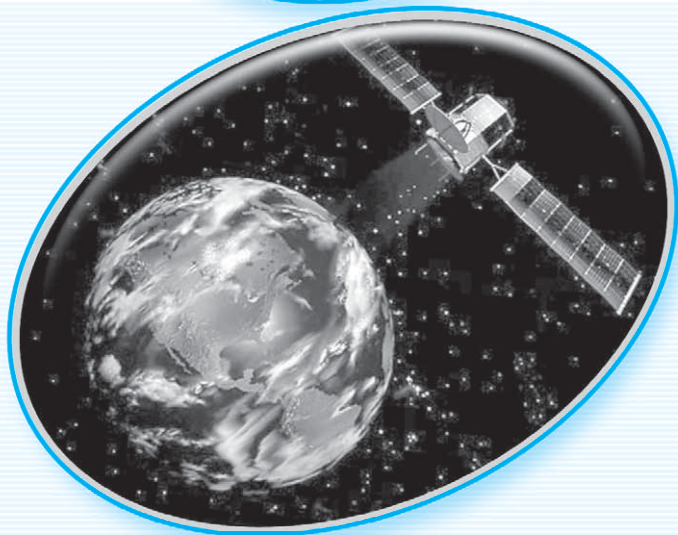


Bab IX

Getaran dan Gelombang

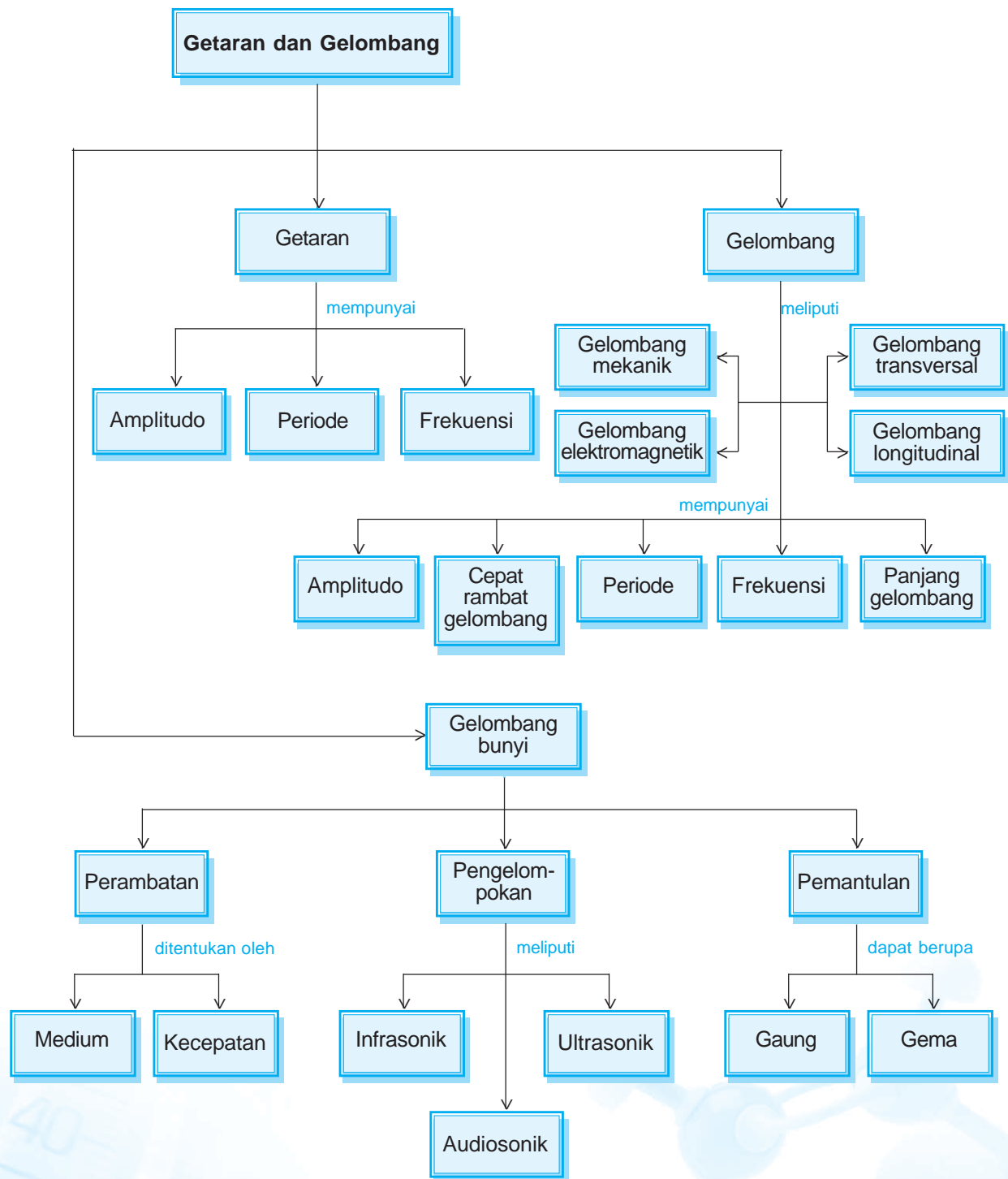


Pernahkah kamu datang ke sebuah stasiun radio. Di sana akan kamu temui sebuah menara tinggi yang berfungsi sebagai pemancar gelombang radio. Bagaimanakah siaran radio itu dapat ditangkap para pendengar?

Seiring dengan perkembangan teknologi, makin banyak satelit-satelit buatan yang diluncurkan ke stasiun luar angkasa untuk mengembangkan komunikasi. Bagaimana peranan satelit dalam membantu komunikasi?

Mari kita pahami konsep dan penerapan getaran dan gelombang dalam teknologi sehari-hari. Dalam pembelajaran bab ini, kamu dapat mendeskripsikan konsep getaran dan gelombang beserta parameter-parameternya serta mendeskripsikan konsep bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep



Kata Kunci

- amplitudo
- frekuensi
- gelombang
- getaran

A Getaran

Untuk memahami lebih lanjut mengenai getaran, mari kita perhatikan uraian berikut!

Jika kamu pernah berada di stasiun kereta api, ketika kereta api datang atau lewat, kamu akan merasakan tanah yang kamu injak terasa bergetar. Getaran juga terjadi pada kaca-kaca jendela rumah ketika terjadi guntur yang kuat. Bunyi yang disebabkan guntur tersebut mampu menggetarkan benda-benda seperti kaca jendela. Bahkan getaran sangat kuat yang terjadi dari ledakan sebuah bom mampu merobohkan gedung-gedung. Contoh lain peristiwa getaran yang sering kita lihat adalah getaran pada bandul jam dinding.

Contoh-contoh di atas merupakan contoh-contoh getaran. Bagaimana getaran menurut ilmu Fisika? Untuk memahami getaran lakukan kegiatan berikut.

Kegiatan 9.1

Konsep Getaran

Tujuan:

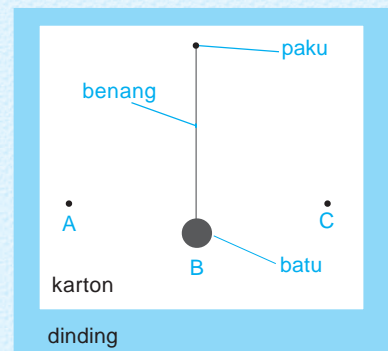
Mempelajari konsep getaran.

Alat dan bahan:

Batu, paku, benang 50 cm, karton, dan alat tulis.

Prosedur Kerja:

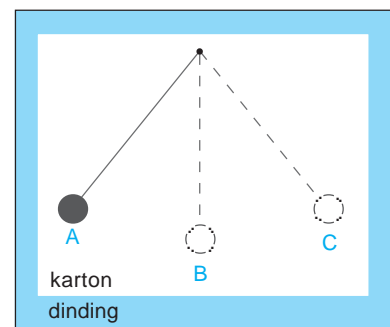
1. Ikatlah batu dengan benang.
2. Ikatkan ujung yang lain pada paku yang sudah tertancap di dinding.
3. Tempelkan kertas karton pada dinding sedemikian rupa sehingga menjadi latar batu yang telah digantung, perlu diperhatikan batu jangan sampai mengenai dinding.
4. Buatlah tiga titik A, B, dan C pada karton seperti pada gambar.
5. Tariklah batu ke titik A, kemudian lepaskan.
6. Perhatikan apa yang terjadi.



Ketika batu ditarik ke titik A dan dilepaskan, batu akan berayun seperti ditunjukkan pada **Gambar 9.1**.

Batu akan berayun melewati lintasan A – B – C – B – A. Dalam hal ini, batu dikatakan bergetar. Batu akan terus berayun melewati lintasan yang sama. Jika batu berada di posisi A, batu akan bergerak ke menuju B, dilanjutkan ke titik C. Ketika di titik B dan dilanjutkan ke titik A, begitu seterusnya. Semakin lama, simpangan AB atau BC akan semakin kecil sehingga akhirnya berhenti.

Dari kegiatan tersebut, **getaran** dapat didefinisikan sebagai gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan. Dalam hal ini, titik kesetimbangannya adalah B. **Titik kesetimbangan** pada



Gambar 9.1 Getaran pada ayunan sederhana.

kegiatan tersebut adalah titik di mana pada titik tersebut benda tidak mengalami gaya luar atau dalam keadaan diam. Lintasan $A - B - C - B - A$ adalah lintasan yang ditempuh oleh satu getaran. Jika kamu menetapkan titik B sebagai titik awal lintasan, maka $B - C - B - A - B$ disebut satu getaran.

Pada kegiatan di atas, terlihat sebuah getaran terjadi pada batu yang diikat dengan tali dan diayunkan. Batu tersebut sering dikatakan sebagai **ayunan sederhana**.

Getaran juga dapat kamu lihat pada pegas yang diberi beban, kemudian diberi simpangan dan dibiarkan bergerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangannya. Mistar plastik yang salah satu ujungnya ditahan tetap dan ujung yang lain diberi simpangan akan bergetar pula. Setiap benda yang melakukan gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangannya dikatakan bergetar.

1. Amplitudo

Pada **Kegiatan 9.1**, ketika kamu memberi simpangan pada bandul di titik A, kemudian melepaskan batu, batu akan bergerak menuju titik B, C, B, kemudian kembali ke titik A di sebut satu getaran. Kamu dapat melihat bahwa simpangan tidak pernah melebihi titik A dan titik C.

Kedudukan batu setiap saat berubah-ubah. Dengan demikian simpangannya pun berubah pula. Pada saat batu berada di titik A atau C, simpangannya merupakan simpangan maksimum, sedangkan pada saat batu berada di titik kesetimbangan yaitu titik B, simpangannya minimum yaitu sama dengan nol. **Amplitudo** didefinisikan sebagai simpangan getaran paling besar. Pada kegiatan ini amplitudo getaran yaitu BA atau BC. Dari **Kegiatan 9.1**, ukurlah besar amplitudonya!

Mengapa amplitudo getaran bandul pada **Kegiatan 9.1** semakin lama semakin mengecil? Benda dapat bergerak dari titik A ke titik C melewati titik B disebabkan batu mempunyai berat dan ditarik oleh gaya gravitasi Bumi. Gaya gravitasi Bumi ini bekerja pada batu di setiap posisi berarah ke bawah. Dengan demikian, dalam pergerakannya benda akan mengalami hambatan dari gaya gravitasi ini. Hambatan ini akhirnya akan mampu menghentikan getaran bandul sehingga bandul berada dalam titik kesetimbangan di titik B.

