

Gelombang adalah getaran yang merambat, menurut arah getar dan arah rambat. Sampai saat ini, pengetahuan manusia tentang gelombang telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan, misalnya bidang kedokteran, militer, komunikasi, industri, dan sebagainya. Sebelum mempelajari konsep gelombang lebih dalam, pelajari beberapa konsep dasar terkait dengan gelombang.

### 1. Jenis-jenis Gelombang

#### a. Jenis gelombang berdasarkan arah rambat dan arah getar

Berdasarkan arah rambatan dan arah getarannya gelombang dapat kita bedakan menjadi dua jenis, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Untuk memahami perbedaan kedua gelombang tersebut, lakukan percobaan berikut.



**G**elombang adalah getaran yang merambat. Menurut arah getar dan arah rambat, gelombang dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal.



### Eksperimen

#### A. Tujuan

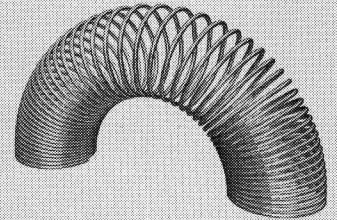
Memahami konsep gelombang transversal dan longitudinal.

#### B. Alat dan bahan

1. slinki,
2. kertas,
3. alat tempel.

#### C. Langkah percobaan

1. Pegang salah satu ujung slinki dan minta temanmu memegang ujung yang lain, regangkan slinki secukupnya. Kemudian, gerakkan slinki ke atas-bawah. Gambarkan gerakan slinki tersebut di atas kertas.
2. Pegang ujung-ujung slinki dengan dua tangan, kemudian gerakkan slinki maju-mundur. Gambarkan gerakan slinki tersebut di atas kertas.
3. Tempelkan potongan kertas kecil pada slinki, kemudian ulangi langkah 1 dan 2. Amati peristiwa yang terjadi pada kertas.



#### D. Pertanyaan

1. Pada langkah 1, jelaskan arah getaran dan arah rambat gelombang. Apakah keduanya searah?
2. Pada langkah 2, jelaskan arah getaran dan arah rambat gelombang. Apakah keduanya searah?
3. Pada langkah 3, apakah terjadi perpindahan posisi kertas yang ditempelkan pada slinki? Jika tidak, lalu apa sebenarnya yang merambat pada peristiwa ini?

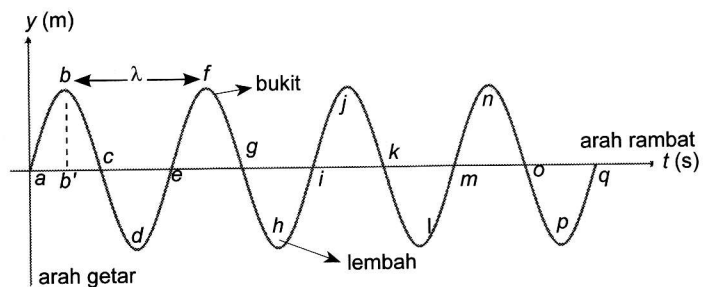
#### E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan, buatlah kesimpulan lalu tuliskan dalam bentuk laporan dan kumpulkan hasilnya ke gurumu.



Setelah melakukan percobaan, kalian melihat ada dua arah getar gelombang, yaitu gerak atas-bawah yang membentuk lembah dan puncak gelombang dan gerak maju-mundur yang membentuk rapatan dan regangan. Gelombang yang pertama kita sebut gelombang transversal, sedangkan gelombang yang kedua kita sebut gelombang longitudinal.

- 1) **Gelombang transversal** adalah gelombang yang arah rambatannya *tegak lurus* terhadap arah getaran, misalkan gelombang pada dawai dan permukaan air. Jika suatu dawai kita bentangkan dan pada salah satu ujungnya kita getarkan secara tegak lurus terhadap bentangan dawai, gelombang akan merambat ke ujung yang lain membentuk gelombang sinus atau transversal seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.5** Grafik arah rambatan gelombang transversal.

Pada gambar di atas, dapat kita tuliskan beberapa istilah terkait gelombang, yaitu

- **Panjang gelombang ( $\lambda$ )**  
 Satu panjang gelombang pada gelombang transversal terdiri dari satu lembah dan satu bukit gelombang. Pada gambar, *a-c-e* adalah satu gelombang. Begitu pula dengan *b-d-f* dan *d-f-h*. Besaran ini disimbolkan dengan  $\lambda$  dan dinyatakan dengan satuan meter (m). Satuan ini sama seperti satuan jarak pada bahasan tentang gerak. Bukit gelombang ditunjukkan oleh *a-b-c* atau *e-f-g*.
- **Puncak gelombang.** Ditunjukkan oleh *b* atau *f*.
- **Dasar gelombang.** Ditunjukkan oleh *d* atau *h*.
- **Lembah gelombang.** Ditunjukkan oleh *c-d-e* atau *g-h-i*.
- **Amplitudo**, yaitu jarak terjauh titik getar dari posisi kesetimbangannya. Pada gambar, amplitudo gelombang ditunjukkan oleh *bb'*.

