecepatan v , sehingga getaran akan sampai di p setelah selang waktu $\frac{x}{v}$. Berdasarkan asumsi bahwa getaran berlangsung konstan, persamaan gelombang di titik p adalah:

$$y_p = A \sin Zt_p \quad \dots (1.3)$$

Selang waktu perjalanan gelombang dari a ke p adalah $\frac{x}{v}$. Oleh karena itu, persamaan 1.3 dapat dituliskan sebagai berikut.

$$y_p = A \sin Z \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad \dots (1.4)$$

Dengan $Z = 2\pi f$ dan $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ serta $v = f \cdot \lambda$, persamaan 1.4 dapat kita jabarkan menjadi:

$$y_p = A \sin (Zt - kx) \quad \dots (1.5)$$

Jika gelombang merambat ke kiri maka titik p telah mendahului a dan persamaan gelombangnya adalah:

$$y_p = A \sin (Zt + kx) \quad \dots (1.6)$$

Jika titik a digetarkan dengan arah getaran pertama kali ke bawah, maka amplitudo (A) negatif.

Dengan demikian, **persamaan gelombang berjalan** dapat dituliskan sebagai berikut.

$$y_p = \pm A \sin (Zt \pm kx) \quad \dots (1.7)$$

Keterangan:

y_p : simpangan (m)

A : amplitudo (m)

k : bilangan gelombang = $\frac{2\pi}{\lambda}$

v : cepat rambat gelombang (m/s)

λ : panjang gelombang (m)

t : waktu (s)

x : jarak (m)

Z : kecepatan sudut (rad/s)

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

f : frekuensi (Hz)

T : periode ($\frac{1}{f}$)

Persamaan Gelombang Berjalan

Contoh Soal

Fungsi gelombang pada suatu medium dinyatakan sebagai:

$y = 0,1 \sin (5t - 2x)$, dengan x dan y dalam meter dan t dalam sekon. Tentukanlah frekuensi dan panjang gelombang tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui: gelombang berjalan, $y = 0,1 \sin (5t - 2x)$

Ditanyakan: $f = \dots?$

$\lambda = \dots?$

Jawab:

Dengan menggunakan persamaan 1.5 dapat kita ketahui bahwa: $A = 0,1 \text{ m}$ dan $Z = 2 \text{ S } f = 5$, sehingga:

$$f = \frac{5}{2\text{S}} \text{ Hz}$$

Dengan persamaan 1.5 kita ketahui bahwa $k = 2$, sehingga:

$$k = \frac{2\text{S}}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{2\text{S}}{k}$$

$$\lambda = 1 \text{ m}$$

C. Cepat Rambat Gelombang Transversal

Pernahkah kamu memerhatikan senar gitar yang sedang dipetik? Pada senar gitar yang dipetik akan tampak "gangguan" atau distorsi yang merambat ke kedua arah. Tiap gangguan tersebut disebut pulsa transversal. Disebut demikian karena arah gerak partikel-partikel senar tegak lurus dengan arah rambat pulsa.

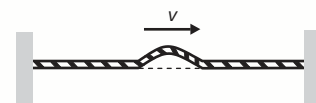
Gelombang pada senar yang di petik tersebut merambat dengan kecepatan v . Berikut ini kita akan membahas cara menentukan besarnya v tersebut. Perhatikan gambar berikut 1.7a dan 1.7b di samping!

Gambar 1.7a menunjukkan pulsa yang menjalar sepanjang tali senar gitar dengan laju v ke kanan. Pulsa gelombang tersebut dianggap kecil dibandingkan panjang senar gitar. Pulsa ini menimbulkan tegangan tali (F) yang konstan sepanjang senar, seperti terlihat pada gambar 1.7b. Pada gambar 1.7b menunjukkan segmen senar sepanjang s membentuk busur suatu lingkaran berjari R dan bergerak dengan kelajuan v .

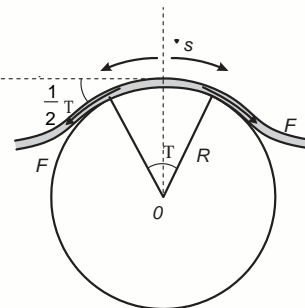
Berdasarkan percepatan sentripetal $a_s = \frac{v^2}{R}$ dan sudut

pusat $T = \frac{a_s}{R}$. Komponen F pada arah mendatar saling meniadakan resultan komponen F pada arah vertikal:

$$F_R = 2 F \sin \frac{1}{2} T, \text{ untuk } T \text{ kecil maka } F_R = 2 F \frac{1}{2} T = FT.$$