2. Periode dan Frekuensi

Kamu mendengarkan radio pada frekuensi 100 MHz. Apa yang dimaksud 100 MHz? MHz adalah kependekan dari mega Hertz. Hertz diambil dari nama seorang ilmuwan Fisika Heinrich Hertz (1857–1894). Karena jasa-jasanya, namanya diabadikan dalam satuan frekuensi yaitu Hertz.

Perhatikan kembali peristiwa bandul bergerak bolak balik pada **Kegiatan 9.1**. Satu getaran adalah gerak batu dari titik A, ke titik B, ke titik C, ke titik B, dan kembali ke titik A. Misalkan, ketika kamu melepaskan batu di titik A, kamu mengukur waktu menggunakan stopwatch, waktu yang diperlukan batu untuk



Gambar 9.2 Heinrich Rudolf Hertz.

membuat satu getaran yaitu dari A – B – C – B – A adalah 2 detik. Waktu ini dapat dikatakan waktu yang dibutuhkan oleh bandul untuk membuat satu getaran atau disebut **periode**.

Periode getaran dilambangkan dengan T . Untuk mengukur periode getaran digunakan persamaan sebagai berikut.

$$T = \frac{t}{n} \dots\dots\dots (9.1)$$

Keterangan:

- T = periode getaran (sekon)
- t = waktu yang diperlukan (sekon)
- n = jumlah getaran

Jika periode sebuah getaran 5 detik, berarti untuk membuat satu getaran diperlukan waktu 5 detik.

Jika dalam satu detik terjadi lima getaran berarti periodenya yaitu $\frac{1}{5}$ detik. Artinya dalam $\frac{1}{5}$ detik terjadi satu getaran. Dengan kata lain, dalam satu detik terjadi lima getaran. Jumlah getaran setiap satu detik disebut sebagai **frekuensi**. Frekuensi getaran dilambangkan dengan f , dirumuskan:

$$f = \frac{n}{t} \dots\dots\dots (9.2)$$

Keterangan:

- f = frekuensi getaran (Hertz)
- n = jumlah getaran
- t = waktu (sekon)

Satuan frekuensi adalah Hertz (Hz). Jika dalam satu detik terjadi 5 getaran berarti frekuensi getaran ini adalah 5 Hertz.

Hubungan antara frekuensi dan periode dapat dituliskan dalam bentuk matematika sebagai berikut.

$$T = \frac{1}{f} \text{ atau } f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots (9.3)$$

Keterangan:

- f = frekuensi getaran (Hertz)
- T = periode getaran (sekon)

Contoh

Sebuah benda bergetar 50 kali dalam waktu 2 sekon. Berapakah frekuensi dan periode benda tersebut?

Jawab:

Karena dalam 2 sekon terjadi 50 kali getaran, maka dalam 1 sekon terjadi 25 getaran.

Jadi, frekuensi (f) getaran adalah 25 Hz.

Periode getaran (T) adalah:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{25} = 0,04$$

Jadi, periode (T) getaran adalah 0,04 s.

Info Sains

Apakah Seismograf itu?

Seismograf adalah alat yang digunakan untuk menentukan besarnya kekuatan gempa bumi. Alat ini menangkap getaran dari gelombang seismik yang merambat di dalam bumi.

Agar kamu lebih memahami periode dan frekuensi, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 9.2

Periode dan Frekuensi

Tujuan:

Mempelajari konsep periode dan frekuensi.

Alat dan bahan:

Batu, paku, *stopwatch*, dan benang 50 cm.

Prosedur kerja:

1. Buatlah sebuah bandul dengan menggunakan batu, paku, dan benang.
2. Batu yang digantung diberi simpangan sejauh 6 cm dari kesetimbangannya.
3. Lepaskan batu sehingga membuat getaran. Catatlah waktu yang diperlukan untuk membuat 5, 10, 15, 20, dan 25 getaran.
4. Catatlah hasil pengamatanmu.
5. Dari data yang telah diperoleh, hitunglah periode dan frekuensinya!

Jumlah Getaran	Waktu (s)
5
10
15
20
25

Latihan 9.1

1. Apakah getaran itu?
2. Tuliskan contoh-contoh getaran dalam kehidupan sehari-hari!
3. Apa yang dimaksud amplitudo, periode, dan getaran?
4. Sebuah benda bergetar sebanyak 100 kali dalam 5 detik. Hitunglah frekuensi dan periode getaran benda tersebut!
5. Sebuah lebah dapat menggerakkan sayapnya 50 kali setiap detiknya. Hitunglah periode getaran sayap lebah tersebut!



B Gelombang

Jika kamu melemparkan batu ke dalam kolam, dari titik tempat jatuhnya batu tersebut timbul gelombang kecil yang bergerak menjauhi titik tempat jatuh batu membentuk sebuah lingkaran. Perhatikan juga senar gitar yang dipetik. Getar senar tersebut dapat mengeluarkan bunyi sehingga kamu dapat mendengarnya dan jika dipadukan bunyi senar ini akan menimbulkan suara yang harmonis. Kedua contoh tersebut merupakan contoh-contoh gelombang dalam keseharian.

1. Pengertian Gelombang

Batu yang dijatuhkan ke dalam kolam dan senar gitar yang dapat mengeluarkan bunyi merupakan contoh-contoh bunyi.

Jika kamu melihat dengan teliti senar yang dipetik, kamu akan mendapatkan bahwa sebenarnya senar tersebut bergetar. Karena getaran inilah timbul gelombang bunyi. Untuk lebih memahami pengertian gelombang, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 9.3

Terjadinya Gelombang

Tujuan:

Mengamati terjadinya gelombang.

Alat dan bahan:

Baskom besar, sobekan kertas, dan air.

Prosedur kerja:

1. Isilah baskom dengan air.
2. Letakkan sebuah potongan kertas di atas air. Potongan kertas tersebut akan mengapung di permukaan air.
3. Buatlah gangguan pada air dengan tanganmu untuk membuat gelombang kecil pada air.
4. Gelombang kecil akan merambat ke tepi baskom. Apakah sobekan kertas juga ikut bergerak ke tepi baskom?
5. Catat hasil pengamatanmu.

Ketika air dalam baskom diganggu dengan tanganmu, timbul gelombang kecil yang bergerak menjauh dari titik sumber gangguan menuju ke tepi baskom. Akan tetapi, sobekan kertas yang kamu tempatkan tidak turut bergerak menjauh, melainkan bergerak turun naik.

Dari **Kegiatan 9.3** terlihat bahwa gelombang ditimbulkan oleh getaran yang dilakukan oleh tanganmu. Dapat dikatakan bahwa **gelombang** adalah getaran yang merambat melalui suatu medium. Dalam hal ini mediumnya adalah air.

2. Gelombang Mekanik dan Gelombang Elektromagnetik

Berdasarkan medium perambatannya, gelombang dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik.

a. Gelombang Mekanik

Gelombang air, gelombang bunyi, gelombang tali, dan gelombang pada slinki merupakan contoh-contoh gelombang mekanik. Gelombang-gelombang ini memerlukan medium untuk dapat merambatkan gelombang. Air, udara, tali, slinki adalah medium yang digunakan untuk merambatkan gelombang air, gelombang bunyi, gelombang tali, dan gelombang pada slinki. Gelombang-gelombang ini ditimbulkan oleh adanya getaran mekanik. Oleh karena itu, gelombang-gelombang tersebut dikelompokkan ke dalam



Gambar 9.3 Riak air merupakan gelombang mekanik.



Gambar 9.4 Kita dapat melihat acara TV dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik.

gelombang mekanik. Umumnya, gelombang mekanik seperti contoh tersebut dapat diamati dengan mata telanjang.

b. Gelombang Elektromagnetik

Tahukah kamu gelombang TV dan gelombang radio dapat merambat? Sebagai contoh, kamu dapat melihat pertandingan bola di Italia secara langsung padahal jarak rumahmu ke negara tersebut sangat jauh. Kamu dapat melihat acara TV karena adanya gelombang elektromagnetik. Siaran pertandingan bola di Italia dipancarkan ke satelit bumi dan oleh satelit bumi ini dipancarkan kembali ke bumi. Televisimu dapat menangkap gelombang ini dan mengubahnya menjadi gambar dan suara. Bagaimana gelombang elektromagnetik dapat merambat di luar angkasa ketika menuju satelit bumi padahal di luar angkasa merupakan ruangan hampa. Gelombang elektromagnetik dapat merambat meskipun tidak terdapat medium untuk menyalurkan gelombangnya. Contoh lain, gelombang sinar Matahari dapat sampai ke bumi meskipun antara Matahari dan bumi tidak terdapat medium untuk menyalurkan gelombang. Gelombang yang dapat merambat tanpa membutuhkan medium disebut gelombang elektromagnetik.

3. Gelombang Transversal dan Gelombang Longitudinal

Selain membutuhkan medium untuk merambat, gelombang juga mempunyai arah merambat dan arah getaran (ingat, gelombang adalah getaran yang merambat). Berdasarkan arah rambatan dan arah getarannya, gelombang dibedakan menjadi dua, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

a. Gelombang Transversal

Untuk mengamati gelombang transversal, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 9.4

Gelombang Transversal pada Tali

Tujuan:

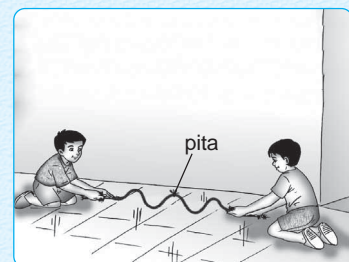
Mengamati gelombang transversal pada tali.

Alat dan bahan:

Tali sepanjang 2 m dan pita.

Prosedur kerja:

1. Peganglah olehmu salah satu ujung tali dan ujung yang lain oleh temanmu.
2. Letakkan tali tersebut di atas lantai, ujung-ujungnya masih dipegang olehmu dan temanmu.
3. Ikatkan pita pada bagian tengah tali tersebut.
4. Hentakkan tanganmu ke atas kemudian ke bawah (dalam satu gerakan) sehingga akan terlihat gelombang yang menjalar dari ujung yang kamu pegang ke ujung yang dipegang oleh temanmu.

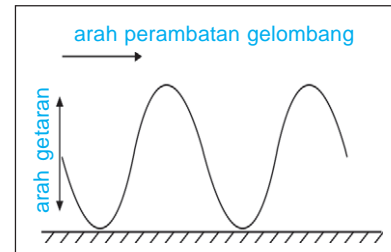


5. Perhatikan, apakah pita ikut merambat?
6. Ke arah mana gelombang merambat?
7. Ke arah mana pita bergerak?

Ketika kamu menghentakkan ujung tali sementara ujung yang lainnya dipegang temanmu, akan terbentuk gelombang yang menjalar dari ujung yang kamu pegang ke ujung yang dipegang temanmu. Arah gelombang tersebut adalah mendatar atau horizontal.