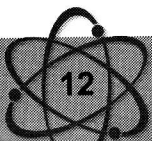
- 2) **Gelombang longitudinal** adalah gelombang yang getaran dan arah rambatannya searah, misalnya gelombang bunyi atau gelombang suara. Ilustrasi untuk gelombang longitudinal dapat Anda lihat pada gambar berikut. Pada gambar, terlihat adanya *rapatan* dan *regangan*. Satu gelombang pada gelombang longitudinal adalah jarak antara rapatan ke rapatan lain terdekat atau dari regangan ke regangan lain terdekat.

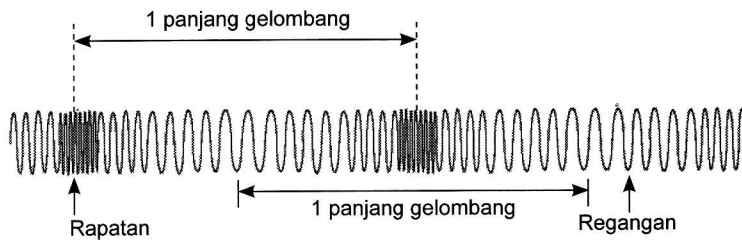


### Physicsnet

Untuk mempelajari lebih jauh mengenai gelombang transversal dan longitudinal silahkan buka link di bawah ini.

[hyperphysics.phy-astr.edu/hbase/sound/tralan.html](http://hyperphysics.phy-astr.edu/hbase/sound/tralan.html)





**Gambar 1.6** Arah rambatan gelombang pada slinki (gelombang longitudinal).

Beberapa besaran yang terkait dengan gelombang adalah

- **Periode.** Besaran ini menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu panjang gelombang atau melakukan satu kali getaran. Besaran ini disimbolkan dengan  $T$  dan dinyatakan dalam satuan sekon (s).
- **Frekuensi.** Besaran ini menunjukkan banyaknya getaran yang terjadi dalam waktu 1 sekon. Besaran ini disimbolkan dengan  $f$  dan dinyatakan dalam satuan hertz (Hz atau 1/s). Hubungan antara  $f$  dan  $T$  dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$f = \frac{1}{T} \quad (1.17)$$

- **Cepat rambat gelombang.** Besaran ini menunjukkan jarak tempuh gelombang per satuan waktu. Disimbolkan dengan  $v$  dan dinyatakan dalam satuan m/s. Hubungan antara  $v$  dan  $\lambda$  adalah:

$$\lambda = vT \quad (1.18)$$

Persamaan di atas, analog dengan persamaan pada gerak lurus beraturan, yaitu  $s = vt$

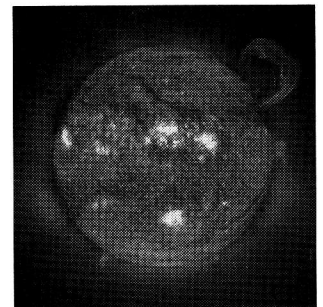
## b. Jenis gelombang berdasarkan medium rambat

Berdasarkan medium rambatnya, gelombang terbagi menjadi dua, yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik.

- 1) **Gelombang mekanik** adalah gelombang yang membutuhkan medium perantara. Sebagai contoh: gelombang bunyi, gelombang pada tali, dan sebagainya.
- 2) **Gelombang elektromagnetik**  
Gelombang jenis ini tidak memerlukan medium perantara. Jenis gelombang yang termasuk dalam gelombang elektromagnetik misalnya gelombang cahaya, gelombang sinar-X, gelombang radio, dan sebagainya.

## 2. Sifat-sifat Gelombang

Sebelum mendalami materi ini, lakukan percobaan berikut. Percobaan ini sangat penting untuk memahami sifat-sifat gelombang.



Sumber: wikimedia.com

**Gambar 1.7** Matahari merupakan sumber dari gelombang elektromagnetik, misalnya cahaya tampak, ultraviolet, dan sebagainya.



## Eksperimen

### A. Tujuan

Memahami sifat-sifat gelombang.

### B. Alat dan bahan

1. tangki riak (alat ini bisa dibuat sendiri dengan berbagai model yang cukup sederhana, gambar menunjukkan alat yang umum digunakan),
2. gelas berisi air,
3. pensil.

### C. Langkah-langkah percobaan

#### Langkah percobaan A

1. Tuangkan air secukupnya ke dalam tangki.
2. Bangkitkan gelombang melingkar. Caranya, teteskan setitik air atau sentuhkan permukaan air dengan perlahan.
3. Amati dengan saksama saat gelombang menumbuk penghalang. Apa yang terjadi?