Gambar 1.7a Gelombang yang bergerak dengan laju v sepanjang senar gitar



Gambar 1.7b Suatu segmen kecil tali senar yang panjangnya s bergerak dalam busur melingkar dengan jari-jari R

Jika P adalah massa persatuan panjang senar maka untuk segmen senar pada gambar 1.7b berlaku:

$$P = \frac{m}{\Delta s} = \frac{m}{\Delta R} \text{ atau } m = PTR$$

Jika resultan komponen F pada arah vertikal: $(F_R) =$ gaya radial maka:

$$FT = m \frac{v^2}{R}$$

$$FT = PTR \frac{v^2}{R}$$

$$F = P v^2 \text{ atau}$$

$$v^2 = \frac{F}{P}$$

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

Keterangan:

v : laju gelombang (m/s)

F : tegangan tali (N)

P : massa persatuan panjang tali (kg/m)

Contoh Soal

Suatu tali dihubungkan melalui katrol dan ujungnya diberi beban 0,2 kg kemudian digetarkan. Jika panjang tali 3 m dari massa tali 60 gram, tentukan laju gelombang pada tali! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Penyelesaian:

Diketahui: $m_b = 0,2 \text{ kg}$

" = 3 m

$m_t = 60 \text{ gram}$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

Ditanyakan: $v = \dots?$

Jawab:

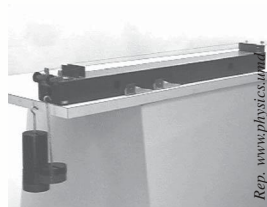
$$F = mg = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ N}$$

$$P = \frac{m}{l}$$

$$P = \frac{0,06 \text{ kg}}{3 \text{ m}} = 0,02 \text{ kg/m}$$

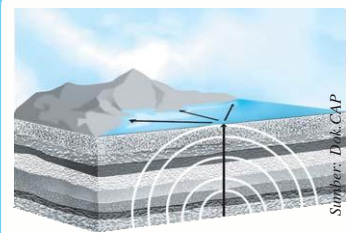
$$v = \sqrt{\frac{F}{P}}$$

$$v = \frac{2}{0,02} = 10 \text{ m/s}$$



Sebaiknya Tahu

Gempa Bumi



Gambar 1.8 Rambatan gelombang gempa

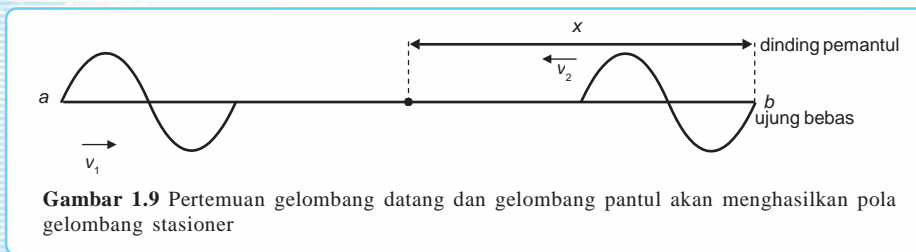
Gempa bumi merupakan gejala perambatan energi gelombang dari pusat gempa menuju ke permukaan bumi.

Titik pusat gempa bumi di dalam perut bumi disebut *hiposentrum*. Sedangkan pusat gempa di permukaan bumi yang tegak lurus dengan hiposentrum disebut *episentrum*.

D. Gelombang Stasioner

Sejauh ini kita telah membahas rambatan gelombang pada medium dengan jarak yang tidak terbatas, sehingga rambatannya pun kita anggap berjalan searah secara terus-menerus. Jika gelombang telah mengalami pemantulan, sementara sumber gelombang masih terus memberikan pulsa terus-menerus maka akan terjadi pertemuan antara gelombang datang dan gelombang pantul. Baik gelombang datang maupun gelombang pantul dapat kita anggap koheren. Pertemuan ini akan menghasilkan pola gelombang yang disebut **gelombang stasioner**.

Gelombang stasioner terjadi jika dua buah gelombang yang koheren dengan arah rambat yang saling berlawanan bertemu pada suatu titik, sehingga mengakibatkan terjadinya interferensi antara kedua gelombang tersebut. Gambar 1.9 menunjukkan gejala terbentuknya gelombang stasioner.