Pita yang diikatkan pada tali akan mengalami gerakan naik dan turun setiap kali gelombang melewatinya. Pita tidak ikut merambat, tetapi hanya bergerak ke atas kemudian ke bawah jika gelombang telah melewatinya. Gerakan pita adalah vertikal.

Ternyata, gelombang pada tali merambat secara horizontal dan arah getarannya vertikal. Dengan demikian arah perambatan gelombang dan arah getarannya saling tegak lurus. Gelombang seperti ini disebut dengan gelombang transversal. Jadi, gelombang transversal adalah gelombang yang arah perambatannya tegak lurus terhadap arah getarannya.



Gambar 9.5 Pada gelombang tali, arah rambatan gelombang dan arah getaran adalah tegak lurus.

b. Gelombang Longitudinal

Bagaimana arah perambatan gelombang dan arah getaran pada gelombang longitudinal? Gelombang longitudinal dapat kamu amati pada slinki. Untuk mengamati gelombang longitudinal lakukan kegiatan berikut.

Kegiatan 9.5

Gelombang Longitudinal pada Slinky

Tujuan:

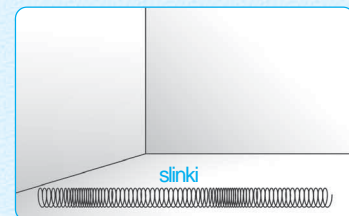
Mengamati gelombang longitudinal pada slinki.

Alat dan bahan:

Sebuah slinki.

Prosedur kerja:

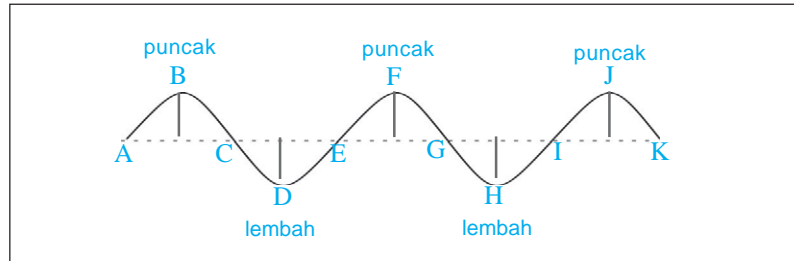
1. Letakkan slinki pada lantai.
2. Gerakkan salah satu ujung slinki maju mundur.
3. Pada slinki akan terlihat rapatan dan renggangan yang bergerak sepanjang slinki.
4. Bagaimana arah perambatan dan arah getaran pada slinki?



Ketika slinki kamu gerakkan, pada slinki akan merambat gelombang yang arahnya searah dengan arah getaran dari tanganmu yang diberikan pada slinki. Gelombang yang arah rambatannya searah dengan arah getarannya seperti pada gelombang slinki dinamakan gelombang longitudinal.

c. Bentuk Gelombang Transversal dan Gelombang Longitudinal

Gelombang tali dan gelombang air merupakan contoh gelombang transversal karena arah getaran dan arah perambatan gelombangnya saling tegak lurus. Jika digambarkan, bentuk gelombang transversal akan tampak seperti **Gambar 9.6**.



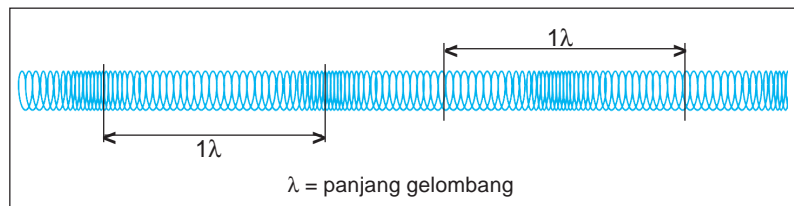
Gambar 9.6 Bentuk gelombang transversal.

Pada gelombang transversal ada beberapa istilah yang perlu kamu ketahui, yaitu sebagai berikut.

- ABC, EFG, dan IJK = bukit gelombang
- CDE dan GHI = lembah gelombang
- B, F, dan J = titik puncak gelombang
- D dan H = titik dasar gelombang
- ABCDE, EFGHI = satu gelombang
- Satu gelombang terdiri atas satu puncak gelombang dan satu lembah gelombang.

Jadi, gelombang transversal pada **Gambar 9.6** terdiri atas 3 puncak gelombang dan 2 lembah gelombang. Dengan kata lain terdiri atas 2,5 gelombang.

Sedangkan gelombang longitudinal terbentuk atas rapatan dan renggangan. Perhatikan bentuk gelombang longitudinal pada **Gambar 9.7**!



Gambar 9.7 Bentuk gelombang longitudinal.

Contoh

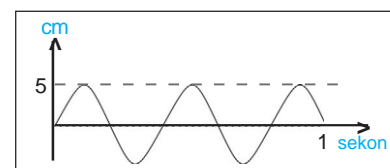
1. Diketahui sebuah gelombang seperti pada gambar. Tentukan:

- a. periode,
- b. frekuensi,
- c. amplitudo!

Jawab:

- a. Periode

Gambar di atas terdiri dari 3 puncak dan 2 lembah berarti 2,5 gelombang.



2,5 gelombang = 1 sekon

$$1 \text{ gelombang} = \frac{1 \text{ sekon}}{2,5} = 0,4 \text{ sekon}$$

Jadi, periodenya adalah 0,4 sekon.

b. Frekuensi

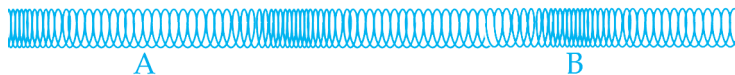
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,4} = 2,5$$

Jadi, frekuensinya adalah 2,5 Hz.

c. Amplitudo

Dari gambar terlihat bahwa simpangan terjauhnya adalah 5 cm. Jadi, amplitudonya adalah 5 cm.

2. Waktu yang dibutuhkan gelombang longitudinal untuk merambat dari A ke B adalah 1 sekon. Berapakah frekuensi gelombang tersebut?



Jawab:

Dari A ke B terbentuk dua rapatan dan dua renggangan, berarti terbentuk 2 gelombang dalam waktu 1 sekon. Ini berarti:

$$\begin{aligned} \text{frekuensi gelombang} &= \frac{2 \text{ gelombang}}{1 \text{ sekon}} \\ &= 2 \text{ gelombang/sekon} \\ &= 2 \text{ Hz} \end{aligned}$$

4. Cepat Rambat, Frekuensi, dan Panjang Gelombang

Kamu telah mengetahui bahwa gelombang merupakan getaran yang merambat. Merambat berarti bergerak dari suatu tempat ke tempat lain dalam selang waktu tertentu. Jika diketahui panjang gelombang dan periodenya, dapat ditentukan kecepatan gelombang tersebut. Panjang gelombang dilambangkan λ , dengan satuan meter, sedangkan kecepatan dilambangkan v satuannya m/s.

Telah diketahui bahwa periode gelombang T adalah:

$$T = \frac{1}{f} \text{ atau } f = \frac{1}{T}$$

Dengan demikian, diperoleh hubungan antara kecepatan gelombang (v) dengan panjang gelombang λ , periode (T), dan frekuensi gelombang (f) yang dituliskan sebagai berikut.

$$v = \frac{\lambda}{T} \dots\dots\dots (9.4)$$

Keterangan:

v = kecepatan gelombang (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

T = periode (sekon)

Contoh

Sebuah tali dengan panjang 6 m, ujungnya digerakkan sehingga membentuk 2 puncak dan 2 lembah. Waktu yang diperlukan untuk membentuk 1 bukit dan 1 lembah adalah 1,5 sekon. Hitunglah kecepatan gelombang tersebut!

Jawab:

2 puncak dan 2 lembah = 2λ , maka $2\lambda = 6$ m atau $\lambda = 3$ m
 $T = 1,5$ s

$$v = \frac{3 \text{ m}}{1,5 \text{ s}} \\ = 2 \text{ m/s}$$

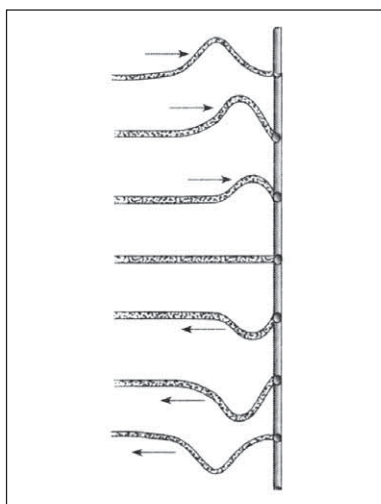
Jadi, kecepatan gelombang tersebut adalah 2 m/s.

5. Pemantulan Gelombang

Ketika kamu memberi gangguan pada air di dalam baskom, timbul gelombang yang bergerak menjauhi titik gangguan yang kamu berikan. Gelombang air ini akan bergerak membentuk bola dengan titik pusatnya titik di mana gangguan diberikan. Ketika gelombang tersebut tiba di tepi baskom, gelombang tersebut dipantulkan oleh dinding baskom. Sebagian energi yang dibawa gelombang tersebut dipantulkan oleh dinding baskom sehingga kamu dapat melihat gelombang kecil bergerak menjauhi dinding baskom.

Pada gelombang bunyi pun terjadi pemantulan. Jika kamu bicara atau berteriak atau bicara di dalam ruangan besar, kosong dan tertutup, kamu dapat mendengar suaramu akan dipantulkan. Jika kamu mengucapkan "halo", sesaat kemudian akan terdengar suara "halo" dari pantulan oleh dinding, langit-langit, dan alas ruangan tersebut.

Gelombang tali pun dapat mengalami pemantulan. Perhatikan **Gambar 9.8**! Gambar tersebut memperlihatkan gelombang pada tali yang dipantulkan oleh tiang tempat salah satu ujung tali diikat.



Gambar 9.8 Pemantulan gelombang tali dengan salah satu ujung terikat.

Gelombang laut merupakan gelombang air. Gelombang laut dapat berukuran sangat besar dan kecepatannya pun bisa sangat besar pula. Gelombang laut membawa energi yang besar yang dapat dihasilkan oleh angin atau gempa di dasar samudra. Ketika gelombang laut tersebut sampai di pantai, gelombang laut ini akan menghantam pantai dan sebagian gelombangnya akan dipantulkan dalam bentuk arus balik. Arus balik ini bergerak di bawah permukaan air laut. Arus balik ini sangat berbahaya bagi orang-orang yang sedang berenang di pantai karena arus ini dapat membawa orang yang sedang berenang ke laut yang lebih dalam. Oleh karena itu kamu harus hati-hati jika berenang di laut. Patuhi semua peraturan dan larangan yang diberlakukan di pantai tempat kamu berenang.

6. Pemanfaatan Gelombang dalam Kehidupan Sehari-hari

Banyak sekali pemanfaatan gelombang dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya kamu dapat menonton berbagai acara televisi yang ditransmisikan dengan gelombang elektromagnetik. Tanpa pengetahuan tentang gelombang, manusia tidak mungkin mampu membuat alat yang dapat memancarkan dan menerima siaran televisi. Manusia juga dapat meramalkan cuaca dengan menggunakan satelit untuk mengumpulkan informasi dari atmosfer Bumi juga menggunakan teknologi gelombang. Berikut adalah aplikasi gelombang dalam kehidupan sehari-hari.