#### Langkah percobaan B

1. Selanjutnya, letakkan penghalang yang memiliki satu buah kisi di depan pembangkit gelombang datar. Bangkitkan gelombang datar dengan pembangkit gelombang dan perhatikan apa yang terjadi saat gelombang melewati kisi tunggal itu.
2. Sekarang, letakkan penghalang berupa dua buah kisi di depan pembangkit gelombang datar. Perhatikan apa yang terjadi ketika gelombang air melewati kedua kisi tersebut.

#### Langkah percobaan C

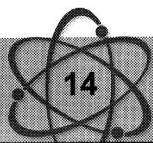
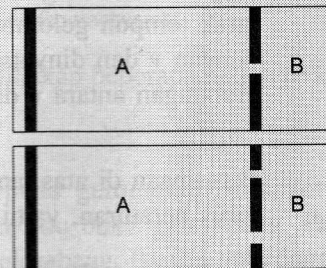
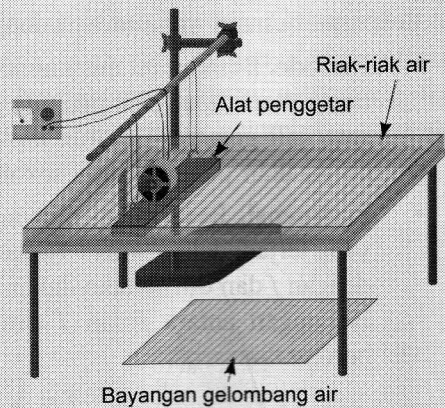
1. Letakkan pensil dalam gelas yang tidak berisi air. Perhatikan bagaimana pensil terlihat.
2. Tuangkan air pada gelas kaca, kemudian masukkan pensil ke dalam gelas. Perhatikan bagaimana pensil terlihat.

### D. Pertanyaan

1. Sebut dan jelaskan sifat-sifat apa saja yang Anda amati pada masing-masing percobaan.
2. Pada Langkah percobaan A, gambarkan bentuk gelombang saat menumbuk penghalang.
3. Pada Langkah percobaan B, gambarkan gelombang saat melewati bagian A dan B.
4. Pada Langkah percobaan C, gambarkan gelombang saat melewati bagian A dan B.
5. Pada Langkah percobaan D, gambarkan pensil sebelum dan sesudah gelas dituang ke dalam air.

### E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan, buatlah kesimpulan lalu kumpulkan hasilnya ke gurumu.



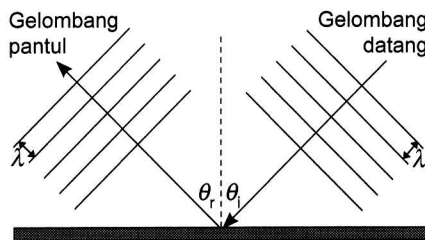
Dari percobaan-percobaan di atas, ada beberapa sifat gelombang yang dapat teramati, yaitu refleksi, refraksi, difraksi, dan interferensi.

### a. Refleksi

Refleksi adalah peristiwa pemantulan gelombang oleh suatu zat. Pada percobaan dengan menggunakan tangki riak, kita melihat gelombang air terpantul ketika menumbuk penghalang. Hal yang sama terjadi pada setiap jenis gelombang. Jika tali diikat pada sebuah tiang dan di ujung yang lain digetarkan, ketika gelombang menumbuk tiang, gelombang akan terpantul. Sifat-sifat pemantulan gelombang pada tali akan dibahas lebih lanjut pada pembahasan selanjutnya.

Bagaimana dengan sifat-sifat pemantulan gelombang? Pada eksperimen dengan tangki riak, ketika dibangkitkan gelombang melingkar dengan setetes air, jari-jari gelombang makin lama, makin bertambah besar. Walaupun demikian, panjang gelombang ( $\lambda$ ) dan kecepatan gelombang ( $v$ ) tetap sama. Setelah menumbuk penghalang, besarnya  $\lambda$  dan  $v$  juga tetap, yang berbeda adalah arah rambatnya. Jika muka gelombang yang bertumbukan tegak lurus dengan bidang penghalang, gelombang akan dipantulkan pada arah yang sama. Namun, jika muka gelombang membentuk sudut dengan bidang penghalang, akan terjadi perbedaan antara *sudut datang* dan *sudut pantul*.