Gambar 1.9 Pertemuan gelombang datang dan gelombang pantul akan menghasilkan pola gelombang stasioner

Misalnya dua buah gelombang berjalan yang bergerak berlawanan arah akibat pantulan, masing-masing gelombang memiliki persamaan:

$$y_1 = A \sin (Zt + kx) \quad \dots (1.8)$$

$$y_2 = A \sin (Zt - kx) \quad \dots (1.9)$$

Gelombang tersebut akan bertemu pada suatu titik dan menimbulkan gejala interferensi gelombang dan menghasilkan gelombang stasioner.

Jika kedua persamaan ini kita jumlahkan, untuk gelombang stasioner yang terjadi memiliki persamaan:

$$y_s = 2A \cos kx \sin Zt \quad \dots (1.10)$$

Keterangan:

x : jarak titik dari ujung pantulan

y_s : simpangan gelombang stasioner

Persamaan 1.10 adalah persamaan gelombang stasioner pada ujung bebas. Dari persamaan tersebut dapat kita lihat bahwa gelombang stasioner ini memiliki amplitudo sebesar:

$$A_s = 2A \cos kx \quad \dots (1.11)$$

Keterangan:

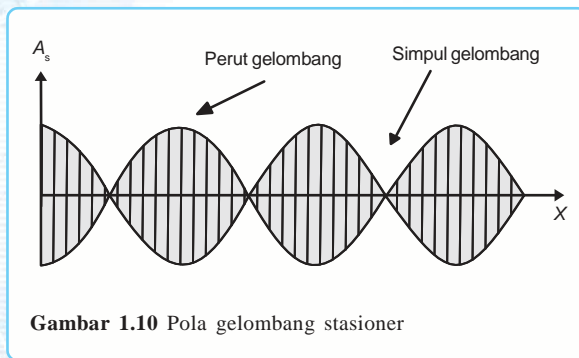
A_s : amplitudo gelombang stasioner (m)

A : amplitudo gelombang berjalan (m)

k : bilangan gelombang = $\frac{2\pi}{\lambda}$

x : jarak suatu titik ke titik pantul (m)

Pola gelombang stasionernya dapat kita lihat pada gambar berikut.



Berdasarkan persamaan 1.11 di atas, dapat ditentukan letak terjadinya interferensi konstruktif dengan melihat amplitudo gelombang stasionernya. Interferensi konstruktif akan terjadi pada perut gelombang. Pola pusat gelombang amplitudo gelombang stasionernya adalah maksimum. Nilai tersebut akan dicapai jika harga $\frac{2Sx}{\lambda} = 0\lambda, \lambda, 2\lambda, 3\lambda,$ dan seterusnya.

Letak perut gelombang dari dinding pemantul adalah:

$$x = (n - 1) \frac{\lambda}{2} \quad \dots (1.12)$$

Keterangan:

n : 1, 2, 3, ... atau perut ke 1, 2, 3, ...

Interferensi destruktif akan terjadi pada simpul gelombang dengan amplitudo gelombang stasionernya adalah 0. Nilai tersebut akan dicapai jika harga $\frac{2Sx}{\lambda} = \frac{1}{2}\lambda, 1\frac{1}{2}\lambda, 2\frac{1}{2}\lambda, 3\frac{1}{2}\lambda$ dan seterusnya. Letak simpul gelombang dari dinding pemantul adalah:

$$x = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad \dots (1.13)$$

Keterangan:

n : 1, 2, 3, ... atau simpul ke 1, 2, 3, ...

Untuk gelombang stasioner yang terjadi pada tali dengan ujung tetap maka gelombang pantul akan mengalami pembalikan fase gelombang sebesar $\frac{1}{2}$ periode gelombang atau sebesar $\lambda/2$. Dengan demikian, persamaan 1.13 akan menjadi:

$$Y = A \sin (Zt + kx) + A \sin (Zt - kx + \lambda/2)$$

$$Y = A \sin \frac{\lambda(Zt + kx + \lambda/2) + \lambda(Zt - kx + \lambda/2)}{2} \cos \frac{\lambda(Zt + kx) + \lambda(Zt - kx + \lambda/2)}{2}$$

$$Y = A \sin (Zt + \frac{\lambda}{2}) \cos (kx - \frac{\lambda}{2})$$

$$Y = 2A \sin kx \cos Zt \quad \dots (1.14)$$

Sedangkan amplitudo gelombang stasionernya adalah:

$$A_s = 2A \sin kx \quad \dots (1.15)$$

Letak perut gelombang dari dinding pemantul dapat ditentukan:

$$x = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad \dots (1.16)$$

Sedangkan letak simpul gelombang dari dinding pemantul dapat ditentukan:

$$x = (n - 1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \dots (1.17)$$

Perhatikan contoh soal berikut, kemudian kerjakan soal pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

Dua buah gelombang transversal masing-masing memiliki persamaan

$$y_1 = 0,2 \sin 4 \pi \left(\frac{x}{4} - t \right) \quad \text{dan} \quad y_2 = 0,2 \sin 4 \pi \left(\frac{x}{4} + t \right), \quad x \text{ dan } y \text{ dalam meter serta}$$

t dalam sekon, merambat berlawanan arah satu sama lain pada seutas tali dengan ujung bebas. Tentukanlah jarak antara perut kedua dan simpul ketiga!