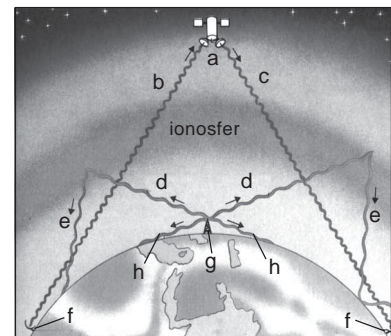
a. Satelit Buatan

Satelit buatan adalah seperangkat alat elektronik yang diorbitkan pada orbit tertentu di luar angkasa. Satelit buatan ini mengorbit mengelilingi bumi seperti halnya bulan. Satelit digunakan manusia khususnya dalam bidang telekomunikasi dan meteorologi. Dalam bidang telekomunikasi yaitu digunakan untuk menerima dan menyebarkan gelombang televisi dari suatu tempat di bumi kemudian menyebarkannya ke bagian bumi lain sehingga informasi dapat disampaikan saat itu juga. Misalkan, kamu melihat tayangan sepak bola liga Italia secara langsung. Rekaman pertandingan tersebut diubah menjadi gelombang elektromagnetik dan dipancarkan. Gelombang ini diterima oleh satelit dan disebarkan kembali ke bumi sehingga belahan bumi lain dapat menerima gelombang ini. Di belahan bumi tersebut gelombang elektromagnetik ini diubah kembali menjadi bentuk gambar dan suara. Penjalaran gelombang dari bumi ke satelit terlihat seperti **Gambar 9.9**.

Dari **Gambar 9.9** terlihat sebuah pemancar radio memancarkan gelombang dalam segala arah. Gelombang langit menjalar ke atas dan dipantulkan oleh ionosfer kembali ke bumi karena gelombang-gelombang ini dapat diterima dari seluruh horizon. Beberapa gelombang dapat mengenai tanah dan dipantulkan kembali. Gelombang mikro tidak dipantulkan oleh ionosfer melainkan diteruskan ke satelit. Gelombang yang diterima oleh satelit ini digunakan untuk mentransmisikan informasi ke stasiun-stasiun penerima di bumi.

b. Sel Surya

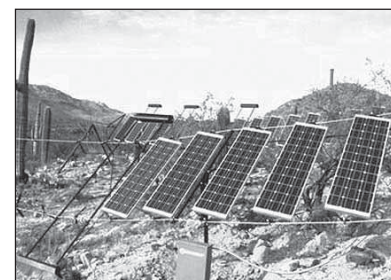
Sel surya digunakan manusia untuk menampung gelombang sinar Matahari sehingga manusia memperoleh bentuk energi baru. Kamu pasti telah mengetahui bahwa sinar Matahari juga merupakan gelombang. Sinar Matahari ini dapat digunakan sebagai sumber energi baru, misalnya pembangkit listrik, digunakan untuk mobil bertenaga surya, bahkan digunakan sebagai sumber energi pesawat bertenaga surya. Para ahli telah banyak yang meneliti pemanfaatan energi Matahari ini. Bahkan telah dibuat mobil-mobil tenaga surya yang menggunakan energi Matahari untuk menggerakkannya



Gambar 9.9 Penjalaran gelombang dari bumi ke satelit dan sebaliknya.

Keterangan:

- a. satelit komunikasi
- b. gelombang mikro
- c. gelombang mikro ditransmisikan kembali
- d. gelombang langit
- e. gelombang langit yang dipantulkan
- f. parabola pemancar gelombang mikro
- g. pemancar radio
- h. gelombang tanah



Gambar 9.10 Sel surya.

c. Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi

Mungkin kamu bertanya-tanya bagaimana orang dapat menemukan sumber minyak bumi di dalam perut bumi, padahal kulit bumi (mantel) sangat tebal dan terdiri atas batuan yang sangat padat. Satu lagi konsep gelombang dimanfaatkan manusia. Pada pembahasan sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa gelombang mekanik menjalar membutuhkan medium dan gelombang dapat dipantulkan.

Para ahli geofisika melakukan penelitian terhadap perut bumi dengan memberikan gelombang mekanik pada bumi. Gelombang tersebut akan dijalarkan oleh bumi ke segala arah. Jika gelombang tersebut mengenai batuan yang mempunyai sifat elastisitas berbeda, gelombang tersebut sebagian akan dipantulkan dan sebagian akan diteruskan. Gelombang yang dipantulkan ke permukaan bumi ini diterima oleh *receiver* dan waktu penjalaran gelombang ini dicatat.

Dari serangkaian data waktu pemantulan, para ahli geofisika dapat memperkirakan jenis batuan yang dilalui gelombang dan memperkirakan adanya sumber minyak bumi, gas, atau mineral.

Jika kamu melanjutkan studi di perguruan tinggi jurusan Geofisika, kamu akan mempelajari teknik ini secara lebih mendalam dan kamu akan merasa kagum bagaimana Sains menjadi ujung tombak dalam sebuah eksplorasi minyak bumi, mineral, atau gas.

d. Sonar

Sebagian wilayah negara Indonesia adalah laut. Tidak heran jika Indonesia kaya akan ikan. Selain di pantai, ikan ditangkap para nelayan di perairan yang jauh dari pantai menggunakan kapal. Tidak setiap daerah di laut dihuni oleh ikan. Ada beberapa bagian laut yang banyak ikannya dan ada bagian laut yang sedikit ikannya. Bagaimana caranya supaya penangkapan ikan di laut menjadi efektif?

Kapal-kapal laut biasanya menggunakan sonar untuk menemukan daerah di laut yang banyak ikannya. Prinsip kerja sonar ini berdasarkan pada konsep pemantulan gelombang. Dari permukaan, gelombang bunyi dijalarkan ke dalam laut. Gelombang suara ini menyebar ke kedalaman laut. Jika sebelum tiba di dasar laut, gelombang suara ini mengenai gerombolan ikan, gelombang suara ini sebagian akan dipantulkan kembali ke permukaan. Gelombang pantul ini akan diterima oleh alat dan langsung digambarkan dalam monitor. Nelayan dapat melihat gerombolan ikan di bawah kapal mereka. Dengan demikian, nelayan dapat menurunkan jaringnya untuk menangkap ikan-ikan tersebut. Penggunaan sonar ini akan lebih menguntungkan dan membuat suatu pelayaran akan lebih efektif.

Tugas 9.1

Gelombang tsunami merupakan salah satu jenis gelombang. Gelombang ini pernah meninggalkan duka yang sangat mendalam bagi bangsa Indonesia pada Desember 2004. Tugasmu, carilah informasi mengenai gelombang tsunami. Informasi tersebut dapat kamu dapatkan dari media cetak, media elektronik, perpustakaan, atau internet. Buatlah sebuah laporan dan presentasikan hasilnya di depan kelas.

Latihan 9.2

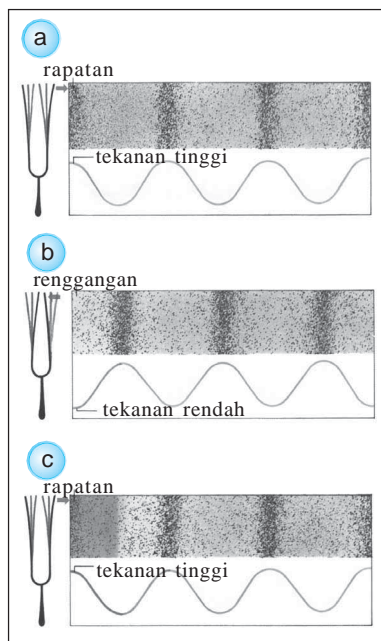
1. Apakah gelombang itu?
2. Tuliskan jenis-jenis gelombang menurut medium penjarannya dan berilah contohnya!
3. Tuliskan jenis-jenis gelombang menurut arah rambatan dan arah getarannya. Berilah contohnya!
4. Sebuah gelombang terdiri atas 2 bukit dan 1 lembah. Jarak antara dua bukit yang berdekatan adalah 3 meter. Hitunglah panjang gelombang tersebut!
5. Jelaskan pemanfaatan gelombang dalam teknologi!



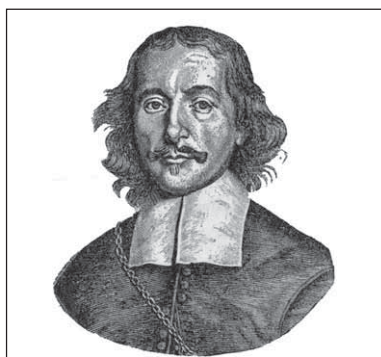
C Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang. Tidak seperti gelombang pada tali atau gelombang pada air, gelombang bunyi tidak dapat dilihat mata, melainkan dapat didengar telinga. Banyak sekali sumber-sumber bunyi dalam keseharian kita. Setiap benda yang dapat mengeluarkan bunyi dikatakan sebagai sumber bunyi. Perhatikanlah sebuah gitar yang merupakan salah satu sumber bunyi! Bunyi gitar dihasilkan oleh senar-senar gitar yang bergetar karena petikan jari-jari tangan. Ketika senar gitar tersebut dipetik, senar akan bergetar. Getaran senar ini mengusik partikel-partikel udara di sekelilingnya. Gitar mempunyai ruangan kosong berisi udara. Ruangan ini berfungsi untuk menampung gelombang yang dihasilkan oleh senar. Di dalam tabung ini, gelombang-gelombang bunyi mengalami penguatan karena pemantulan oleh dinding-dindingnya. Oleh karena itu, kamu dapat mendengarkan suara petikan gitar yang nyaring.

Jika kamu menggetarkan garputala dengan cara memukulnya, garputala tersebut akan bergetar dan mengeluarkan bunyi. Getaran garputala tersebut mengusik partikel-partikel udara di sekelilingnya, kemudian partikel-partikel udara tersebut akan meneruskannya. Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal. Partikel udara yang termampatkan akan mem-



Gambar 9.11 Bentuk penyebaran gelombang bunyi di udara.



Gambar 9.12 Otto von Guericke

bentuk rapatan dan renggangan. Rapatan dan renggangan ini akan dirambatkan oleh partikel-partikel udara.

Dengan demikian bunyi akan terdengar di tempat yang mempunyai jarak tertentu dari sumber bunyi tersebut. Bentuk penyebaran gelombang bunyi di udara dapat dilihat seperti **Gambar 9.11**.

Getaran yang merambat di udara ini mirip dengan merambatnya gelombang air karena dijatuhkannya sebuah batu ke dalamnya. Ketika batu mengenai air, batu tersebut memberikan gangguan pada air. Air akan membentuk gelombang yang diteruskan ke segala arah membentuk pola lingkaran. Kamu dapat melihat gelombang air yang membentuk lingkaran bergerak menjauhi titik di mana batu dijatuhkan.

Ada sedikit perbedaan antara gelombang bunyi dan gelombang air. Jika gelombang air bergerak hanya satu dimensi yaitu ke arah mendatar saja, gelombang bunyi bergerak ke segala arah dalam ruang tiga dimensi.

1. Perambatan Bunyi

Telah disebutkan bahwa gelombang bunyi merambat di dalam suatu medium. Seorang ahli Fisika berkebangsaan Jerman Otto von Guericke (1602–1806) telah membuktikan bahwa gelombang bunyi merambat memerlukan medium. Dalam percobaannya, Guericke memasukkan bel ke dalam tabung yang telah divakumkan dengan cara memompa udaranya keluar tabung. Dia mendapatkan bahwa ketika bel dimasukkan ke dalam tabung hampa, bunyi bel tidak dapat terdengar. Hal ini membuktikan bahwa bel dapat terdengar jika ada udara sebagai medium penghantar gelombang bunyi.