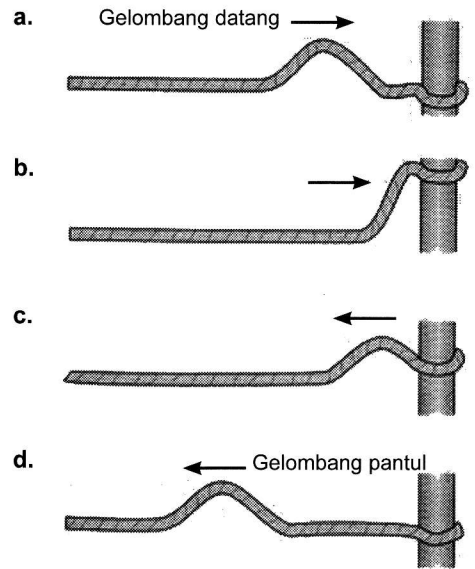
Misalkan gelombang yang datang berupa gelombang datar yang membentuk sudut datang (yaitu  $\theta_i$ ) terhadap garis normal bidang penghalang, sudut pantul ( $\theta_r$ ) yang terbentuk sama besar dengan sudut datangnya.



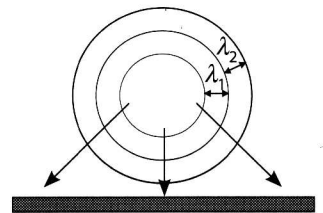
Gambar 1.10 Gelombang datang dan gelombang pantul.

Dapat kita tuliskan hubungan antara sudut datang dan sudut pantul diperoleh

$$\theta_i = \theta_r \quad (1.19)$$



Gambar 1.8 Pemantulan gelombang pada tali.



Gambar 1.9 Muka gelombang akan dipantulkan oleh bidang pantul.





## Contoh

Terdapat susunan dua cermin yang membentuk sudut  $45^\circ$  seperti gambar berikut. Dengan sudut berapakah cahaya akan terpantul?

### Jawab

Diketahui :  $\theta = 45^\circ$

Ditanyakan : sudut berapa cahaya akan terpantul?

Penyelesaian :

Analisis dilakukan dengan menggambar ulang jalannya cahaya, lengkap dengan sinar pantul dan garis normal bidang.

Perhatikan sinar datang pertama.

Sudut pantul  $\theta_2 =$  sudut datang  $\theta_1 = 30^\circ$

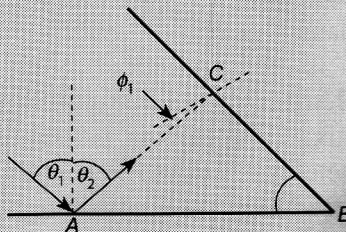
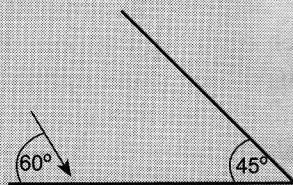
Akan diperoleh,

sudut  $\alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

Perhatikan segitiga  $ABC$ . Karena sudut  $ABC = 45^\circ$ , diperoleh

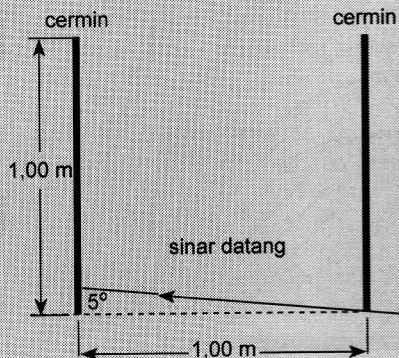
sudut  $ACB = 180^\circ - (60^\circ + 45^\circ) = 75^\circ$ .

Jadi, sudut datang  $\phi_1 = 90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$ . Sudut pantul = sudut datang  $\phi_1 = 15^\circ$ . Sinar akan meninggalkan cermin kedua dengan sudut  $15^\circ$ .



## Uji Kemampuan Diri

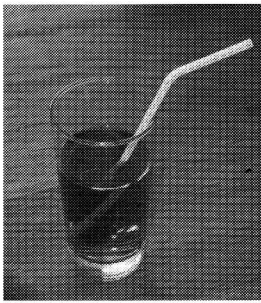
Perhatikan gambar di bawah ini. Berapa kali sinar datang akan dipantulkan oleh kedua cermin tersebut?



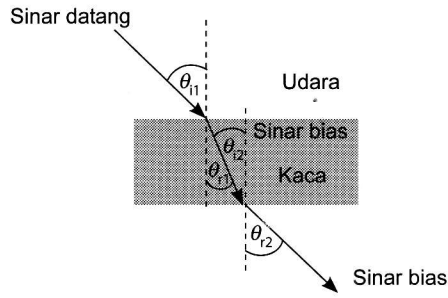
### b. Refraksi

Pada saat berkas cahaya melewati bidang batas dua medium dengan sudut tertentu terhadap garis normal bidang, sebagian berkas cahaya dipantulkan dan sebagian berkas cahaya lainnya dibelokkan. Pembelokan cahaya inilah yang disebut sebagai refraksi atau pembiasan. Untuk memahami apa yang terjadi dengan gelombang saat melewati medium, perhatikan gambar 1.11.