Penyelesaian:

$$\text{Diketahui: } y_1 = 0,2 \sin 4 \pi \left(\frac{x}{4} - t \right)$$

$$y_2 = 0,2 \sin 4 \pi \left(\frac{x}{4} + t \right), \quad \text{ujung bebas}$$

Ditanyakan: jarak perut kedua dan simpul ketiga = . . . ?

Jawab:

Dengan menggunakan persamaan 1.10 kita dapatkan persamaan gelombang stasionernya adalah:

$$y = 0,4 \cos \pi x \sin 4 \pi t$$

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

Kedudukan perut kedua kita tentukan dengan persamaan 1.12.

$$x = (2-1) \frac{\lambda}{2} = 0,25 \text{ m}$$

Kedudukan simpul ketiga kita tentukan dengan persamaan 1.13.

$$x = (2 \cdot 3-1) \frac{\lambda}{4} = \frac{5}{4} \cdot 0,5 \text{ m} = 1,25 \text{ m}$$

Jadi, jarak antara perut kedua dan simpul ketiga adalah 1 meter.



Kerja Mandiri 1

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

Buktikan persamaan 1.10 dengan menggunakan persamaan

$$\sin D + \sin E = \sin \left(\frac{D + E}{2} \right) \cos \left(\frac{D - E}{2} \right)$$

Untuk memperdalam pemahamanmu tentang konsep gelombang stasioner, cobalah lakukan kegiatan berikut ini!



Praktikum 1

Gelombang Stasioner pada Tali

A. Tujuan

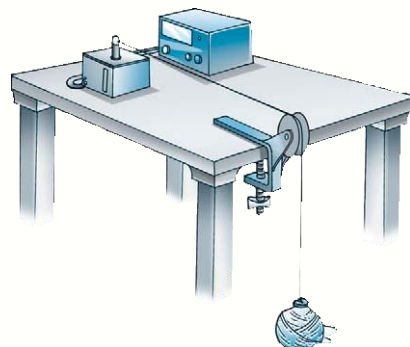
Mencari hubungan antara frekuensi (f) dengan panjang gelombang (λ).

B. Alat dan Bahan

- | | |
|----------------------------|------------|
| 1. Catu daya | 1 buah |
| 2. Tali atau benang | secukupnya |
| 3. Katrol penjepit | 1 buah |
| 4. Beban bercehal | 1 buah |
| 5. Klem G | 1 buah |
| 6. <i>Audio generator</i> | 1 buah |
| 7. Vibrator | 1 buah |
| 8. Mistar meter | 1 buah |
| 9. Kabel penghubung merah | secukupnya |
| 10. Kabel penghubung hitam | secukupnya |

C. Langkah Kerja

1. Susunlah alat seperti pada gambar di samping!
2. Perhatikan bahwa:
 - a. tali tidak putus dari gulungan agar panjang tali dapat diubah dengan mudah;
 - b. pembangkit getaran ditempatkan di atas meja sedemikian rupa sehingga mudah digeser-geser menjauh atau mendekati katrol;
 - c. beban mula-mula yang dipasang 50 gram dan panjang tali \pm 2 meter.



3. Hubungkan *audio generator* ke sumber tegangan, pastikan bahwa *audio generator* masih dalam keadaan mati (*off*)!
4. Pilih tegangan *output generator* pada $10 \times 10 \text{ mV rms}$!
5. Pilih bentuk gelombang sinusoidal!
6. Hubungkan vibrator dengan *audio generator*!
7. Periksa kembali rangkaian!
8. Isikan hasil pengamatanmu pada tabel seperti berikut ini!

No	Frekuensi (Hz)	Jarak 2 simpul terdekat	Panjang gelombang
		λ (m)	(λ) (m)
1			
2			
3			
4			
5			

9. Berikanlah kesimpulan dan komentar berdasarkan hasil pengamatanmu!
10. Setelah kamu selesai melaksanakan praktikum, jangan lupa untuk mengembalikan alat dan bahan ke tempat semula! Jagalah kebersihan lingkungan dan tubuhmu!