Dapatkah bunyi merambat pada zat cair? Selain udara sebagai penghantar bunyi, zat cair (contohnya air) pun dapat dijadikan medium untuk menghantarkan bunyi. Ikan lumba-lumba dapat berkomunikasi dengan sesamanya menggunakan gelombang bunyi yang dapat diterima sesamanya karena gelombang bunyi tersebut merambat di dalam air.

Perambatan bunyi di dalam air dapat kamu amati langsung ketika kamu sedang menyelam di dalam air. Misalkan kamu dan temanmu secara bersama-sama menyelam di dalam air. Kemudian, temanmu berteriak di dalam air, kamu dapat mendengar teriakan temanmu tersebut.

Selain pada udara dan zat cair, bunyi pun dapat merambat di dalam zat padat. Jadi, bunyi tidak dapat merambat melalui hampa udara (vakum). Syarat terjadi dan terdengarnya bunyi adalah sebagai berikut.

- Ada sumber bunyi (benda yang bergetar).
- Ada medium (zat antara untuk merambatnya bunyi).
- Ada penerima bunyi yang berada di dekat atau dalam jangkauan sumber bunyi.

Untuk mengamati perambatan gelombang bunyi di dalam zat padat, lakukan **Kegiatan 9.6!**

Kegiatan 9.6

Perambatan Gelombang Bunyi pada Zat Padat

Tujuan:

Mengamati perambatan gelombang bunyi pada zat padat.

Alat dan bahan:

Dua buah kaleng bekas minuman yang tutupnya telah dibuang sehingga merupakan silinder tanpa tutup, paku, palu, dan benang.

Prosedur kerja:

1. Lubangi alas kedua kaleng bekas dengan paku.
2. Siapkan benang sepanjang 10 m.
3. Setiap ujung benang dimasukkan ke dalam lubang kaleng.
4. Dengan bantuan temanmu, aturlah posisi benang sedemikian rupa sehingga benang tidak kendur.
5. Gunakan kaleng sebagai corong untuk berbicara dan kaleng yang lain yang dipegang temanmu digunakan untuk mendengarkan ucapanmu.
6. Apakah temanmu dapat mendengar suaramu?
7. Lakukan kegiatan tersebut secara bergiliran sehingga alat ini berfungsi seperti telepon.
8. Apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan ini?

Suara kamu dapat terdengar oleh temanmu dari kaleng yang dihubungkan dengan benang karena gelombang bunyi dari pita suaramu diteruskan oleh benang. Hal ini membuktikan bahwa gelombang bunyi dapat menjalar melalui zat padat.

2. Cepat Rambat Gelombang Bunyi

Pernahkah kamu melihat halilintar? Kilatan halilintar dan suaranya tampak tidak terjadi dalam satu waktu. Sebenarnya, kilatan halilintar dan suaranya terjadi bersamaan. Mengapa kita melihat kilatan halilintar lebih dahulu, kemudian disusul suaranya? Hal ini berkaitan dengan cepat rambat gelombang.

Halilintar terdiri atas dua gelombang, yaitu gelombang cahaya yang berupa kilatannya dan gelombang bunyi yang berupa suaranya. Karena kedua gelombang ini mempunyai cepat rambat gelombang yang berbeda, dua gelombang ini tampak terjadi beriringan. Ternyata cepat rambat gelombang cahaya lebih besar dari cepat rambat gelombang bunyi. Oleh karena itu, kilatan cahaya akan lebih dahulu kita lihat, kemudian disusul suaranya.

Hal serupa juga terjadi ketika kamu mendengar bunyi pesawat di atas kamu, ternyata pesawat terlihat sudah jauh berada di depan. Hal ini disebabkan cepat rambat cahaya lebih besar daripada cepat rambat bunyi.

Kecepatan perambatan gelombang bunyi bergantung pada medium tempat gelombang bunyi tersebut dirambatkan. Selain itu, kecepatan rambat bunyi juga bergantung pada suhu me-



Gambar 9.13 Kilatan halilintar akan terlihat lebih dulu dibandingkan terdengarnya suara halilintar.

dium tersebut. Kecepatan perambatan gelombang bunyi di udara bersuhu 0° C akan berbeda jika bunyi merambat di udara yang bersuhu 25° C.

Tugas 9.2

Carilah peristiwa-peristiwa yang menunjukkan bahwa kecepatan perambatan bunyi bergantung pada medium dan suhu tempat gelombang tersebut menjalar!

Bagaimana menentukan kecepatan perambatan gelombang bunyi? Kecepatan gelombang bunyi dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \dots\dots\dots (9.5)$$

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)
 Δs = jarak sumber bunyi dengan pengamat (m)
 Δt = waktu (s)

Tabel 9.1 Cepat rambat gelombang bunyi pada beberapa medium pada suhu 20°C.

Medium	Kecepatan (m/s)
Udara	340
Alkohol	1.240
Air	1.500
Kayu Oak	3.850
Kaca	4.540
Besi	5.100

Perlu diingat bahwa kecepatan merambatnya bunyi dalam suatu medium tidak hanya bergantung pada jenis medium, tetapi bergantung juga pada suhu medium tersebut. Cepat rambat gelombang bunyi di udara pada suhu 20° C akan berbeda dengan cepat rambat gelombang bunyi di udara pada suhu 50° C. Kecepatan bunyi pada beberapa medium pada suhu yang sama ditunjukkan pada **Tabel 9.1**.

Pada **Tabel 9.1** terlihat bahwa untuk medium yang berbeda, kecepatan perambatan gelombang bunyinya berbeda pula. Jika dilihat dari kepadatan medium-medium pada **Tabel 9.1** ternyata pada medium yang mempunyai kerapatan paling kecil yaitu udara, gelombang bunyi merambat paling lambat dan sebaliknya. Jadi bunyi merambat paling baik dalam medium zat padat dan paling buruk dalam medium udara (gas). Perbedaan cepat rambat bunyi dalam ketiga medium (padat, cair, dan gas) karena perbedaan jarak antarpartikel dalam ketiga wujud zat tersebut. Jarak antarpartikel pada zat padat sangat berdekatan sehingga energi yang dibawa oleh getaran mudah untuk dipindahkan dari partikel satu ke partikel lainnya tanpa partikel tersebut berpindah. Begitu sebaliknya pada zat gas yang memiliki jarak antarpartikel yang berjauhan.

Tabel 9.2 Pengaruh suhu pada cepat rambat gelombang bunyi pada medium udara.

Suhu udara (°C)	Kecepatan (m/s)
0	332
15	340
25	347

Selain bergantung pada medium perambatannya, cepat rambat gelombang bunyi juga bergantung pada suhu medium tempat gelombang bunyi tersebut merambat. **Tabel 9.2** memperlihatkan kecepatan perambatan bunyi di udara pada suhu yang berbeda.

Pada **Tabel 9.2** terlihat bahwa pada medium yang sama yaitu udara, gelombang bunyi merambat dengan kecepatan berbeda-beda. Jadi, semakin tinggi suhu udara, semakin besar cepat

rambat bunyinya atau semakin rendah suhu udara, semakin kecil cepat rambat bunyinya.

Contoh

Sebuah sumber bunyi mengeluarkan bunyi. Bunyi tersebut terdengar oleh pengamat 1,5 sekon kemudian. Jarak antara sumber bunyi dan pengamat adalah 510 m. Hitunglah kecepatan gelombang tersebut!

Jawab:

$$\Delta t = 1,5 \text{ s}$$

$$\Delta s = 510 \text{ m}$$

$$v = \frac{510 \text{ m}}{1,5 \text{ s}} \\ = 340 \text{ m/s}$$

Jadi, cepat rambat gelombang bunyi tersebut adalah 340 m/s.

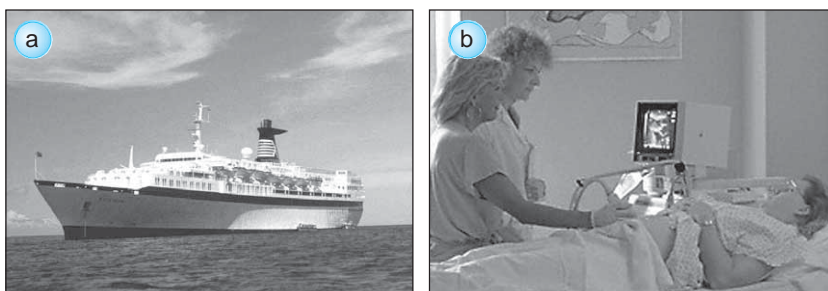
3. Infrasonik, Ultrasonik, dan Audiosonik

Setiap makhluk hidup mempunyai ambang pendengaran yang berbeda-beda. Pendengaran manusia dan hewan tentu akan berbeda. Ada bunyi yang dapat didengar manusia, tetapi tidak oleh hewan dan sebaliknya.

Berdasarkan frekuensinya, bunyi dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok, yaitu ultrasonik, audiosonik, dan infrasonik. Bunyi yang mempunyai frekuensi di atas 20.000 Hz disebut **ultrasonik**. Bunyi ini hanya dapat didengar oleh lumba-lumba dan kelelawar. Kelelawar menggunakan frekuensi ini sebagai navigasi ketika terbang di kegelapan. Kelelawar dapat menemukan jalan atau mangsanya dengan cara mengeluarkan bunyi ultrasonik. Bunyi ini akan dipantulkan oleh benda-benda di sekelilingnya, kemudian pantulan bunyi ini dapat ditangkap kembali sehingga kelelawar dapat mengetahui jarak dirinya dengan benda-benda di sekitarnya. Bunyi ultrasonik dapat dimanfaatkan manusia untuk mengukur kedalaman laut, pemeriksaan USG (*ultrasonografi*).



Gambar 9.14 Kelelawar merupakan contoh hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik.



Gambar 9.15 a. Kapal memanfaatkan bunyi ultrasonik untuk mengukur kedalaman laut.
b. Pemeriksaan USG memanfaatkan bunyi ultrasonik untuk memeriksa kandungan.

Bunyi yang mempunyai frekuensi antara 20 Hz – 20.000 Hz disebut **audiosonik**. Selang frekuensi bunyi ini dapat didengar manusia. Akan tetapi, kepekaan pendengaran manusia semakin



Gambar 9.16 Laba-laba merupakan contoh hewan yang dapat mendengar bunyi infrasonik.

tua semakin menurun, sehingga pada usia lanjut tidak semua bunyi yang berada di rentang frekuensi ini dapat didengar.

Bunyi yang mempunyai frekuensi di bawah 20 Hz disebut **infrasonik**. Bunyi ini dapat didengar oleh binatang-binatang tertentu, seperti anjing, laba-laba, dan jangkrik.