(a)



(b)

Sumber: dokumen penerbit

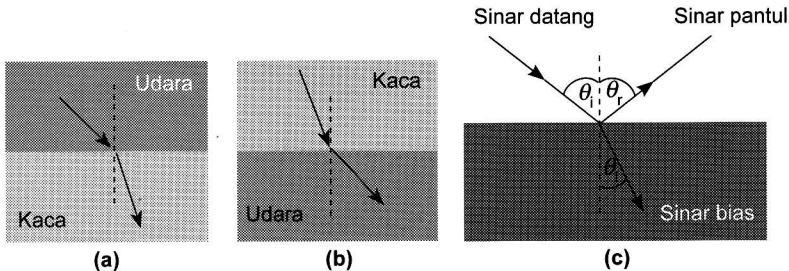
**Gambar 1.11** (a) Sedotan terlihat patah karena pembiasan dan (b) sinar datang dari suatu medium dibiaskan ketika memasuki medium yang berbeda kerapatannya.

Misalkan terdapat seberkas cahaya yang datang dari udara menuju kaca. Beberapa terminologi terkait pembiasan antara lain:

- **Garis normal**, yaitu garis tegak lurus bidang batas. Dalam hal ini, yaitu garis  $N_1$  (udara-kaca) dan  $N_2$  (kaca-udara).
- **Sudut datang**, yaitu sudut antara berkas cahaya datang mengenai bidang terhadap garis normal. Dalam gambar, ada dua sudut datang, yaitu sudut  $\theta_{11}$  sudut  $\theta_{12}$ . Sudut  $\theta_{11}$  adalah sudut datang berkas cahaya dari udara ke kaca, sedangkan sudut  $\theta_{12}$  adalah sudut datang berkas cahaya dari kaca ke udara.
- **Sudut bias**, yaitu sudut antara berkas cahaya bias terhadap garis normal. Dalam gambar, terlihat dua sudut bias, yaitu sudut  $\theta_{r1}$  sudut  $\theta_{r2}$ . Sudut  $\theta_{r1}$  adalah sudut datang bias cahaya dari udara ke kaca, sedangkan sudut  $\theta_{r2}$  adalah sudut bias berkas cahaya dari kaca ke udara.

Ada dua peristiwa yang terkait pembiasan, yaitu:

- Cahaya datang dari medium kurang rapat menuju medium lebih rapat (misalnya dari udara ke kaca). Dalam kondisi ini, cahaya dibiaskan *mendekati* garis normal.
- Cahaya datang dari medium lebih rapat menuju medium kurang rapat (misalnya dari kaca ke udara). Dalam kondisi ini, cahaya dibiaskan *menjauhi* garis normal. Perhatikan gambar di bawah ini.

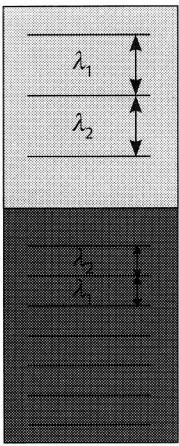


**Gambar 1.12** (a) Cahaya dibiaskan mendekati garis normal, (b) Cahaya dibiaskan menjauhi garis normal, (c) Cahaya sebagian dipantulkan dan sebagian dibiaskan.

Profil Fisikawan



Willebrord Snellius terlahir dengan nama Willebrord Snel van Royen (1580–30 Oktober 1626, Leiden) adalah ilmuwan berkebangsaan Belanda dalam bidang astronomi dan matematika. Willebrord Snellius dikenal dengan hukum pembiasan cahaya, walaupun sebenarnya teori ini telah ditemukan sebelumnya oleh ilmuwan Arab, Ibnu Sahl pada tahun 984. Jauh sebelum itu, teori pembiasan telah diteliti oleh Ptolomeus dan Witelo di abad pertengahan, namun mereka belum dapat merumuskan persamaan pembiasan karena kurangnya alat matematika saat itu (yaitu konsep trigonometri).



**Gambar 1.13** Cepat rambat dan panjang gelombang berubah ketika melewati medium yang berbeda.

Bagaimana hubungan antara kecepatan cahaya, sudut datang, dan sudut bias di dalam suatu medium? Hubungan ketiganya disajikan dalam persamaan berikut.

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_2}{v_1}$$

dengan  $\sin \theta_r$  = sinus sudut bias,

$\sin \theta_i$  = sinus sudut datang,

$v_2$  = kecepatan pada medium 2,

$v_1$  = kecepatan pada medium 1.

Dari persamaan di atas, kecepatan cahaya merambat dalam medium yang lebih rapat daripada udara ternyata *lebih lambat* daripada kecepatan cahaya di ruang hampa.