E. Interferensi Gelombang

Salah satu sifat gelombang adalah adanya gejala interferensi gelombang. Bagaimana gejala interferensi gelombang dapat terjadi?

Interferensi Gelombang

Interferensi gelombang terjadi jika dua buah gelombang atau lebih yang koheren bertemu pada suatu titik. Interferensi ini akan saling memperkuat (interferensi konstruktif) jika fase gelombang pada titik tersebut sama dan akan saling memperlemah (interferensi destruktif) jika fasenya berlawanan. Gelombang resultan merupakan penjumlahan dari gelombang-gelombang tersebut.

Kamu dapat mengamati peristiwa interferensi gelombang melalui percobaan sederhana berikut!



Praktikum 2

Interferensi Gelombang

A. Tujuan

Mengamati pola interferensi.

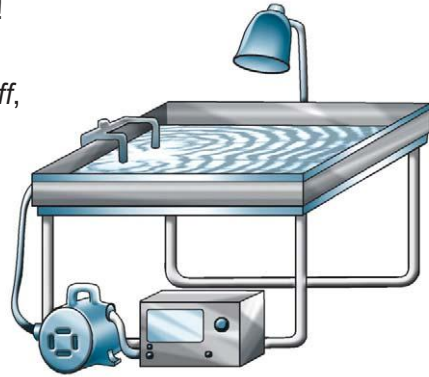
B. Alat dan Bahan

- | | |
|--------------------------------|--------|
| 1. Set tangki riak (FGE 12.04) | 1 buah |
| 2. Vibrator udara | 1 buah |

- | | |
|---------------------------|------------|
| 3. Selang penghubung | secukupnya |
| 4. Kabel penghubung merah | secukupnya |
| 5. Kabel penghubung hitam | secukupnya |
| 6. <i>Audio generator</i> | 1 buah |
| 7. Catu daya | 1 buah |

C. Langkah Kerja

1. Rangkailah alat seperti gambar di samping!
2. Tunggulah hingga air tenang!
3. Pastikan *audio generator* dalam keadaan *off*, dengan frekuensi diatur pada 5–10 Hz!
4. Hidupkan *audio generator* (*on*)!
5. Amatilah bagaimana permukaan air pada tangki riak!
6. Tentukanlah tempat-tempat yang mengalami terang dan gelap!
7. Diskusikan hasilnya dengan kelompokmu!
8. Buatlah kesimpulan berdasarkan pengamatanmu!
9. Peringatan:
 - a. Setelah selesai, kembalikan alat ketempat semula!
 - b. Jagalah kebersihan lingkungan dan tubuhmu!



F. Layangan Gelombang

Pernahkah kamu mendengarkan bunyi dari dua sumber bunyi (misalnya dari dua sirine) dengan frekuensi hampir sama? Bagaimana kamu mendengar bunyi tersebut?

Ketika kita mendengar dua buah sirine dengan frekuensi yang hampir sama pada saat yang bersamaan, kita akan mendengarkan bunyi kuat-lemah yang **beralun**. Kuat-lemahnya bunyi ini menunjukkan adanya perubahan amplitudo gelombang. Gejala ini disebut dengan **layangan gelombang**.

Layangan Gelombang

Layangan gelombang akan terjadi jika dua buah gelombang memiliki perbedaan frekuensi yang sangat kecil. Layangan gelombang dapat dijelaskan berdasarkan konsep gelombang berikut.

Anggaplah kedua sirine memiliki frekuensi masing-masing f_1 dan f_2 . Untuk mempermudah, kita asumsikan amplitudo keduanya sama. Persamaan kedua gelombang yang sampai ke telinga kita masing-masing adalah:

$$Y_1 = a \sin Z_1 \quad \dots (1.18)$$

$$Y_2 = a \sin Z_2 \quad \dots (1.19)$$

Dengan $Z_1 = 2Sf_1$ dan $Z_2 = 2Sf_2$ maka dengan azas superposisi kedua gelombang akan menghasilkan resultan gelombang dengan persamaan:

$$Y = Y_1 + Y_2$$

$$Y = 2a \cos \frac{f_1 - f_2}{2} t \sin \frac{f_1 + f_2}{2} t \quad \dots (1.20)$$

Persamaan 1.20 identik dengan persamaan 1.10, dengan harga amplitudo gelombang resultannya adalah:

$$A = 2a \cos \frac{f_1 - f_2}{2} t \quad \dots (1.21)$$

A adalah amplitudo yang besarnya selalu berubah. Perubahannya memiliki frekuensi sebesar $\frac{f_1 - f_2}{2}$ atau setengah kali selisih frekuensi keduanya. Secara matematis dapat dirumuskan:

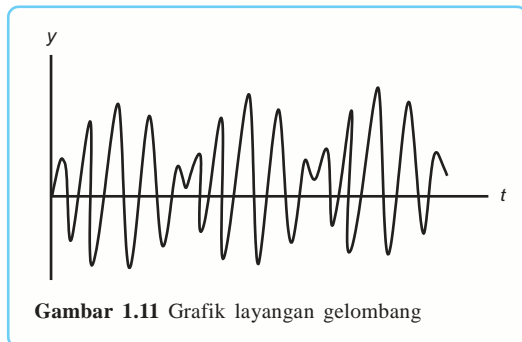
$$f = \frac{f_1 - f_2}{2}$$

Frekuensi perubahan amplitudo ini hanya akan jelas teramati jika $f_1 - f_2$ tidak besar, misalnya di bawah 10 Hz. Dari persamaan 1.21 dapat dilihat bahwa selisih f_1 dan f_2 tidak begitu besar sehingga

$$\frac{f_1 - f_2}{2} \ll f_1 \text{ dan } f_2$$

Bentuk gelombang resultan pada peristiwa ini dapat ditunjukkan seperti pada gambar 1.11 di samping!

Untuk mengamati terjadinya layangan gelombang, cobalah kamu lakukan percobaan sederhana berikut! Selanjutnya, kerjakan soal di bawahnya!



Gambar 1.11 Grafik layangan gelombang



Praktikum 3

Layangan Gelombang

A. Tujuan

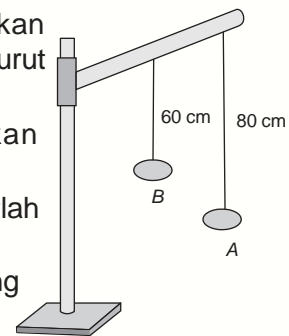
1. Mengamati terjadinya layangan gelombang.
2. Menentukan frekuensi layangan gelombang.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|---|------------|
| 1. Statif | 1 buah |
| 2. Gergaji tipis kecil atau pelat tipis yang lentur | 1 buah |
| 3. Benang | secukupnya |
| 4. Beban gantung 50 gram | 1 buah |
| 5. Mistar | 1 buah |
| 6. <i>Stopwatch</i> | 1 buah |
| 7. Klem serba guna | 1 buah |

C. Langkah Kerja

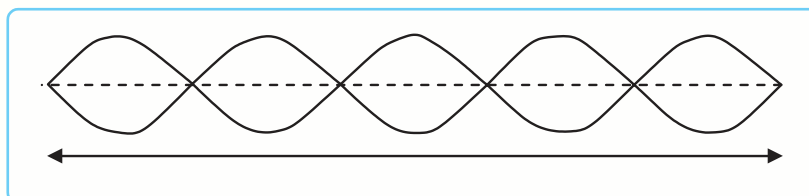
1. Susunlah alat seperti gambar berikut!
2. Berilah simpangan pada beban *A*, kemudian lepaskan sehingga berayun! Pada saat itu upayakan agar *B* tidak turut berayun dengan menahannya.
3. Catatlah frekuensi ayunan *A* dengan menggunakan *stopwatch*!
4. Dengan cara yang sama lakukanlah pada beban *B*, catatlah frekuensi ayunan *B*!
5. Ayunkanlah *A* dan *B* secara bersamaan, amatilah apa yang terjadi dengan ujung gergaji besi!
6. Ukurlah selang waktu pengulangan saat ujung gergaji besi menyimpang paling jauh!
7. Diskusikanlah hasil pengamatanmu dengan kelompokmu!
8. Buatlah komentar dan kesimpulan dari hasil pengamatan tersebut!
9. **Ingat**, setelah kamu selesai melakukan praktik, kembalikan peralatan (alat atau bahan) ke tempat semula! Jagalah kebersihan lingkungan dan tubuhmu!



Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Suatu gelombang berjalan memiliki persamaan:
 $y = 20 \sin 100 \pi (t - 0,5x)$, x dan y dalam cm, dan t dalam sekon.
Tentukanlah:
 - a. frekuensi gelombang,
 - b. cepat rambat gelombang, dan
 - c. panjang gelombang.
2. Dari hasil percobaan gelombang stasioner didapatkan pola gelombang sebagai berikut.



Jika frekuensi vibrator yang digunakan adalah 50 Hz dan massa tali 3 gram, tentukanlah:

- cepat rambat gelombang stasioner,
- tegangan pada tali.