4. Karakteristik Gelombang Bunyi

Kita dapat mendengar bunyi karena bunyi merambat melalui medium. Setiap benda mempunyai ciri-ciri tersendiri. Tentunya, kamu dapat membedakan suara yang kamu dengar. Sebagai contoh, kamu dapat membedakan suara orang dewasa dan suara anak-anak. Ternyata, setiap bunyi yang kita dengar mempunyai frekuensi dan amplitudo yang berbeda, meskipun merambat pada medium yang sama.

a. Desah dan Nada

Jika kamu berada di pasar atau di tempat-tempat keramaian lainnya, kamu dapat mendengar suara-suara orang yang sedang berbicara. Tidak semua suara orang berbicara dapat kamu dengar, ada yang jelas dan ada yang tidak. Suara orang bicara yang dekat dengan kamu mungkin dapat kamu dengar dengan jelas tetapi tidak yang letaknya jauh darimu. Semua suara di keramaian bersatu menjadi suara gemuruh, meskipun kamu berkonsentrasi berusaha mendengar suara-suara itu, kamu tetap tidak dapat melakukannya.

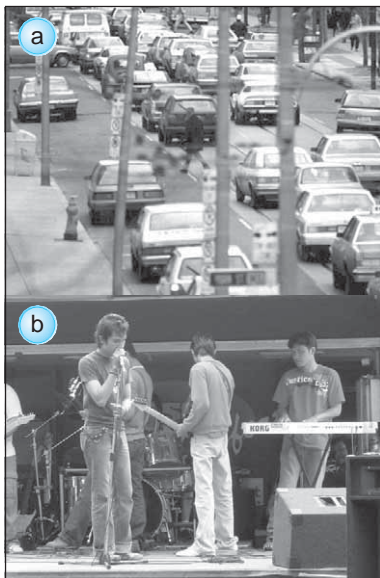
Cobalah lakukan kegiatan kecil berikut! Di salah satu tempat (pasar atau terminal), cobalah kamu memejamkan mata sekitar 30 detik, kemudian kamu dengarkan suara apa saja yang kamu dengar! Dapatkah kamu mengidentifikasi setiap suara yang kamu dengar? Di keramaian, setiap bunyi yang mempunyai frekuensi berbeda berkumpul sehingga menimbulkan bunyi yang tak teratur sehingga kamu akan sulit mengidentifikasi suara di keramaian tersebut. Bunyi yang berasal dari keramaian adalah bunyi yang mempunyai frekuensi tak beraturan. Bunyi yang mempunyai frekuensi tak teratur disebut sebagai **desah**.

Pernahkah kamu memainkan gitar? Gitar merupakan salah satu sumber bunyi. Setiap senar pada gitar mempunyai ukuran yang berbeda. Hal ini dimaksudkan untuk menghasilkan sebuah bunyi yang teratur. Bunyi yang mempunyai frekuensi tertentu disebut **nada**.

Jika dua buah garputala yang berbeda frekuensinya digetarkan, ternyata garputala yang mempunyai frekuensi lebih besar akan menghasilkan nada yang lebih tinggi. Sebaliknya, garputala yang frekuensinya lebih rendah akan menghasilkan bunyi rendah. Frekuensi sebuah sumber bunyi berpengaruh terhadap tinggi rendahnya bunyi.

b. Kekuatan Bunyi

Apakah kekuatan bunyi itu? Bunyi ada yang kuat dan ada yang lemah. Jika bunyi yang kamu dengar sangat keras dan



Gambar 9.17

- Keramaian lalu lintas menimbulkan bunyi yang frekuensinya tidak teratur yang disebut desah.
- Alat musik yang dimainkan dengan baik menghasilkan frekuensi yang teratur disebut nada.

melebihi ambang bunyi yang dapat diterima manusia, bunyi ini dapat merusak telingamu.

Untuk mengetahui kekuatan bunyi, lakukan kegiatan kecil berikut. Petiklah senar gitar sehingga keluar bunyi. Kemudian, pada senar yang sama, petik kembali senar tersebut dengan simpangan yang agak besar. Apa yang terjadi? Senar yang dipetik dengan simpangan besar akan berbunyi lebih kuat daripada dipetik dengan simpangan kecil. Dalam hal ini, simpangan yang kamu berikan pada senar merupakan amplitudo. Semakin besar amplitudo, semakin kuat bunyi dan sebaliknya. Jadi kekuatan bunyi ditentukan oleh besarnya amplitudo bunyi tersebut.

Bila dua sumber bunyi yang kerasnya sama, tetapi jarak antara sumber bunyi dengan pendengar berbeda maka sumber bunyi yang lebih dekat dengan pendengar akan terdengar lebih kuat.

Faktor-faktor yang memengaruhi kuat bunyi adalah:

- 1) amplitudo,
- 2) jarak sumber bunyi dari pendengar,
- 3) jenis medium.

c. Timbre (Warna Bunyi)

Di dalam suatu keramaian, kamu pasti mendengar berbagai macam bunyi. Ada suara laki-laki, perempuan, anak-anak, dan sebagainya. Telingamu mampu membedakan bunyi-bunyi tersebut. Ketika sebuah gitar dan organ memainkan lagu yang sama, kamu masih dapat membedakan suara kedua alat musik tersebut. Meskipun kedua alat musik tersebut mempunyai frekuensi yang sama, tetapi bunyi yang dihasilkan oleh kedua sumber bunyi tersebut bersifat unik. Keunikan setiap bunyi dengan bunyi lainnya meskipun mempunyai frekuensi yang sama disebut sebagai warna bunyi. Dapatkah kamu menyebutkan contoh lain yang menunjukkan bahwa bunyi memiliki warna yang berbeda meskipun frekuensinya sama.

d. Hukum Marsenne

Marsenne menyelidiki hubungan frekuensi yang dihasilkan oleh senar yang bergetar dengan panjang senar, penampang senar, tegangan, dan jenis senar. Faktor-faktor yang memengaruhi frekuensi nada alamiah sebuah senar atau dawai menurut Marsenne adalah sebagai berikut.

- 1) Panjang senar, semakin panjang senar semakin rendah frekuensi yang dihasilkan.
- 2) Luas penampang, semakin besar luas penampang senar, semakin rendah frekuensi yang dihasilkan.
- 3) Tegangan senar, semakin besar tegangan senar semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan.
- 4) Massa jenis senar, semakin kecil massa jenis senar semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan.

Info Sains

Efek Biologis dan Efek Medis dari Ultrasonik

Ultrasonik dapat berpengaruh buruk terhadap sistem-sistem kehidupan. Hewan kecil yang dihadapkan pada ultrasonik berkekuatan tinggi kerap kali akan mati. Tanaman yang diberi ultrasonik berkekuatan rendah dapat bereaksi bagus tetapi akan hancur bila diberi ultrasonik berkekuatan tinggi. Di samping merusak sel, ultrasonik dapat juga merusakkan bahan genetik di dalam sel.

Orang-orang yang bekerja dengan generator ultrasonik, untuk jangka waktu yang lama menderita kelelahan dan ke-muakan.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer



Gambar 9.18 Frekuensi nada senar dipengaruhi oleh panjang, luas penampang, tegangan, dan massa jenis senar.

Latihan 9.3

1. Apa yang dimaksud dengan bunyi?
2. Jelaskan perambatan bunyi di udara!
3. Adakah perbedaan perambatan bunyi di udara, zat padat, dan zat cair? Jika ada, sebutkan perbedaan-perbedaan tersebut!
4. Ketika terjadi halilintar, kamu lebih dahulu melihat kilatan halilintar tersebut daripada suaranya. Mengapa demikian?
5. Si A mendengar bunyi halilintar 0,5 detik setelah melihat kilatannya. Jika cepat rambat bunyi di udara 347 m/s, hitunglah jarak antara si A dan halilintar terjadi!
6. Tuliskan jenis-jenis bunyi berdasarkan frekuensinya!

5. Resonansi

Jika sebuah kendaraan berat (misalnya truk) melintas cukup dekat dengan rumahmu, kamu dapat merasakan lantai dan kaca rumahmu terasa bergetar. Atau, ketika ada halilintar, kaca rumahmu terasa bergetar. Mengapa ini terjadi?

Contoh-contoh kejadian sehari-hari di atas merupakan peristiwa resonansi bunyi. Untuk melihat contoh resonansi lain dan menjelaskan resonansi, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 9.7

Resonansi pada Garputala

Tujuan:

Mengamati resonansi pada garputala.

Alat dan bahan:

Dua buah garputala A dan B yang frekuensinya sama dan sebuah garputala C dengan frekuensi berbeda.

Prosedur kerja:

1. Letakkan ketiga garputala pada jarak yang cukup dekat.
2. Getarkan garputala A dengan cara memukul.
3. Apa yang terjadi terhadap garputala B (frekuensinya sama)?
4. Apa yang terjadi terhadap garputala C (frekuensinya berbeda)?
5. Catatlah hasil pengamatanmu dan buatlah kesimpulannya!

Ketika garputala bergetar, getaran tersebut mampu mengusik udara di sekelilingnya sehingga menimbulkan bunyi. Getaran ini diteruskan oleh partikel-partikel udara sehingga garputala lain yang mempunyai frekuensi sama dan jaraknya berdekatan akan bergetar dan menimbulkan gelombang bunyi pula. Garputala yang mempunyai frekuensi berbeda tidak akan

terpengaruh oleh getaran gelombang bunyi ini. Oleh karena itu garputala yang mempunyai frekuensi berbeda tidak akan bergetar.

Dari **Kegiatan 9.7** tersebut dapat diambil suatu kesimpulan bahwa jika sebuah benda bergetar, benda lain yang mempunyai frekuensi sama dan berada dalam daerah rambatan getaran benda tersebut akan bergetar. Peristiwa ini disebut sebagai **resonansi**.

Sebagian alat musik seperti gitar memanfaatkan peristiwa resonansi ini untuk menghasilkan suara yang lebih nyaring. Gitar biasanya mempunyai sebuah kotak udara. Partikel-partikel udara di dalam kotak udara ini akan ikut bergetar ketika senar gitar dipetik. Udara di dalam kotak gitar beresonansi dengan kawat yang bergetar. Hal ini dapat diamati jika senar gitar dibentangkan dan dipetik jauh dari lubang gitar, suara senar ini tidak akan nyaring seperti ketika dipetik di dekat kotak udara. Coba kamu sebutkan contoh peristiwa resonansi lain yang dapat kamu temui dalam kehidupan sehari-hari.

Resonansi, selain membawa manfaat juga menimbulkan kerugian. Kerugian akibat resonansi antara lain adalah ketika terjadi gempa, bumi bergetar dan getaran ini diteruskan ke segala arah. Getaran bumi dapat diakibatkan oleh peristiwa-peristiwa yang terjadi di perut bumi, misalnya terjadinya dislokasi di dalam perut bumi sehingga bumi bergetar yang dapat kita rasakan sebagai gempa. Jika getaran gempa ini sampai ke permukaan dan sampai di pemukiman, gedung-gedung yang ada di permukaan bumi akan bergetar. Jika frekuensi getaran gempa sangat besar dan getaran gedung-gedung ini melebihi frekuensi alamiahnya, gedung-gedung ini akan roboh.

Selain gempa bumi, angin juga dapat membuat sebuah jembatan bergetar dan jika getarannya melebihi frekuensi alamiahnya, jembatan tersebut akan roboh.