### 1) Indeks bias bahan

Besarnya indeks bias bahan dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$n = \frac{c}{v} \quad (1.20)$$

dengan:  $c$  = kecepatan cahaya di ruang hampa, dan

$v$  = kecepatan cahaya di dalam medium yang lebih rapat dari udara.

### 2) Frekuensi dan panjang gelombang dalam bahan

Frekuensi cahaya selalu konstan sekalipun cahaya merambat dalam dua medium yang berbeda, namun tidak demikian dengan panjang gelombangnya. Pada medium yang lebih rapat, panjang gelombangnya lebih rapat, sedangkan pada medium yang kurang rapat, panjang gelombangnya lebih renggang.

Hubungan antara cepat rambat gelombang ( $v$ ), panjang gelombang  $\lambda$ , dan frekuensi gelombang ( $f$ ) adalah:

$$v = \lambda f$$

Pada medium 1, misalkan kecepatan gelombang adalah

$$v_1 = \lambda_1 f = \frac{c}{n_1}$$

Pada medium 2, misalkan kecepatan gelombang adalah

$$v_2 = \lambda_2 f = \frac{c}{n_2}$$

Perbandingan kedua persamaan di atas yaitu:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

atau

$$\lambda_1 n_1 = \lambda_2 n_2 \quad (1.21)$$

**Info FISIKA**

Indeks bias pada medium ialah perbandingan antara kecepatan cahaya dalam ruang hampa udara dengan cepat rambat cahaya pada suatu medium atau perantara.

**Tabel 1.1** Indeks bias berbagai bahan.

Bahan	Indeks bias	Bahan	Indeks bias
Padat pada 20°C		Cair pada 20°C	
Intan	2,415	Benzena	1,501
Silika	1,458	Karbon disulfida	1,628
Gelas flinta	1,60 – 1,62	Karbon tetraklorida	1,461
Es (H <sub>2</sub> O)	1,31	Etil alkohol(Etanol)	1,361
Sodium klorida	1,50	Air	1,33



### Contoh

Seberkas sinar merambat dari udara memasuki gelas flinta dengan sudut datang 30°. Berapakah sudut bias yang terbentuk?

#### Jawab

*Diketahui* :  $n_1 = n_{\text{udara}} = 1$ ,  $n_2 = n_{\text{flinta}} = 1,6$  (dari Tabel 1.1),  $\theta_i = 30^\circ$

*Ditanyakan* : sudut bias  $\theta_r = ?$

*Penyelesaian* :

Gunakan persamaan  $\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1}$

$$\sin \theta_r = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_i = \frac{1}{1,6} \sin 30^\circ = \frac{1}{1,6} \times 0,5 = 0,3125$$

$$\theta_r = \text{arc sin } 0,3125 = 18,2^\circ$$

Jadi, berkas sinar dibiaskan dengan sudut 18,2°.

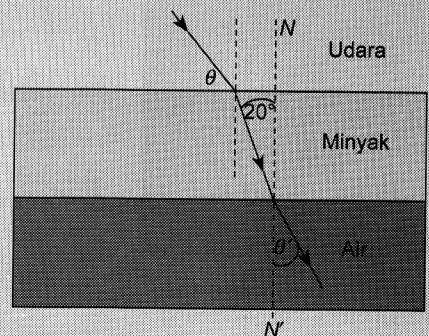


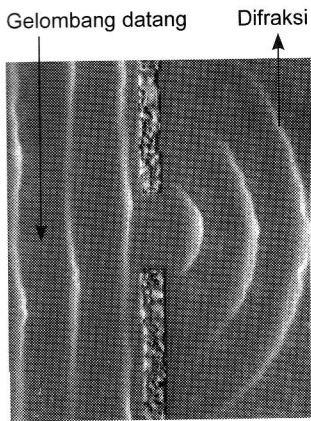
### Uji Kemampuan Diri

Perhatikan gambar di samping.

Jika indeks bias minyak 1,5 dan indeks bias air 1,3, hitunglah:

- besarnya sudut  $\theta$  dan  $\theta'$ ,
- kecepatan cahaya di dalam minyak dan air.





**Gambar 1.14** Difraksi gelombang ketika melewati kisi tunggal.

### c. Difraksi

Dalam eksperimen dengan menggunakan tangki riak, gelombang datang dilewatkan pada sebuah kisi sempit. Apa yang terjadi kemudian? Ternyata muka gelombang mengalami pelenturan sehingga gelombang seakan-akan merupakan gelombang melingkar. Peristiwa pelenturan muka gelombang ketika melewati suatu celah atau kisi disebut *difraksi*. Selanjutnya, jika terdapat dua kisi yang menghalangi gelombang datar, terjadi 2 difraksi yang menghasilkan interferensi. Bagaimana jika kisi dibuat semakin lebar? Di bagian tengah kisi, tidak terlihat adanya lenturan muka gelombang. Lenturan atau difraksi ternyata hanya teramati di tepi kisi.