Rangkuman

- Gelombang adalah rambatan energi getaran.
- Berdasarkan arah rambat dan arah getarnya gelombang dibedakan atas gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
- Persamaan gelombang berjalan:

$$y = \pm A \sin (Zt \pm kx)$$

- Cepat rambat gelombang transversal pada tali:

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

- Persamaan gelombang stasioner:

$$y_s = 2A \cos kx \sin Zt$$

dengan amplitudo gelombang:

$$A_s = 2A \cos kx$$

- Frekuensi layangan gelombang:

$$f = \frac{f_1 \cdot f_2}{2}$$



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- Salah satu ujung seutas tali yang cukup panjang digetarkan sehingga timbul gelombang transversal. Jarak antara dua bukit yang berdekatan adalah 40 cm. Jika frekuensi sumber getar 10 Hz, cepat rambat gelombang pada tali tersebut adalah . . .
 - 4 m/s
 - 2 m/s
 - 1 m/s
 - 0,4 m/s
 - 0,2 m/s
- Seorang siswa mengamati gelombang pada permukaan air dengan meletakkan dua buah gabus yang terapung tepat di puncak gelombang. Jarak

antara kedua gabus adalah 1 meter. Jika di antara kedua gabus tersebut terdapat 2 puncak gelombang maka panjang gelombang permukaan air tersebut adalah

- a. 50 cm
- b. 40 cm
- c. 25 cm
- d. 20 cm
- e. 10 cm

3. Gelombang transversal pada suatu medium memiliki persamaan $y = 0,2 \sin(50St - Sx)$. Jika x dan y dalam meter, t dalam sekon maka frekuensi dan panjang gelombang pada medium tersebut masing-masing adalah

- a. 50 Hz dan 1 meter
- b. 50 Hz dan 0,5 meter
- c. 25 Hz dan 2 meter
- d. 25 Hz dan 1 meter
- e. 25 Hz dan 0,5 meter

4. Suatu gelombang berjalan merambat pada tali yang sangat panjang dengan frekuensi 10 Hz dan cepat rambat gelombang 5 m/s. Jika amplitudo gelombang 10 cm maka persamaan simpangan gelombang tersebut pada suatu titik yang berjarak x dari sumber gelombang adalah

- a. $y = 0,1 \sin 20S(t - 5x)$
- b. $y = 0,1 \sin 20S(t - 0,5x)$
- c. $y = 0,1 \sin 20S(t - 0,2x)$
- d. $y = 0,1 \sin 10S(t - 5x)$
- e. $y = 0,1 \sin 10S(t - 0,2x)$

5. Suatu gelombang stasioner memiliki persamaan $y = 40 \cos 2Sx \sin 100St$. x dan y dalam cm dan t dalam sekon.

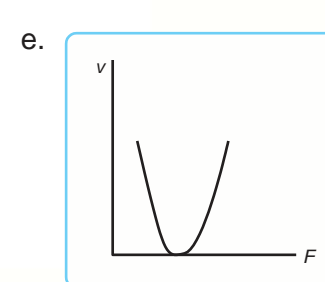
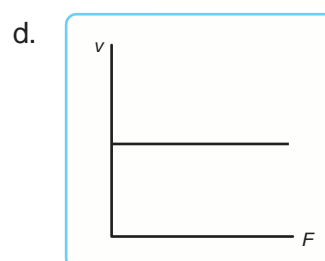
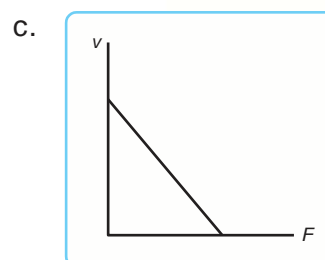
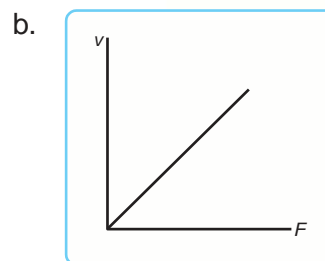
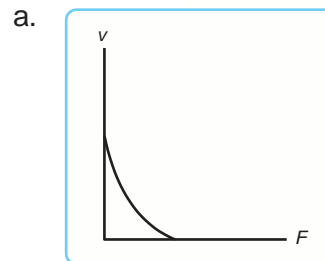
Pernyataan berikut berkaitan dengan gelombang stasioner tersebut.