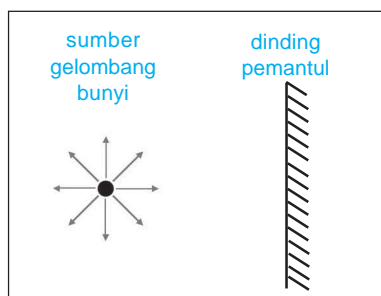


Gambar 9.19 Kerusakan yang diakibatkan gempa.

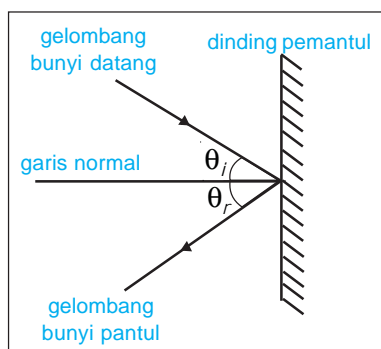
6. Pemantulan Bunyi

Ketika kamu berdiri di depan cermin, kamu dapat melihat bayanganmu. Hal ini terjadi karena gelombang cahaya yang mengenaimu dipantulkan sehingga sampai di mata. Hal yang lebih jelas kelihatan ketika kamu menyorotkan lampu senter pada cermin tersebut. Cermin akan memantulkan sinar senter tersebut sehingga seolah-olah sinar keluar dari cermin. Peristiwa ini disebut pemantulan gelombang cahaya. Bagaimana dengan gelombang bunyi? Dapatkah gelombang bunyi dipantulkan?

Seperti gelombang lainnya gelombang bunyi pun dapat dipantulkan ketika mengenai penghalang. Akan tetapi, pemantulan gelombang bunyi tentunya tidak dapat dilihat mata, melainkan dapat didengarkan. Untuk memahami pemantulan bunyi bayangkan kamu berada di sebuah gelanggang olahraga yang luas. Ketika kamu berteriak, akan terdengar teriakanmu seolah-olah ada yang mengikuti. Suara yang mengikuti sesaat setelah kamu mengeluarkan bunyi adalah suaramu sendiri yang dipantulkan oleh dinding-dinding gelanggang olahraga tersebut.



Gambar 9.20 Sumber gelombang bunyi dan dinding pantul.



Gambar 9.21 Skema pemantulan bunyi oleh dinding pantul.

a. Hukum Pemantulan Bunyi

Untuk mempermudah menganalogikan pemantulan gelombang bunyi, kamu harus membayangkan gelombang bunyi sebagai sebuah sinar. Dengan cara ini kamu dapat menggambarkan proses pemantulan bunyi.

Gambar 9.20 memperlihatkan sebuah sumber gelombang bunyi yang mengeluarkan gelombang bunyi menyebar ke segala arah dan sebuah dinding pemantul. Gambar anak panah mewakili gelombang bunyi. Untuk selanjutnya gelombang bunyi cukup digambarkan dengan anak panah. Jika diambil sebuah gelombang bunyi yang mewakili gelombang bunyi yang mengenai dinding, akan tampak seperti **Gambar 9.21**.

Pada **Gambar 9.21** terlihat bahwa ada sebuah garis yang dinamakan garis normal. Garis normal merupakan garis khayal yang tegak lurus bidang pantul. Gelombang bunyi datang membentuk sudut θ_i terhadap dinding pemantul. Sudut ini dinamakan sudut datang. Kemudian, gelombang datang ini dipantulkan oleh dinding pemantul membentuk sudut θ_r . Sudut datang akan sama dengan sudut pantul. Sudut datang, sudut pantul dan garis normal terletak pada satu bidang yang sama. Dengan demikian, diperoleh hukum pemantulan bunyi sebagai berikut.

- Bunyi datang, bunyi pantul, dan garis normal terletak pada bidang yang sama.
- Sudut datang sama dengan sudut pantul.

b. Pemantulan Bunyi dalam Keseharian

Dalam kehidupan sehari-hari ada beberapa contoh peristiwa pemantulan bunyi yang terjadi. Peristiwa-peristiwa pemantulan bunyi ini ada yang bersifat menguntungkan dan ada juga yang bersifat merugikan. Contoh, ketika kamu berbicara dalam ruangan, maka sesaat kemudian terdengar suara dari pantulan bicara kamu. Waktu pantul berlangsung cukup singkat. Gejala ini disebut gaung. Suara pantulan ini akan mengganggu suara aslinya. Sehingga suara asli akan terdengar tidak jelas.

Pemantulan gelombang bunyi pun ada yang bersifat menguntungkan, misalnya penggunaan sonar yang digunakan nelayan untuk mendeteksi keberadaan ikan di bawah kapal mereka. Sebuah sumber bunyi dirambatkan ke dalam air sehingga menjalar ke segala arah. Jika di bawah kapal ada segerombolan ikan, gelombang bunyi akan dipantulkan kembali ke atas dan diterima oleh alat yang dapat menangkap gelombang bunyi pantulan tersebut. Dengan demikian, pencarian ikan akan lebih efektif. Selain itu nelayan juga dapat memperkirakan kedalaman ikan-ikan tersebut.

Pemantulan bunyi pun dapat digunakan untuk menentukan jarak sumber bunyi terhadap pemantul. Persamaan jarak sumber bunyi dan pemantul adalah sebagai berikut.

$$s = \frac{v \times t}{2} \dots\dots\dots (9.6)$$

Keterangan:

s = jarak tempuh gelombang bunyi (m)
 v = cepat rambat gelombang bunyi (m/s)
 t = waktu tempuh gelombang bunyi (t)

Persamaan 9.6 mempunyai penyebut 2 karena gelombang yang diterima merupakan gelombang pantul yang telah menjalar 2 kali jarak antara sumber bunyi dan pemantul.

Contoh

Diketahui cepat rambat gelombang bunyi di udara adalah 340 m/s. Seseorang berteriak di tengah-tengah sebuah gedung. Jika 2 sekon kemudian orang tersebut dapat mendengar suara pantulan suaranya, hitunglah jarak orang tersebut terhadap dinding gedung!

Jawab:

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

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$s = \frac{v \times t}{2} = \frac{340 \text{ m/s} \times 2 \text{ s}}{2} = 340 \text{ m}$$

Jadi, jarak orang tersebut ke dinding gedung adalah 340 m.

7. Jenis Pemantulan Bunyi

Telah dibahas sebelumnya bahwa bunyi dapat dipantulkan. Pemantulan bunyi ini membutuhkan waktu. Bunyi ada yang dipantulkan dengan selang waktu antara suara asli dan pantulan kecil sekali sehingga seolah-olah bunyi tersebut bersamaan dengan suara aslinya. Ada juga pemantulan bunyi yang selang waktu antara bunyi asli dan pantulannya cukup besar. Sehingga bunyi asli dan bunyi pantulan terdengar sangat jelas. Perbedaan selang waktu antara bunyi asli dan pantulannya dipengaruhi oleh jarak sumber bunyi dan pemantul. Bunyi pantul dapat dibedakan menjadi gaung dan gema.

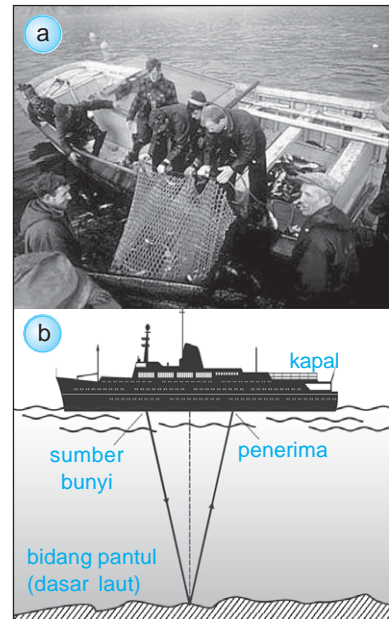
a. Gaung

Ketika kamu berbicara di dalam sebuah gedung yang besar, dinding gedung ini akan memantulkan suaramu. Biasanya, selang waktu antara bunyi asli dan pantulannya di dalam gedung sangat kecil. Sehingga bunyi pantulan ini bersifat merugikan karena dapat mengganggu kejelasan bunyi asli.

Contoh

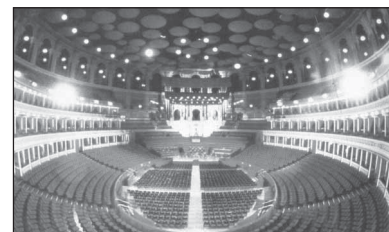
Bunyi asli : mer - de - ka
 Bunyi pantul : mer - de - ka

Pemantulan bunyi yang seperti ini dinamakan gaung. Untuk menghindari peristiwa ini, gedung-gedung yang mempunyai ruangan besar seperti aula telah dirancang supaya gaung tersebut tidak terjadi. Upaya ini dapat dilakukan dengan



Gambar 9.22

- Nelayan memanfaatkan pemantulan gelombang bunyi pada sonar untuk mendeteksi keberadaan ikan.
- Skema pemantulan bunyi pada penggunaan sonar untuk mengukur kedalaman laut.



Gambar 9.23 Struktur bangunan gedung dibuat khusus untuk menghindari terjadinya gaung.

melapisi dinding dengan bahan yang bersifat tidak memantulkan bunyi atau dilapisi oleh zat kedap (peredam) suara. Contoh bahan peredam bunyi adalah gabus, kapas, dan wool. Ruang yang tidak menghasilkan gaung sering disebut ruang yang mempunyai akustik bagus.

Selain melapisi dinding dengan zat kedap suara, struktur bangunannya pun dibuat khusus. Perhatikan langit-langit dan dinding auditorium, dinding dan langit-langit ini tidak dibuat rata, pasti ada bagian yang cembung. Hal ini dimaksudkan agar bunyi yang mengenai dinding tersebut dipantulkan tidak teratur sehingga pada akhirnya gelombang pantul ini tidak dapat terdengar.

b. Gema

Terjadinya gema hampir sama dengan gaung yaitu terjadi karena pantulan bunyi. Namun, gema hanya terjadi bila sumber bunyi dan dinding pemantul jaraknya jauh, lebih jauh daripada jarak sumber bunyi dan pemantul pada gaung. Gema dapat terjadi di alam terbuka seperti di lembah atau jurang. Tidak seperti pemantulan pada gaung, pemantulan pada gema terjadi setelah bunyi (misalnya teriakanmu) selesai diucapkan.

Contoh

Bunyi asli : mer - de - ka

Bunyi pantul : mer - de - ka



Gambar 9.24 Gema terdengar setelah suara asli selesai diucapkan.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer

Latihan 9.4

1. Jelaskan terjadinya pemantulan bunyi!
2. Tuliskan hukum pemantulan!
3. Apa yang dimaksud gema dan gaung?
4. Sebuah kapal akan mengukur kedalaman laut. Kapal laut tersebut memanfaatkan gelombang bunyi yang dirambatkan di dalam air. Alat yang digunakan menangkap gelombang pantul dari dasar laut mencatat selang waktu 1 detik mulai dari gelombang bunyi dikirim sampai diterima kembali. Hitunglah kedalaman laut tersebut! (Diketahui cepat rambat gelombang bunyi di air = 1.500 m/s)
5. Jelaskan mengapa suatu benda dapat ikut bergetar karena getaran benda lain!