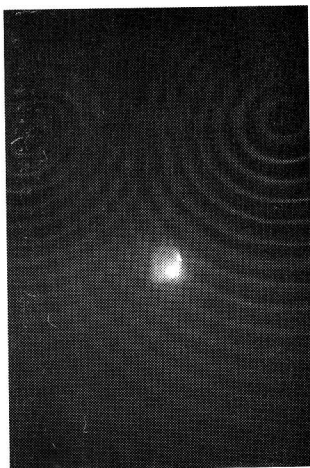
Menurut Huygens, peristiwa ini dapat diterangkan dengan menganggap setiap titik pada muka gelombang sebagai *gelombang elementer*.

### d. Interferensi

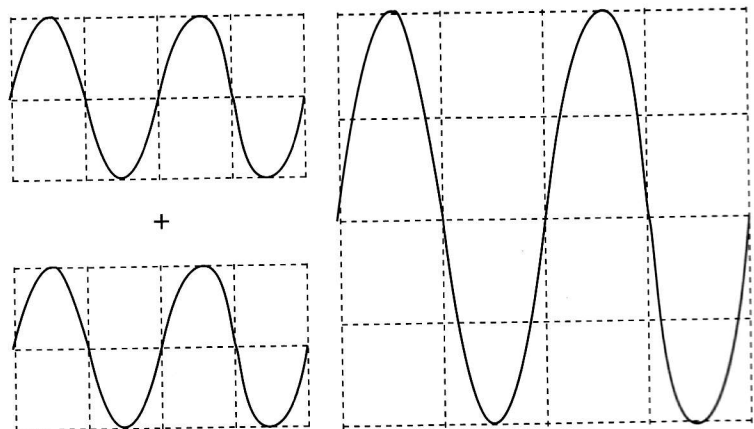
Jika terdapat lebih dari satu gelombang merambat pada satu medium yang sama, gelombang-gelombang tersebut akan saling berinterferensi. Kata interferensi bermakna mengganggu. Percobaan yang sangat mudah untuk menunjukkan adanya interferensi, yaitu pada pembangkit gelombang air. Misalkan kamu ketukkan jari kananmu di permukaan air, akan muncul satu pola gelombang melingkar. Secara berurutan, jika kamu ketukkan jari kirimu di permukaan air yang sama, akan muncul gelombang kedua yang akan mengganggu (berinterferensi) gelombang yang pertama. Peristiwa interferensi terjadi pada semua jenis gelombang, baik gelombang mekanik maupun elektromagnetik. Peristiwa interferensi (atau disebut juga superposisi) gelombang terjadi pada beberapa kondisi.

#### 1) Interferensi dua gelombang sefase

Dua buah gelombang sefase saling berinterferensi sehingga memunculkan penguatan gelombang maksimum. Gambar 1.16 menunjukkan resultan gelombang.



**Gambar 1.15** Interferensi yang muncul ketika dua gelombang saling bertemu.

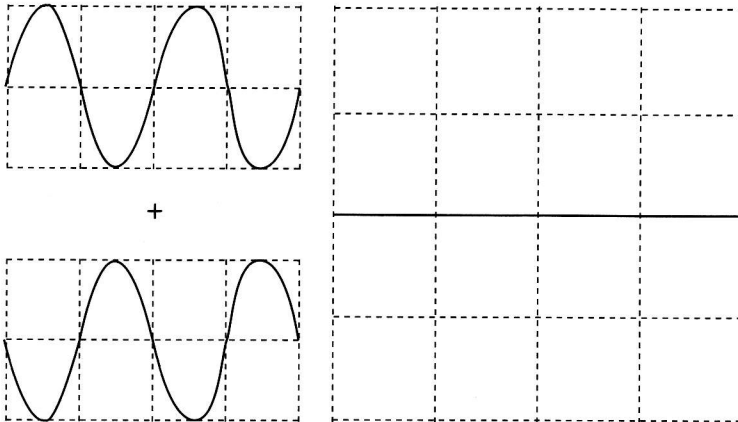


**Gambar 1.16** Interferensi konstruktif.

Pada peristiwa di atas, kita katakan gelombang mengalami interferensi secara *konstruktif*. Hal ini terjadi ketika dua gelombang sefase bertemu. Dalam kondisi ini, perpindahan dari tiap-tiap gelombang saling menguatkan secara maksimum di setiap titik. Analogi dari peristiwa interferensi konstruktif ini dalam mekanika, yaitu ketika ada dua orang mendorong meja dengan arah yang sama.