- 1) Amplitudo gelombang sumber adalah 40 cm.
- 2) Frekuensi gelombang sumber 50 Hz.
- 3) Panjang gelombang sumber adalah 50 cm.
- 4) Cepat rambat gelombang sumber adalah 250 cm/s.

Pernyataan di atas yang benar adalah

- a. 1), 2), dan 3)
- b. 1) dan 3)
- c. 2) dan 4)
- d. 4) saja
- e. 1), 2), 3), dan 4)

6. Grafik berikut yang menunjukkan hubungan antara gaya tegangan tali dengan cepat rambat gelombang pada tali adalah



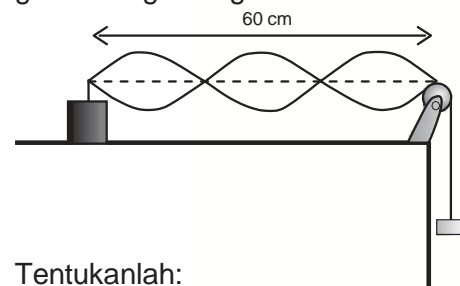
7. Suatu gelombang stasioner memiliki panjang gelombang 60 cm. Jarak simpul dan perut gelombang terdekat adalah
- 15 cm
 - 30 cm
 - 45 cm
 - 60 cm
 - 75 cm
8. Seorang siswa melakukan percobaan gelombang stasioner pada tali yang panjangnya 150 cm dengan beban 1,5 newton. Dari hasil percobaan didapatkan pola gelombang yang terdiri atas 3 perut dan 4 simpul. Jika frekuensi vibrator yang digunakan 50 Hz maka cepat rambat gelombang stasioner tersebut adalah
- 1,5 m/s
 - 1,0 m/s
 - 0,75 m/s
 - 0,5 m/s
 - 0,25 m/s
9. Syarat terjadinya interferensi gelombang adalah gelombang-gelombang yang mengalami interferensi harus bersifat koheren, maksudnya adalah
- 1) memiliki panjang gelombang yang sama
 - 2) memiliki amplitudo yang sama
 - 3) memiliki frekuensi yang sama
 - 4) memiliki fase yang sama
- Pernyataan di atas yang benar adalah
- 1), 2), dan 3)
 - 1) dan 3)
 - 2) dan 4)
 - 4) saja
 - 1), 2), 3), dan 4)
10. Dua buah sumber gelombang masing-masing memancarkan frekuensi 100 Hz dan 110 Hz. Periode layangan yang teramati adalah
- 10 sekon
 - 5 sekon
 - 2,5 sekon
 - 0,2 sekon
 - 0,1 sekon

B. Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

- Pada ujung seutas tali yang cukup panjang digetarkan dengan frekuensi 10 Hz dan amplitudo 25 cm. Jika cepat rambat gelombang pada tali tersebut 2 m/s, tentukanlah simpangan gelombang

pada suatu titik yang berjarak 2 meter dari sumber gelombang pada saat $t = 0,5$ sekon!

- Gelombang pada permukaan air memiliki persamaan $y = 0,1 \sin(200St - 10Sx)$, x dan y dalam meter, t dalam sekon. Setelah mengalami pemantulan, pertemuan gelombang datang dan gelombang pantul menyebabkan terbentuknya gelombang stasioner. Jika dianggap gelombang pada air mengalami pemantulan pada ujung bebas,
 - tuliskanlah persamaan gelombang stasionernya,
 - tentukanlah jarak antara dua simpul gelombang yang berdekatan.
- Seorang siswa melakukan percobaan gelombang stasioner dengan menggunakan vibrator berfrekuensi 50 Hz. Percobaan itu menghasilkan pola gelombang sebagai berikut.



Tentukanlah:

- cepat rambat gelombang stasioner pada percobaan tersebut,
 - jika massa beban 100 gram dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 , tentukanlah P tali yang digunakan.
- Seutas kawat yang mempunyai massa jenis $0,2 \text{ kg/m}$ ditegangkan dengan gaya 20 N. Salah satu ujung kawat tersebut digetarkan dengan frekuensi 8 Hz dan amplitudo 0,02 m. Jika getaran menjalar ke kanan, tentukan persamaan gelombang tersebut!
 - Seutas tali yang panjangnya 58 cm salah satu ujungnya terikat dan ujung lainnya digetarkan vertikal. Frekuensi dan amplitudo getar tali tersebut masing-masing 8 Hz dan 5 cm. Jika kecepatan gelombang yang menjalar pada tali adalah 4 cm/sekon. Tentukan amplitudo gelombang hasil perpaduan di titik yang berjarak 4 cm dari ujung yang digetarkan!