Rangkuman

- Getaran adalah gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan. Besaran-besaran dalam getaran adalah amplitudo, periode, dan frekuensi.
 - a. Amplitudo, yaitu simpangan getaran yang paling besar.
 - b. Periode, yaitu waktu untuk melakukan satu getaran.
 - c. Frekuensi, yaitu banyaknya getaran tiap satu detik.
- Gelombang adalah getaran yang merambat melalui suatu medium. Berdasarkan medium perambatannya, dibedakan dua macam gelombang.
 - a. Gelombang mekanik, yaitu gelombang yang memerlukan alat perambatan.
 - b. Gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang yang dapat merambat tanpa medium perantara.
- Berdasarkan arah rambat dan getarannya, gelombang dibedakan menjadi dua macam.
 - a. Gelombang transversal, yaitu gelombang yang arah rambatan dan arah getarannya saling tegak lurus.
 - b. Gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang arah rambatannya searah dengan arah getarannya.
- Hubungan antara cepat rambat, panjang, dan periode gelombang dituliskan dalam persamaan: $v = \frac{\lambda}{T}$.
- Gelombang bunyi bergerak ke segala arah dalam ruangan. Dalam perambatannya, gelombang bunyi selalu memerlukan medium (tidak dapat merambat dalam ruang hampa).
- Cepat rambat gelombang bunyi tergantung medium perantaranya. Dapat dirumuskan dalam persamaan: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.
- Berdasarkan frekuensinya, bunyi dibedakan menjadi tiga macam.
 - a. Infrasonik, yaitu bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz.
 - b. Audiosonik, yaitu bunyi dengan frekuensi antara 20 – 20.000 Hz.
 - c. Ultrasonik, yaitu bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz.
- Bunyi yang mempunyai frekuensi teratur disebut nada, sedangkan bunyi yang frekuensinya tak teratur disebut desah.
- Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya benda lain yang berfrekuensi sama dengan sebuah benda yang bergetar.
- Bunyi pantul dapat dibedakan menjadi gaung dan gema. Gaung adalah bunyi pantul yang langsung mengikuti bunyi asli, sedangkan gema adalah bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli.

Refleksi

Kamu telah selesai mempelajari materi dalam bab ini. Sebelum melanjutkan bab berikutnya, lakukan evaluasi dengan menjawab pertanyaan di bawah. Jika semua pertanyaan kamu jawab dengan 'ya', kamu dapat melanjutkan belajar bab berikutnya. Jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', maka kamu perlu mengulangi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada yang sukar atau tidak dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

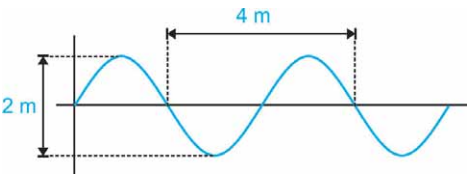
1. Apakah kamu sudah memahami pengertian getaran serta menghitung besar amplitudo, periode, dan frekuensi suatu getaran?

2. Dapatkah kamu menjelaskan pengertian gelombang dan menyebutkan berbagai jenis gelombang serta menghitung cepat rambat, frekuensi, dan panjang gelombang?
3. Apakah kamu dapat menjelaskan pemanfaatan pengetahuan gelombang dalam kehidupan sehari-hari?
4. Apakah bunyi itu? Dapatkah kamu menjelaskan jenis-jenis bunyi dan karakteristiknya?
5. Dapatkah kamu menjelaskan resonansi dan pemantulan gelombang bunyi?

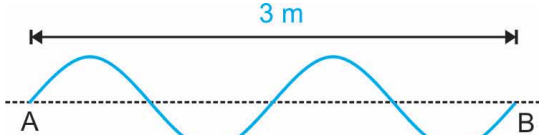
Latih Kemampuan

9

I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Berdasarkan medium perambatannya, gelombang dibedakan menjadi
 - a. gelombang transversal dan gelombang longitudinal
 - b. gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik
 - c. gelombang bunyi dan gelombang cahaya
 - d. gelombang laut dan gelombang Bumi
2. Sebuah gelombang merambat dengan kecepatan 300 m/s, panjang gelombangnya 75 m. Frekuensi gelombang tersebut adalah
 - a. 4 Hz
 - b. 5 Hz
 - c. 6 Hz
 - d. 7 Hz
3. 

Amplitudo dari gelombang yang ditampilkan pada gambar di atas adalah

 - a. 1 m
 - b. 2 m
 - c. 4 m
 - d. 8 m
4. Dalam eksplorasi minyak dan gas bumi, digunakan pemanfaatan sifat gelombang yaitu
 - a. pemantulan gelombang
 - b. perambatan tanpa medium
 - c. amplitudo gelombang
 - d. panjang gelombang
5. Sebuah gelombang mempunyai frekuensi 5 Hz dan panjang gelombangnya 20 m. Kecepatan gelombang tersebut adalah
 - a. 100 m/s
 - b. 4 m/s
 - c. 200 m/s
 - d. 8 m/s
6. Sebuah gelombang merambat dengan kecepatan 480 m/s. Jika frekuensi gelombang tersebut adalah 12 Hz, panjang gelombangnya adalah
 - a. 40 m
 - b. 45 m
 - c. 50 m
 - d. 55 m
7. Berikut ini yang **bukan** pemanfaatan gelombang dalam teknologi adalah
 - a. satelit
 - b. sel surya
 - c. eksplorasi minyak dan gas bumi
 - d. PLTN
8. 

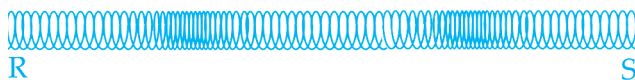
Dalam selang waktu 0,3 sekon antara A dan B terbentuk gelombang seperti gambar di atas. Cepat rambat gelombang dalam tali adalah

 - a. 10 m/s
 - b. 9 m/s
 - c. 6 m/s
 - d. 3 m/s
9. Bunyi merupakan gelombang
 - a. elektromagnetik
 - b. mekanik
 - c. laut
 - d. mikro
10. Cepat rambat gelombang bunyi bergantung pada
 - a. jenis mediumnya
 - b. suhu mediumnya
 - c. jenis dan suhu mediumnya
 - d. frekuensinya
11. Seseorang melihat kilat di langit dan 4 sekon kemudian mendengar bunyi guntur. Jika cepat rambat bunyi di udara pada saat itu 345 m/s, maka jauh kilat itu terjadi diukur oleh orang tersebut adalah

- a. 1.380 m c. 172,5 m
b. 690 m d. 86,25 m
12. Kelelawar dapat berburu pada malam hari dengan menggunakan bunyi
a. infrasonik
b. audiosonik
c. supersonik
d. megasonik
13. Terdapat 3 buah garputala A, B, dan C. Garputala A dan B mempunyai frekuensi yang sama, sedangkan garputala C mempunyai frekuensi lebih besar. Jika garputala A dibunyikan dengan cara memukulnya, garputala yang akan ikut berbunyi adalah
a. garputala B
b. garputala C
c. semua garputala
d. tidak ada yang berbunyi
14. Sebuah kapal mengirim pulsa ultrasonik ke dasar laut yang kedalamannya 2.800 m. Jika cepat rambat bunyi di dalam air laut 1.400 m/s, maka waktu yang dicatat fathometer mulai dari pulsa dikirim hingga diterima kembali adalah
a. 2 sekon
b. 4 sekon
c. 8 sekon
d. 12 sekon
15. Frekuensi nada dawai gitar dapat bertambah tinggi jika
a. tegangan dan panjang dawai diperbesar
b. tegangan dawai diperkecil dan massa jenis senar diperbesar
c. panjang dawai diperbesar dan luas penampang dawai diperkecil
d. tegangan dawai diperbesar dan panjang dawai diperkecil

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

- Pada sebuah gelombang terdapat 3 bukit dan 2 lembah. Jarak antara bukit yang berdekatan adalah 5 m dan periodenya 3 sekon. Berapakah panjang gelombang dan kecepatan gelombang tersebut?
- Sebuah tali dengan panjang 8 m digerakkan turun naik pada salah satu ujungnya. Ketika tali tersebut membentuk dua bukit dan dua lembah selama 4 sekon, berapakah panjang gelombang, periode, frekuensi, dan kecepatan gelombang tersebut?
- Perhatikan gambar di bawah ini!



Waktu yang dibutuhkan gelombang longitudinal untuk merambat dari R ke S yang berjarak 6 meter adalah 2 sekon. Tentukan:

- periode gelombang,
 - cepat rambat gelombang!
- Pengukuran kedalaman laut menggunakan gelombang bunyi dilakukan dengan merambatkan bunyi ke dalam air. Cepat rambat gelombang bunyi di air laut adalah 1.500 m/s. Jika penerima bunyi pantul menerima bunyi pantulan setelah 3 detik, berapa kedalaman laut tersebut?
 - Sebutkan tiga contoh pemanfaatan gelombang dalam teknologi! Berikan penjelasan!
 - Bagaimana resonansi terjadi? Sebutkan kejadian dalam keseharian yang merupakan contoh peristiwa resonansi!

Menembus Hambatan Suara

Pada 1942 Menteri Penerbangan Kerajaan Bersatu (Kerajaan Bersatu Britania Raya dan Irlandia Utara) memulai proyek sangat rahasia dengan *Miles Aircraft* untuk mengembangkan pesawat pertama untuk menembus hambatan suara. Proyek ini menghasilkan prototipe pesawat Miles M.52, yang dirancang untuk mencapai 1.000 mpj (1.600 km/jam) pada ketinggian 36.000 kaki (11 km) dalam 1 menit 30 detik.

Rancangan pesawat tersebut sangat revolusioner memperkenalkan banyak inovasi yang masih digunakan oleh pesawat supersonik sekarang ini. Pengembangan utama paling penting adalah ekor pesawat gerak-seluruh yang memungkinkan kontrol dalam kecepatan supersonik. Proyek ini dibatalkan oleh Direktur Riset Saintifik, Sir Ben Lockspeiser, sebelum penerbangan berawak dilakukan. Setelah itu, atas perintah pemerintah, semua data rancangan dan riset mengenai Miles M.52 dikirim ke *Bell Aircraft Corporation* di AS. Ada persetujuan pertukaran data oleh kedua pihak, "*allegedly*", setelah menerima data Britania, pemerintah Amerika memblokir persetujuan tersebut. Eksperimen berikutnya membuktikan bahwa rancangan Miles M.52 tersebut dapat menembus hambatan suara, dengan menggunakan replika skala 3/10 tak berawak pesawat ini mampu mencapai *Mach* 1,5 pada Oktober 1948.

Chuck Yeager merupakan orang pertama yang berhasil menembus hambatan suara dalam penerbangan pada 14 Oktober 1947, menerbangkan pesawat eksperimen Bell X-1 pada *Mach* 1 dengan ketinggian 45.000 kaki (13,7 km).

Hans Guido Mutke mengklaim bahwa dia telah menembus hambatan suara sebelum Yeager, pada 9 April 1945 dengan pesawat Messerschmitt Me 262. Namun, klaim ini diragukan umum.

Sebuah tim yang dipimpin oleh Richard Noble dan pengemudi Andy Green menjadi yang pertama menembus hambatan suara dalam kendaraan darat, disebut *Thrust Supersonic Car* pada 15 Oktober 1997, hampir 50 tahun setelah penerbangan Yeager.

Sumber: www.wikipedia.com