2) **Interferensi dua gelombang berbeda fase  $180^\circ$**

Bagaimana resultan gelombangnya dari dua gelombang yang berbeda fase  $180^\circ$ ? Tidak ada. Perhatikan gambar berikut.

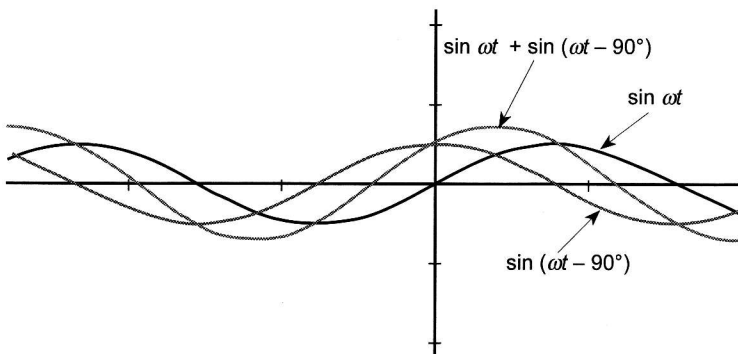


Gambar 1.17 Interferensi destruktif.

Pada Gambar 1.17, perpindahan pada setiap gelombang saling menghilangkan di setiap titik, sehingga tidak ada gelombang yang teramati. Ini disebut sebagai *interferensi destruktif*. Analogi dari peristiwa interferensi destruktif ini dalam mekanika, yaitu ketika ada dua orang saling mendorong satu sama lain atau saling tarik-menarik dengan gaya yang sama besar.

3) **Interferensi untuk dua gelombang yang berbeda fase antara  $0$  sampai  $180^\circ$**

Pada Gambar 1.18, diperlihatkan dua gelombang yang berbeda fase  $90^\circ$ .



Gambar 1.18 Interferensi dua gelombang yang berbeda fase.

**Info FISIKA**

Interferensi destruktif adalah perpaduan gelombang yang saling melemahkan.

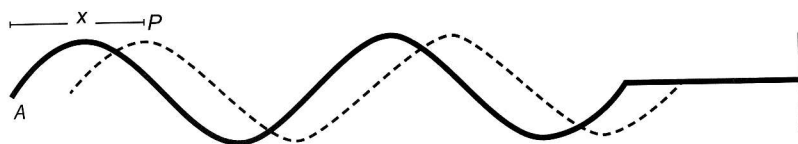
**Info FISIKA**

Contoh gelombang berjalan dalam kehidupan sehari-hari yaitu gelombang pada tali dan gelombang air pada sebuah kolam.

Perlu diingat, interferensi dapat disebabkan oleh lebih dari dua gelombang. Contoh-contoh di atas adalah sebagai bentuk penyederhanaan.

### 3. Gelombang Berjalan

Perhatikan sebuah gelombang berjalan yang terjadi ketika seutas tali mengalami usikan.



Gambar 1.19 Gelombang berjalan pada tali yang diusik.

Kita misalkan titik awal getaran adalah titik A. Pada tali terdapat titik P yang berjarak  $x$  dari titik A. Gelombang merambat dengan kecepatan  $v$ . Kita misalkan titik A telah bergetar selama  $t$  sekon, sehingga titik P baru bergetar selama  $(t - \frac{x}{v})$ .

$$t_A = t \text{ sekon}$$

$$t_P = (t - \frac{x}{v}) \text{ sekon}$$

Nilai  $\frac{x}{v}$  adalah selang waktu dari A ke P. Persamaan simpangan P setiap saat dinyatakan dengan

$$Y_P = A \sin \omega t_P$$

$$= A \sin \omega (t - \frac{x}{v}) \tag{1.22}$$

$$= A \sin 2\pi f (t - \frac{x}{v}) \tag{1.23}$$

$$= A \sin 2\pi (ft - \frac{f}{v}x); \frac{f}{v} = \frac{1}{T v} = \frac{1}{\lambda} \tag{1.24}$$

$$= A \sin 2\pi (ft - \frac{x}{\lambda}) \tag{1.25}$$

$$Y_P = A \sin (\omega t - kx); k = \frac{2\pi}{\lambda} \tag{1.26}$$

Perhatikan, nilai  $(\omega t - kx)$  adalah sudut fase  $\theta$  dan nilai  $(ft - \frac{x}{\lambda})$  adalah fase  $\phi$ . Jadi,

$$\text{Sudut fase } \theta = \omega t - kx \tag{1.27}$$

$$\text{Fase } \phi = ft - \frac{x}{\lambda} = \frac{\theta}{2\pi} \tag{1.28}$$

**Contoh**

- Sebuah gelombang merambat pada tali yang memenuhi persamaan  $y = 0,5 \sin 2\pi (60t - 0,5x)$ , semua besaran dinyatakan dalam SI. Hitunglah:

