

BAB 10

Gelombang dan Bunyi

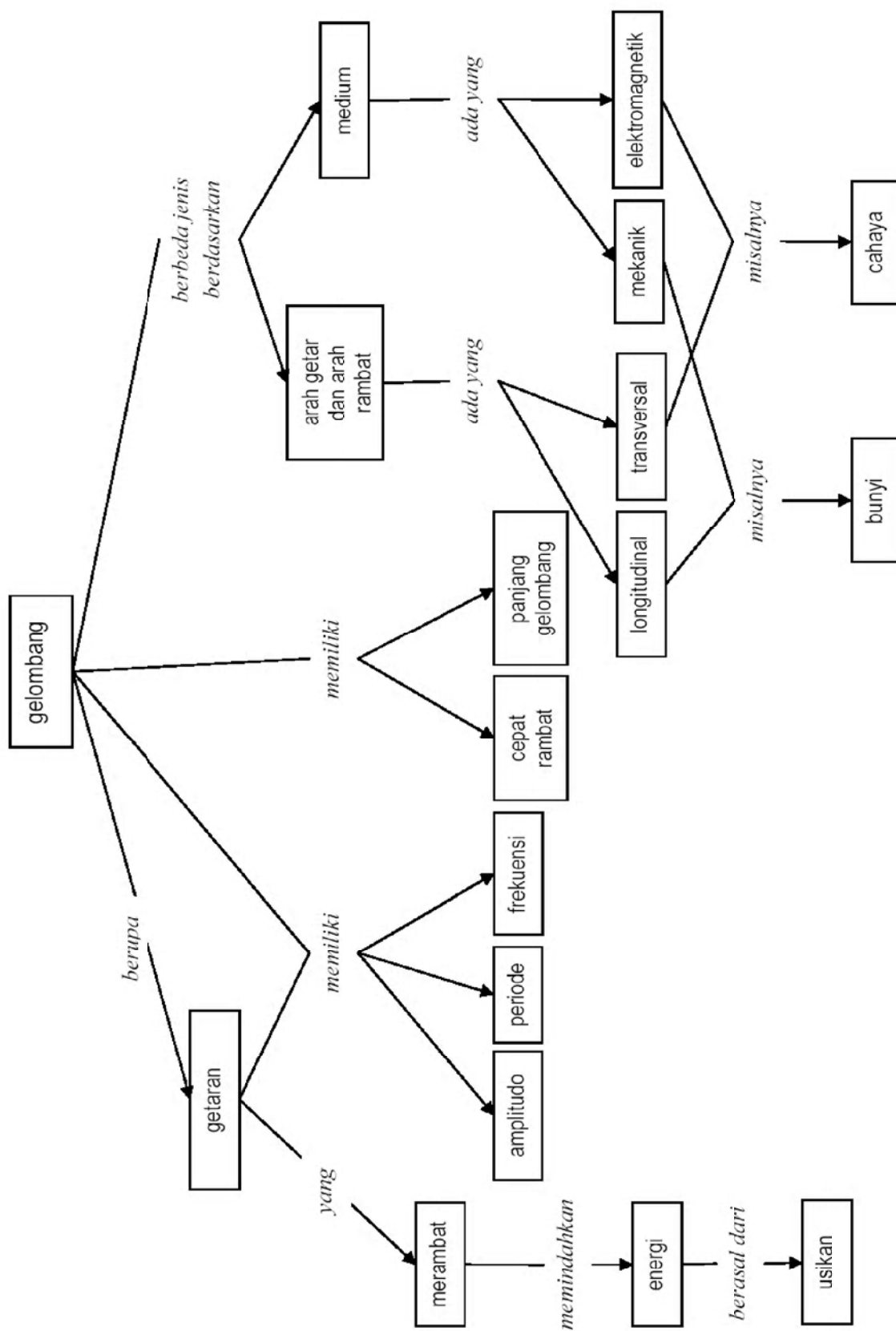
- A. Getaran
- B. Gelombang
- C. Apakah Bunyi Itu?
- D. Ciri-ciri Fisik Bunyi
- E. Pemanfaatan Bunyi



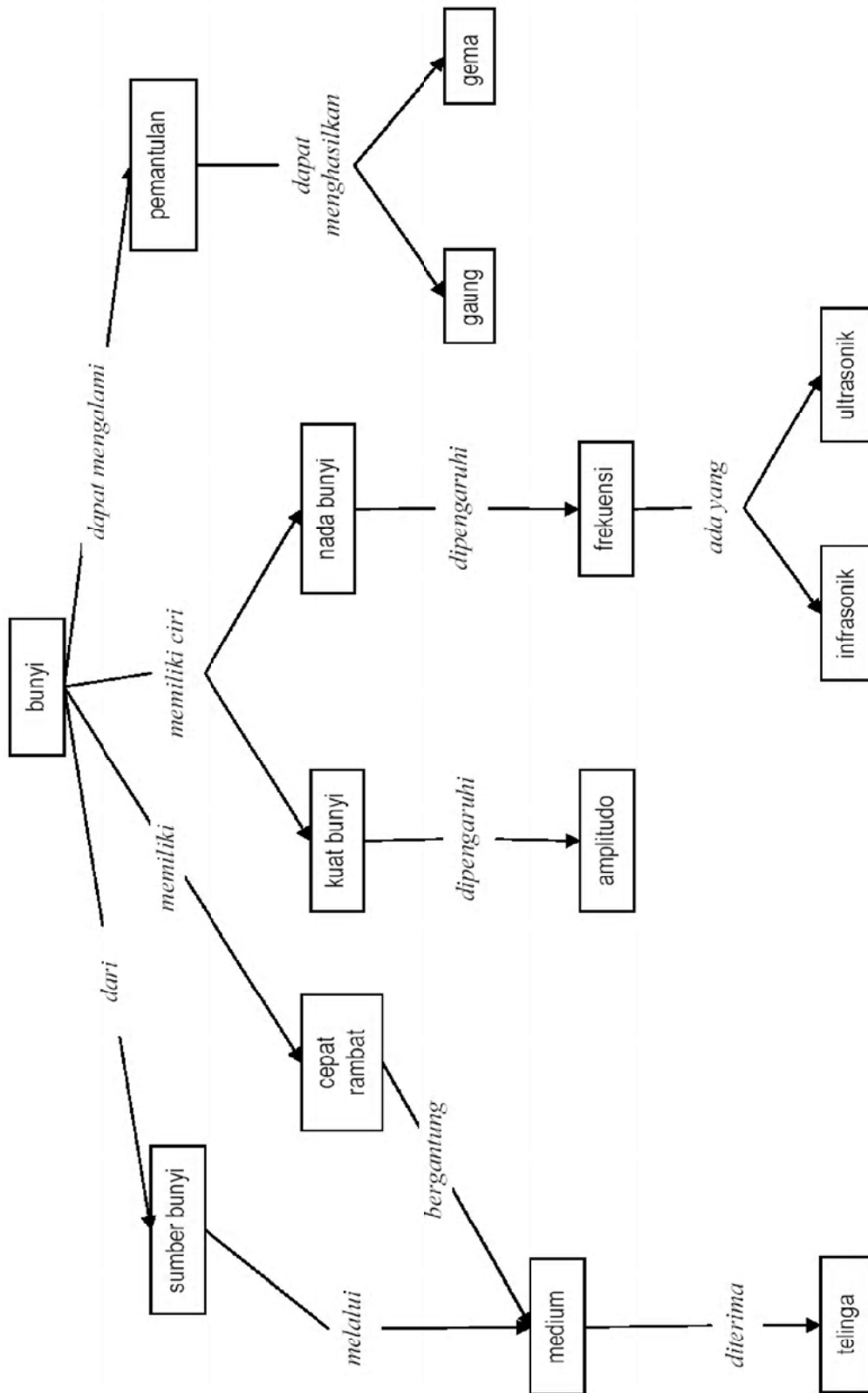
Perception Sound Wave in Submarines

Sumber: <http://www.sics.se>.

Peta Konsep Gelombang



Peta Konsep Bunyi



Riak-riak air dan bunyi tampaknya dua gejala yang tidak ada keterkaitannya. Dalam bab ini kamu akan mempelajari bahwa keduanya memiliki keterkaitan ciri-ciri fisiknya. Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu mendeskripsikan getaran, yang menjadi dasar bagi timbulnya gejala gelombang. Selanjutnya kamu akan mempelajari ciri fisis gelombang serta berbagai aspek tentang bunyi. Sebagai langkah awal, marilah kita selidiki apa yang menyebabkan adanya bunyi dengan melakukan **Kegiatan Penyelidikan** berikut ini.

Kegiatan Penyelidikan



Membuat Bunyi dengan Penggaris

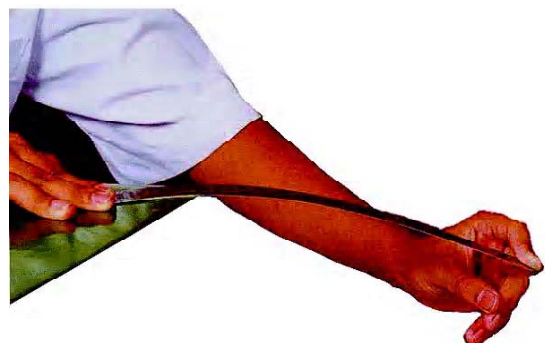
1. Pegang salah satu ujung penggaris logam tipis, penggaris plastik atau penggaris kayu dengan kuat di tepi meja. Biarkan ujung lain menjulur sedikit melebihi tepi meja.
2. Pelan-pelan tarik ke bawah dan lepaskan ujung penggaris yang bebas. Apakah yang kamu lihat dan dengar?
3. Perpanjanglah ujung penggaris yang menjulur itu, dan ulangi percobaan beberapa kali. Apakah kamu mendengar bunyi yang berbeda?

Pengamatan: Bagaimana panjang penggaris yang menjulur itu mempengaruhi bunyi yang kamu dengar? Cobalah menggerakkan penggaris itu sehingga memperoleh bunyi yang berbeda-beda.



Jurnal IPA

Dalam buku Jurnal IPA-mu, tulislah paragraf tentang bagaimana menggerakkan penggaris untuk mendapatkan bunyi yang berbeda-beda.



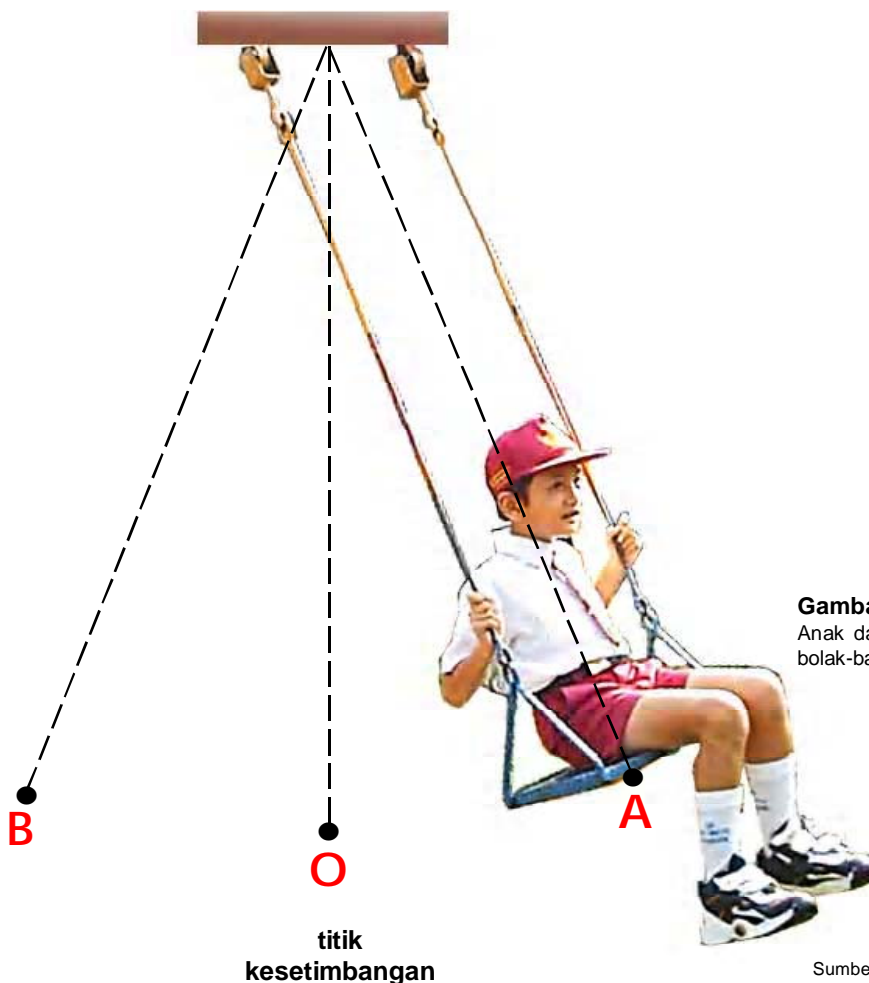
Sumber: Dok. Penulis.



Seperti yang telah kamu amati dalam **Kegiatan Penyelidikan**, ujung penggaris yang kamu tarik ke bawah dan kamu lepaskan tersebut bergetar. Getaran adalah gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan. Perhatikan kursi ayunan yang diduduki seorang anak pada **Gambar 10.1**. Pada saat kursi ayunan tersebut belum disimpangkan, posisi kursi ada di titik O. Titik O ini disebut titik kesetimbangan. Apabila kursi itu kamu tarik hingga posisi A, lalu kamu lepas, maka kursi tersebut akan bergerak bolak-balik melalui titik-titik A,O,B,O,A,O, dan seterusnya. Kursi ayunan tersebut dikatakan bergetar, dan gerak ayunan ini adalah contoh getaran. Contoh getaran yang lain adalah getaran batang penggaris dan getaran bandul pada ujung pegas. Tunjukkan contoh-contoh lain getaran!

Kata-kata IPA

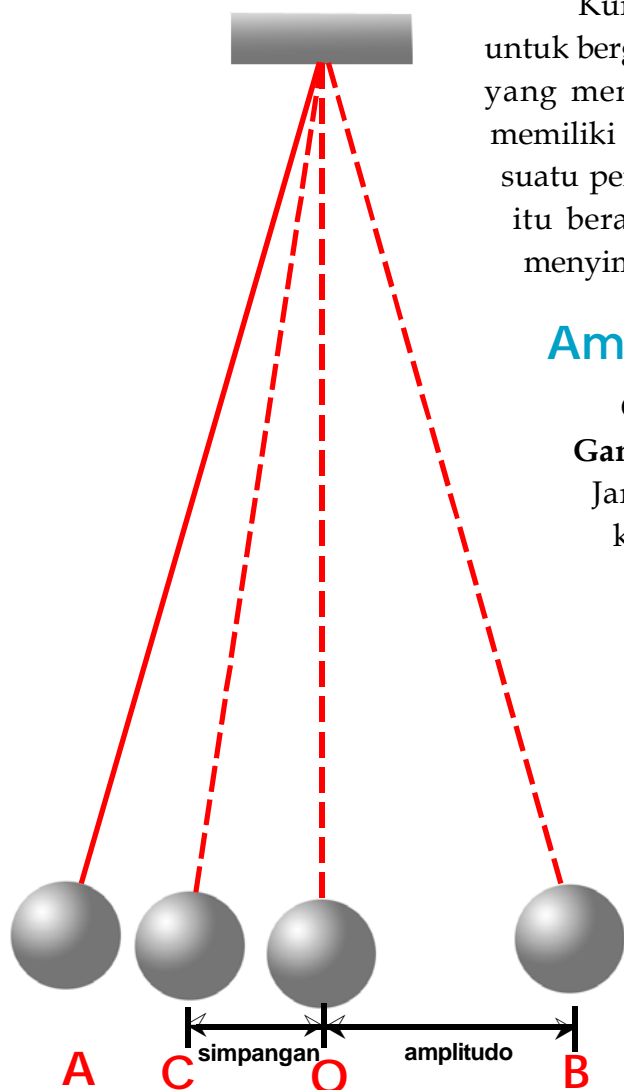
getaran
simpangan
amplitudo
periode
frekuensi
resonansi



Gambar 10.1

Anak dan kursi ayunan akan bergerak bolak-balik, atau bergetar, melalui titik O.

Sumber: Dok. Penulis.



Gambar 10.2
Bagan getaran ayunan. Menunjukkan apakah jarak OB? jarak OC?

Kursi ayunan yang bergetar memiliki kemampuan untuk bergerak, yakni bergerak bolak-balik. Setiap benda yang memiliki kemampuan untuk bergerak pastilah memiliki energi. Jadi pada hakekatnya getaran adalah suatu perwujudan energi. Energi getaran kursi ayunan itu berasal dari energi yang kamu kerahkan untuk menyimpangkan kursi itu dari titik kesetimbangannya.

Amplitudo Suatu Getaran

Gambar 10.1 dapat disederhanakan menjadi **Gambar 10.2**. Titik O adalah titik kesetimbangan. Jarak antara benda yang bergetar dengan titik kesetimbangan disebut simpangan. Misalkan suatu ketika beban yang bergetar berada di posisi C, dan jarak CO adalah 3 cm. Maka simpangan getaran pada saat itu adalah 3 cm.

Simpangan terbesar getaran pada **Gambar 10.2** adalah jarak OA atau OB. Simpangan terbesar ini disebut amplitudo suatu getaran. Misalnya, jarak OB pada **Gambar 10.2** adalah 5 cm. Maka amplitudo getaran itu 5 cm.

Bagaimana cara yang kamu lakukan untuk memperbesar amplitudo getaran itu? Tentu saja kamu harus mengerahkan energi untuk memperbesar simpangan maksimum beban itu. Jadi amplitudo suatu getaran berkaitan erat dengan energi getaran tersebut. Jika amplitudo suatu getaran besar, maka energi getarannya juga besar. Sebaliknya jika amplitudo suatu getaran kecil, maka energi getarannya juga kecil.

Periode Suatu Getaran

Perhatikan lagi bagan getaran ayunan pada **Gambar 10.2**. Gerakan beban tersebut akan melewati titik-titik A, O, B, O, A, O, dan seterusnya. Yang dimaksud dengan satu getaran adalah satu lintasan tertutup, yakni lintasan gerakan yang kembali ke tempat semula. Satu getaran pada **Gambar 10.2** adalah lintasan beban melalui titik-titik A, O, B, O, A, atau O, B, O, A, O, atau B, O, A, O, B.

Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran disebut periode, dilambangkan dengan T . Periode diukur dalam satuan sekon. Misalkan untuk melakukan 1 getaran diperlukan waktu 0,5 sekon, maka $T = 0,5$ sekon.

Frekuensi Suatu Getaran

Apabila kamu menggetarkan ujung penggaris yang menjulur melebihi tepi meja beberapa kali dengan panjang yang berbeda-beda, kamu akan melihat bahwa banyaknya getaran tiap sekonnya berbeda pula. Banyaknya getaran yang terjadi setiap sekon disebut frekuensi getaran. Besar frekuensi getaran ujung penggaris tersebut berbeda dengan frekuensi getaran sayap lebah pada **Gambar 10.3**.

Satuan frekuensi (f) adalah 1/sekon, disebut juga hertz atau Hz, untuk menghormati ilmuwan Jerman Heinrich Hertz. Frekuensi 1000 hertz disebut juga 1 kilohertz atau 1 kHz.

Hubungan frekuensi dengan periode suatu getaran adalah:

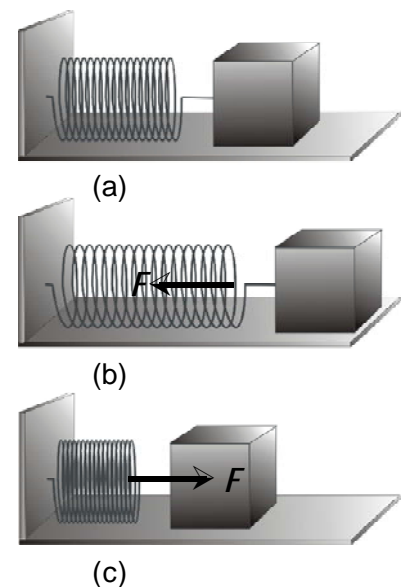
$$f = \frac{1}{T}$$

Cermati contoh di bawah ini agar kamu dapat memahami hubungan frekuensi dan periode. Selanjutnya kamu kerjakan soal latihan.



Gambar 10.3

Pada saat terbang, sayap-sayap lebah bergetar dengan frekuensi yang cukup tinggi, hingga kamu dapat mendengar bunyinya.



Gambar 10.4 Sumber: Dok. Penulis.

Gaya yang bekerja pada balok yang bergetar.

- (a) Balok pada posisi setimbang.
- (b) Ketika pegas teregang, pegas menarik balok.
- (c) Ketika pegas mampat, pegas mendorong balok.

Soal Latihan:

Hitunglah frekuensi sebuah getaran penggaris jika periodenya 0,02 sekon.



Penggunaan Matematika

Hubungan Frekuensi dan Periode

Soal Contoh:

Sebuah beban pada pegas bergetar dengan periode 0,05 sekon. Berapakah frekuensi getaran tersebut?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah

1. Apa yang diketahui? periode (T) = 0,05 s.
2. Apa yang tidak diketahui? frekuensi (f)

3. Pilih rumusnya: $f = \frac{1}{T}$

4. Penyelesaian: $f = \frac{1}{T} = 1/0,05 \text{ Hz} = 20 \text{ Hz}$.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.5

Agar amplitudo ayunan anak bertambah besar, orang itu harus menyesuaikan dorong-annya dengan frekuensi ayunan itu.

Gambar 10.6

Pada tahun 1940 Jembatan Tahoma di Amerika Serikat runtuh karena jembatan itu beresonansi dengan hembusan angin kencang



Sumber: <http://www.a.abcnews.com/Technology>.

Gaya Pada Getaran

Telah kita ketahui bahwa benda yang bergetar akan bergerak bolak-balik. Kita telah mengetahui pula bahwa gaya dapat menyebabkan arah gerak berubah. Gaya seperti apakah yang menyebabkan benda bergetar?

Agar sebuah benda bergetar, pada benda tersebut harus bekerja gaya pemulih. Gaya pemulih adalah gaya yang selalu mendorong atau menarik benda ke titik kesetimbangannya. Perhatikan getaran balok pada ujung pegas pada **Gambar 10.4**. Jika balok berada di kiri titik kesetimbangan, pegas memampat dan mendorong balok ke kanan. Sebaliknya jika balok di kanan titik kesetimbangan, pegas meregang dan menarik balok ke kiri. Gaya pemulih pada pegas yang bergetar ini berupa gaya pegas.

Resonansi

Perhatikan orang yang mendorong anak yang sedang berayun pada **Gambar 10.5**. Bagaimanakah dorongan orang itu, agar amplitudo ayunan bertambah besar? Orang itu harus mendorong ke arah gerak ayunan dan menyesuaikan dorongannya dengan frekuensi ayunan. Peristiwa semacam ini disebut resonansi. Resonansi adalah turut bergetarnya sebuah benda akibat getaran benda lain. Akibat resonansi berupa membesarnya amplitudo getaran benda itu.

Peristiwa resonansi berperan penting dalam kehidupan kita. Kamu dapat mendengar bunyi, karena telingamu beresonansi dengan bunyi itu. Pernahkah kamu memutar *tuner* radiomu untuk mencari pemancar radio kesukaanmu? Pada saat itu berarti kamu berupaya agar radiomu beresonansi dengan frekuensi pemancar itu.

Peristiwa resonansi tidak selalu menguntungkan. Pada tahun 1831 sebuah jembatan gantung di Inggris runtuh karena beresonansi dengan derap sepatu pasukan yang berbaris di atasnya! Perhatikan **Gambar 10.10**. Jembatan Tahoma di Amerika Serikat runtuh pada tahun 1940 karena jembatan itu beresonansi dengan hembusan angin kencang.



Merancang Percobaanmu Sendiri

Periode dan Frekuensi Getaran Sebuah Ayunan

Seperti yang telah kamu pelajari, setiap getaran memiliki amplitudo dan periode tertentu. Amplitudo suatu getaran menentukan besarnya energi getaran tersebut. Sedangkan periode menunjukkan waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran.

PERSIAPAN

Masalah

Dapatkah kamu menemukan **periode** dan **frekuensi** sebuah getaran? Apakah **periode** sebuah ayunan dipengaruhi oleh besar **amplitudonya**?

Hipotesis

Rumuskan sebuah hipotesis untuk memperkirakan bagaimana besar periode ayunan bila amplitudonya semakin kecil

Alat dan Bahan yang mungkin

- Bandul ayunan
- Penggaris
- Benang
- *Stopwatch* atau arloji
- Statif dan klem

Petunjuk Keselamatan

Hati-hatilah bila menggunakan benda tajam untuk memotong benang. Ikat bandul erat-erat dengan benang.



Sumber: Dok. Penulis.

MERENCANAKAN PERCOBAAN

1. Dalam satu kelompok, sepakatlah dan tuliskan rumusan hipotesis kelompokmu.
2. Susunlah langkah-langkah yang akan kamu gunakan untuk menguji hipotesismu.
3. Dapatkan alat/bahan yang kamu butuhkan. Rancanglah tabel datanya.

Mengecek Rencana

1. Pastikan dalam rencanamu menyertakan cara mengukur amplitudo getaran. Putuskan siapa yang bertugas mengukur amplitudo.
2. Pengukuran periode sebaiknya dilakukan dengan mengukur waktu untuk melakukan 10 getaran dalam satuan sekon. Apabila waktu ini kamu bagi 10, kamu akan dapatkan periodenya.
3. Pengukuran waktu sebaiknya dimulai ketika bandul sudah mengayun stabil. Putuskan siapa yang bertugas mengukur waktunya.
4. Berapa kalikah sebaiknya pengukuran periode dengan amplitudo yang berbeda dilakukan?
5. Yakinkan bahwa gurumu menyetujui rencanamu dan kamu telah memasukkan saran beliau dalam rencanamu

MELAKUKAN PERCOBAAN

1. Lakukan percobaan sesuai rencana.
2. Selama percobaan, tuliskan hasil pengamatanmu.
3. Amplitudo sebuah getaran bandul ayunan makin lama makin kecil. Apakah frekuensinya juga semakin kecil? Jelaskan mengapa begitu, atau tidak begitu.

Analisis dan Penerapan

1. Berdasarkan data percobaanmu, **simpulkan** apakah periode getaran sebuah ayunan itu dipengaruhi amplitudonya?
2. **Prediksikan** apa yang terjadi dengan periode getaran sebuah ayunan bila amplitudo ayunan itu berubah.

Selanjutnya

Apa yang terjadi jika panjang tali diubah? Cobalah rancang dan lakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh panjang tali terhadap periode getaran sebuah ayunan

Jam Antik

Seperti yang telah kamu pelajari dalam kegiatan di atas, periode sebuah ayunan tidak bergantung pada besarnya amplitudo ayunan tersebut. Dengan kata lain walaupun amplitudo ayunan tersebut mengecil, tetapi periode ayunan tetap.

Mungkin di rumahmu masih terdapat jam bandul antik yang ada ayunannya, seperti diperlihatkan pada **Gambar 10.7**. Jam ini memanfaatkan prinsip periode ayunan tidak bergantung amplitudo seperti di atas. Akibat gesekan dengan udara dan putaran jarum jam, amplitudo ayunan jam tersebut makin lama semakin kecil. Walaupun amplitudonya mengecil, tetapi periode ayunan jam tersebut tetap, sehingga penunjukan waktunya relatif tetap. Apabila amplitudonya sudah terlalu kecil, maka pemiliknya memperbesar amplitudonya.



Sumber: <http://www.22447574.trustpass.alibaba.com>.

Gambar 10.7

Jam bandul ini memanfaatkan kenyataan bahwa besar periode ayunan tetap walaupun amplitudonya mengecil.

Intisari Subbab



1. Apabila dawai gitar dipetik, bagaimanakah gerakan dawai tersebut? Disebut apakah gerakan semacam itu? Dapatkah kamu memberikan contoh gerakan seperti dawai yang dipetik tersebut?
2. Sebuah beban diikat pada ujung sebuah pegas, sedangkan ujung yang lain dikaitkan pada paku, sehingga pegas menggantung. Beban ditarik 10 cm ke bawah, lalu dilepas sehingga bergetar. Setelah 2 sekon kemudian jarak beban dengan titik kesetimbangan adalah 4 cm. Berapakah amplitudo getarannya? Berapakah simpangan getarannya pada saat itu?
3. Apakah yang dimaksud periode dan frekuensi sebuah getaran? Bagaimana hubungan antara periode dan frekuensi suatu getaran? Jika sebuah getaran memiliki periode 0,1 sekon, berapakah frekuensi getaran tersebut?
4. Apabila amplitudo getaran sebuah bandul ayunan semakin mengecil, apakah frekuensi ayunannya berubah?
5. **Berpikir kritis:** Jika besar amplitudo ayunan tidak berpengaruh terhadap frekuensinya, mengapa pemilik jam bandul masih perlu memperbesar amplitudonya secara berkala?



Kata-kata IPA

gelombang
medium

gelombang transversal
gelombang longitudinal

puncak

lembah

rapatan

regangan

amplitudo

periode

frekuensi

cepat rambat gelombang

Apa yang terlintas di dalam benakmu ketika mendengar kata gelombang? Mungkin kamu membayangkan gelombang air laut yang silih berganti menghempas pantai seperti ditunjukkan **Gambar 10.8**. Benar. Tetapi itu bukanlah satu-satunya contoh gelombang. Mungkin kamu akan heran saat mengetahui bahwa bunyi dan cahaya adalah gelombang pula. Apakah gelombang itu? Apa yang dibawanya? Bagaimana kita memanfaatkan gelombang? Kita akan mendiskusikan hal-hal itu di dalam subbab ini.

Apakah Gelombang itu?

Kamu dapat membuat gelombang pada seutas tali tambang, seperti **Gambar 10.9**. Kamu menggerakkan ujung tambang yang kamu pegang ke kiri dan ke kanan, sedangkan temanmu menahan ujung tambang yang lain. Kamu dapat mengamati gelombang yang timbul pada tambang dan bergerak menuju temanmu.

Tambang itu merupakan tempat merambatnya gelombang tersebut, disebut medium. Apakah partikel medium ini turut merambat bersama gelombang? Tambang hanya bergerak bolak-balik pada saat gelombang melintas. Jadi partikel-partikel medium tidak ikut bergerak maju bersama gelombang, tetapi hanya bergetar pada saat gelombang melintas.



Gambar 10.8

Gelombang air laut. Apa yang dibawa oleh gelombang itu?

Sumber: <http://www.smh.com.au>.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.9

Membuat gelombang pada tambang.

Gelombang pada tambang itu berasal dari gerak bolak-balik atau getaran tanganmu. Apakah hanya getaran saja yang dapat menghasilkan gelombang? Perhatikan **Gambar 10.10**. Misalkan kamu menjatuhkan kerikil pada kolam air yang tenang. Kerikil itu akan menimbulkan usikan pada air, dan usikan tersebut merambat pada permukaan air dalam bentuk gelombang. Jadi, secara umum gelombang berasal dari sebuah *usikan*.

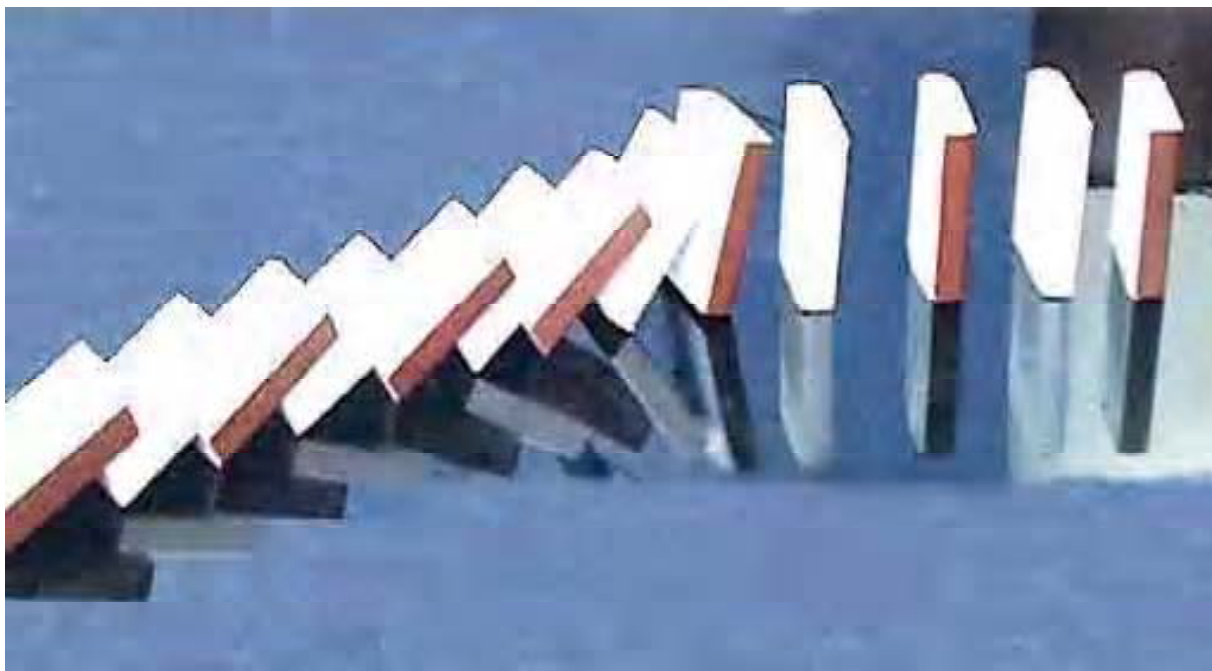
Jika saat bergerak tidak membawa partikel-partikel medium, apa yang dibawa gelombang? Gelombang membawa *energi* dari satu tempat ke tempat lain. Ingatlah bahwa gelombang berasal dari gerak usikan, dan benda yang bergerak memiliki energi. Untuk memahami bagaimana gelombang membawa energi, lihatlah **Gambar 10.11**. Apabila kita memberikan energi dengan mendorong roboh kotak korek api yang berada di ujung,

Gambar 10.10

Kerikil yang dijatuhkan pada air kolam yang tenang menimbulkan usikan yang bergerak di permukaan air dalam bentuk gelombang



Sumber: Dok. Penulis.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.11

Segera setelah kotak korek api yang paling ujung dirubuhkan, kotak itu akan menimpa kotak di depannya, dan seterusnya. Seperti halnya kejadian ini, gelombang dapat bergerak memindahkan energi pada jarak yang jauh.

energi tersebut akan berpindah melalui kotak korek api yang tertimpa dan menimpa kotak yang lain.

Jadi gelombang adalah usikan yang merambat dengan energi tertentu dari satu tempat ke tempat lain. Gelombang air meneruskan energi melalui air. Gempa bumi meneruskan energi yang besar dalam bentuk gelombang yang merambat melalui lapisan bumi. Gelombang bunyi meneruskan energi bunyi dari sumber bunyi ke telingamu, gelombang ini akan kamu pelajari lebih mendalam pada Bab selanjutnya. Contoh-contoh gelombang yang kita telah bahas ini memerlukan medium untuk memindahkan energi. Gelombang-gelombang yang memerlukan medium disebut gelombang mekanik.

Mabuk laut, pertanda gelombang memindahkan energi



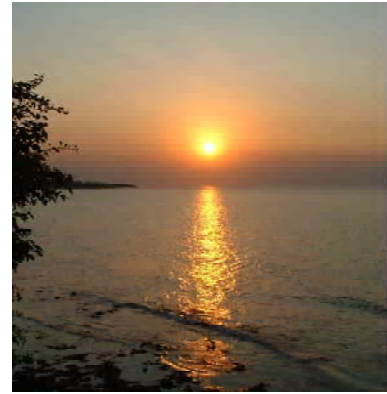
Sumber: <http://www.strangedangers.com>.

Mungkin kamu pernah mendengar atau mengalami sendiri "mabuk laut". Orang yang mabuk laut (ataupun mabuk karena naik kendaraan) mengalami ketidakcocokan tanggapan inderanya dengan kenyataan yang dialami tubuhnya. Ketika orang naik kapal laut, orang itu "diam" di dalam kapal. Perasaannya mengatakan bahwa dia "diam". Akan tetapi, kapal *tersebut bergerak naik turun* akibat adanya gelombang yang melintas (atau kapal melintasi gelombang). Kenyataannya, orang itu "bergerak". Akibat ketidaksinkronan ini, orang tersebut merasa pusing serta mual, dan akhirnya muntah.

Gelombang Melalui Benda dan Ruang

Seperti yang telah kita diskusikan di atas, gelombang mekanik memerlukan benda-benda sebagai medium untuk bergerak. Semua wujud benda (padat, cair, dan gas) dapat bertindak sebagai medium.

Sekarang pikirkan cahaya matahari yang dapat sampai ke bumi. Cahaya ini melewati ruang hampa, yakni ruang yang tidak ada partikel-partikel benda sebagai mediumnya. Gelombang yang tidak memerlukan medium ini disebut gelombang elektromagnetik. Karena tidak bergantung pada keberadaan partikel-partikel benda, gelombang elektromagnetik dapat menjalar dengan atau tanpa adanya medium. Perhatikan **Gambar 10.12**. Cahaya matahari dapat mencapai bumi walaupun melewati ruang hampa. Cahaya adalah salah satu contoh gelombang elektromagnetik.



Sumber: Dok. Penulis.

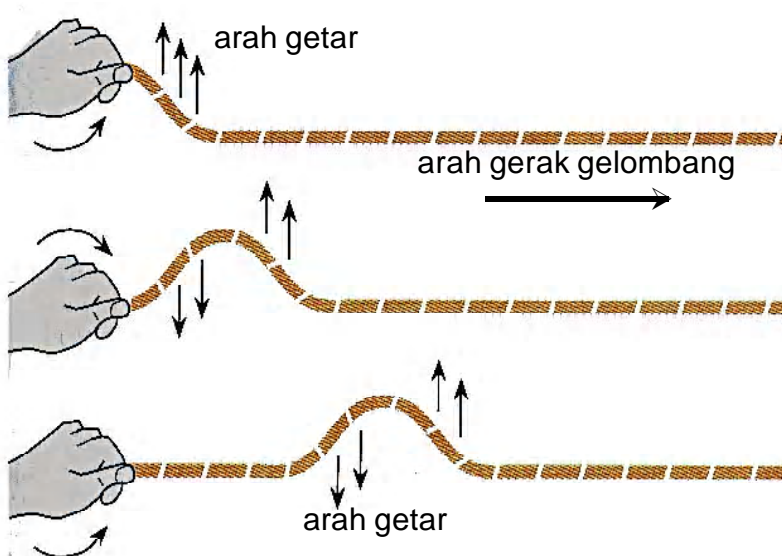
Gambar 10.12

Gelombang cahaya dari matahari dapat mencapai bumi walaupun melewati ruang hampa.

Jenis-jenis Gelombang

Gelombang Transversal

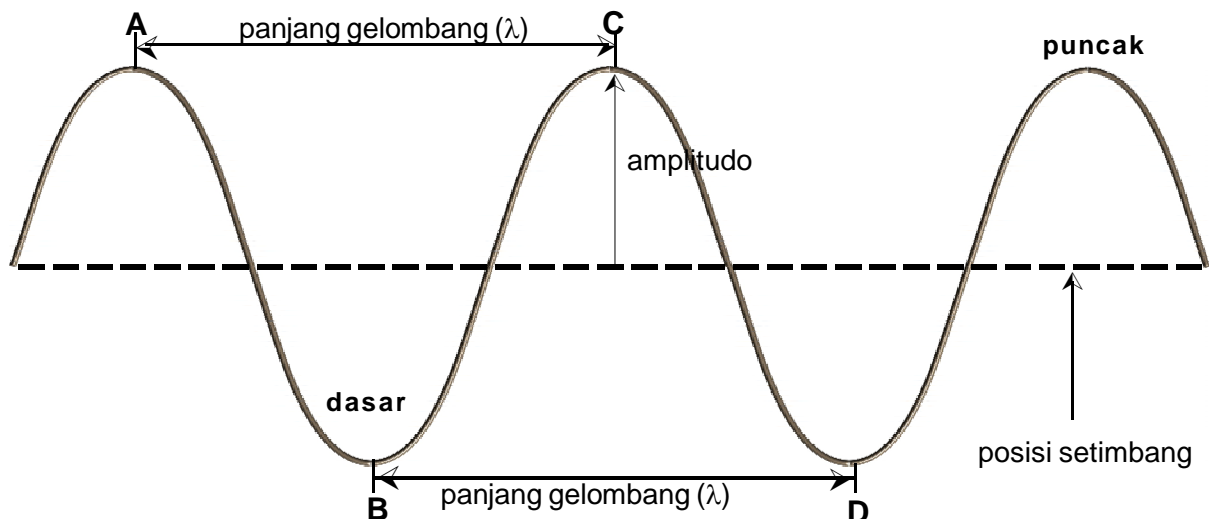
Perhatikan lagi gambar gelombang tali pada **Gambar 10.13**. Pada saat gelombang bergerak maju, tali bergerak bolak-balik (bergetar) dari sisi ke sisi. Arah gerak gelombang ternyata tegak lurus dengan arah getarnya. Gelombang semacam ini disebut gelombang transversal. Jadi pada gelombang transversal arah getar gelombang tegak lurus dengan arah rambat gelombangnya.



Gambar 10.13

Pada saat gelombang transversal bergerak maju, medium bergetar tegak lurus dengan arah gerak gelombang.

Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.14

Bagian-bagian gelombang transversal.

Bagian-bagian yang mencirikan gelombang transversal dapat kamu lihat pada **Gambar 10.14**. Titik tertinggi pada gelombang disebut **puncak**, dan titik terendahnya disebut dasar. Gelombang dapat diukur panjang gelombangnya. Panjang gelombang adalah jarak antara sebuah titik pada suatu gelombang dengan titik yang serupa pada gelombang di dekatnya. Sebagai contoh, sesuai **Gambar 10.14** panjang gelombang adalah jarak dari puncak ke puncak (jarak AC), atau dari lembah ke lembah (jarak BD). Bagaimanakah cara mengukur panjang gelombang dari bagian gelombang yang lain? Panjang gelombang diberi lambang l , diambil dari huruf Yunani, dibaca *lamda*.

Gelombang laut biasanya dinyatakan dengan seberapa tinggi gelombang itu dari permukaan air dikala tenang. Amplitudo adalah jarak dari puncak (atau lembah) gelombang sampai dengan posisi setimbang medium. Amplitudo gelombang ini juga diperlihatkan pada **Gambar 10.14**. Amplitudo gelombang menunjukkan besarnya energi yang dibawa gelombang tersebut. Gelombang yang membawa energi besar memiliki amplitudo besar, dan gelombang yang membawa energi kecil memiliki amplitudo kecil pula.

Gelombang Longitudinal

Bertepuk tanganlah di dekat wajahmu. Apakah kamu mendengar bunyinya? Apakah kamu dapat merasakan udara yang menerpa wajahmu? Ketika kamu bertepuk

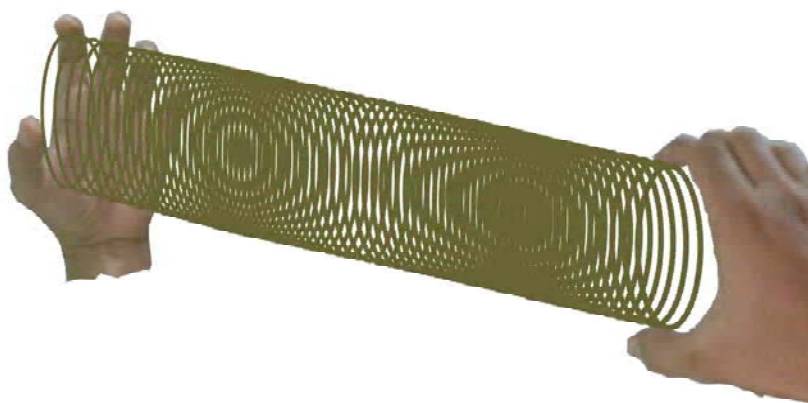
tangan, kamu menggerakkan partikel-partikel udara menjauh dari posisi setimbangnya dan membentuk gelombang yang kamu dengar sebagai bunyi. Gelombang apakah yang terbentuk?

Misalkan kamu memiliki sebuah pegas yang cukup panjang (slinky). Pegas itu kamu rentangkan di lantai dan temanmu memegang salah satu ujungnya. Apabila beberapa gulungan di ujung yang lain kamu rapatkan, lalu kamu lepas, kamu akan melihat pola gelombang yang berbeda dengan yang kita diskusikan sebelumnya. Pola gelombang yang timbul ditunjukkan **Gambar 10.15**.

Daerah pada pegas yang lebih rapat dibanding sekitarnya disebut rapatan, sedangkan daerah yang lebih renggang dari sekitarnya disebut renggangan. Gelombang semacam ini disebut gelombang longitudinal. Pada gelombang longitudinal arah getar gelombang sejajar dengan arah rambat gelombangnya. Gelombang bunyi yang kamu dengar juga berupa gelombang longitudinal.

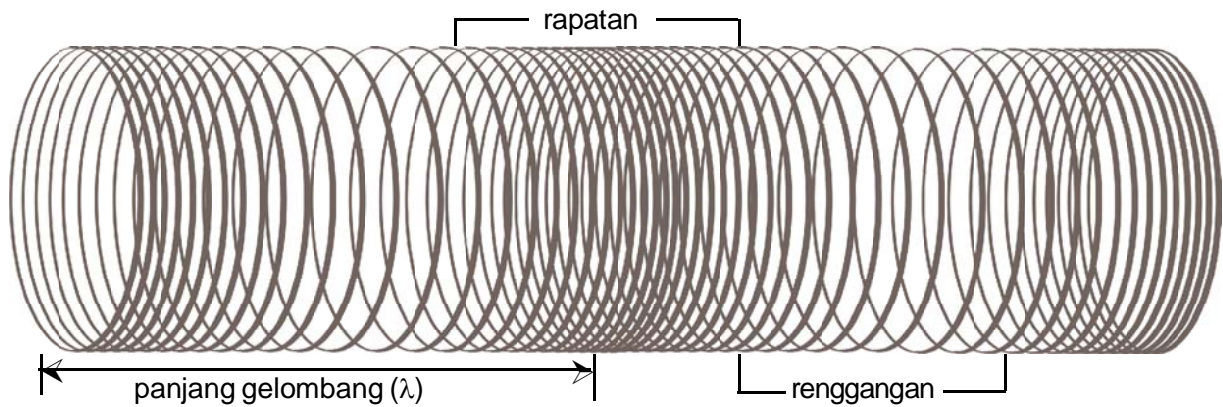
Sesuai dengan definisi panjang gelombang, maka panjang gelombang pada gelombang longitudinal adalah jarak antara dua rapatan atau dua renggangan yang berdekatan. Perhatikan **Gambar 10.16**.

Partikel-partikel pegas tidak ikut merambat bersama gelombang, tetapi hanya bergetar maju mundur saat gelombang melaluinya. Tingkat kerapatan pada pegas mirip dengan amplitudo pada gelombang transversal. Semakin kuat kamu merapatkan pegas, maka energi gelombangnya semakin besar.



Gambar 10.15

Gelombang longitudinal pada pegas. Perhatikan rapatan dan renggangan yang terbentuk.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.16

Bagian-bagian gelombang longitudinal

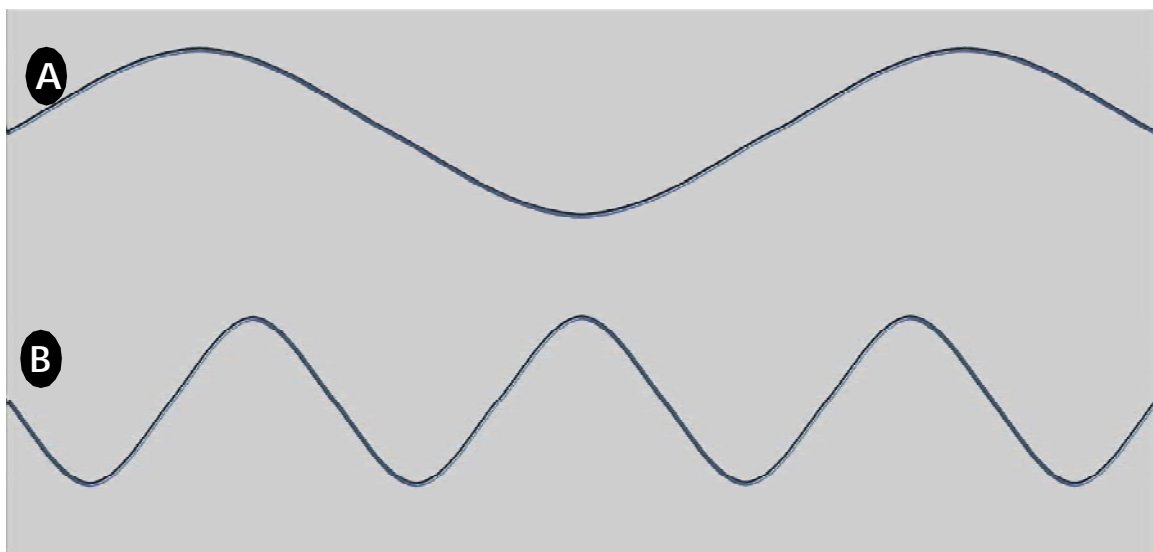
Frekuensi Gelombang

Frekuensi gelombang adalah banyaknya gelombang yang melewati titik tertentu selama satu sekon. Untuk gelombang transversal, satu gelombang dapat ditunjukkan oleh satu puncak ke puncak berikutnya. Seperti halnya pada getaran, frekuensi dilambangkan dengan f dan dalam SI diukur dalam satuan hertz yang disingkat Hz.

Frekuensi suatu gelombang bergantung pada frekuensi getar sumbernya. Bayangkan pembuatan gelombang pada tali yang pernah kamu lakukan. Jika kamu menggerakkan tanganmu dengan pelan, maka tali tersebut bergetar pelan pula. Jika tanganmu bergerak dengan cepat, maka getaran tali tersebut juga cepat. Perhatikan gelombang dengan berbagai frekuensi yang terbentuk pada seutas tali pada **Gambar 10.17**.

Gambar 10.17

Gelombang-gelombang dengan frekuensi yang berbeda pada seutas tali. *Gelombang manakah yang memiliki frekuensi lebih besar?*



Sumber: Dok. Penulis.



Sumber: pmr.penerangan.gov.my.

Gambar 10.18

Kamu akan melihat kilat terlebih dulu, baru kemudian mendengar bunyi guntur, karena cepat rambat cahaya jauh lebih besar daripada cepat rambat bunyi.

Gelombang manakah yang memiliki frekuensi lebih besar, dan manakah yang frekuensinya lebih kecil? Hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang kita diskusikan pada Cepat Rambat Gelombang.

Cepat Rambat Gelombang

Pernahkah kamu memperhatikan kilat dan bunyi guntur? Seperti halnya **Gambar 10.18**, kamu mendengar bunyi guntur beberapa detik setelah kilat terlihat. Walaupun guntur dan kilat timbul dalam waktu yang sama, kamu melihat kilat lebih dulu karena cahaya bergerak jauh lebih cepat daripada bunyi. Gelombang yang berbeda bergerak dengan cepat rambat yang berbeda pula. Cepat rambat gelombang dilambangkan dengan v , dalam SI diukur dalam satuan m/s.

Ingatlah kembali bahwa untuk benda yang bergerak dengan kecepatan tetap, kecepatan adalah perpindahan dibagi waktu, atau

$$v = \frac{s}{t}$$

Jika gelombang itu menempuh jarak satu panjang gelombang (λ), maka waktu tempuhnya adalah periode gelombang itu (T), sehingga rumus di atas dapat ditulis

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Karena $T = \frac{1}{f}$, dengan mengganti T rumus kecepatan itu, cepat rambat gelombang dapat dirumuskan



Lab Mini 1.2

Bagaimana membandingkan gelombang-gelombang transversal?

1. **Gambarlah** gelombang transversal dengan tiga panjang gelombang utuh.
2. **Tandailah** amplitudo, puncak gelombang, dan dasar gelombangnya.
3. Dengan menggunakan penggaris, **ukurilah** amplitudo dan panjang gelombangnya.
4. Dalam kelompokmu, **urutkan** gelombang-gelombang kalian dari panjang gelombang terbesar ke panjang gelombang terkecil. Kemudian **urutkan** pula dari amplitudo paling besar ke amplitudo paling kecil.

Analisis

1. Misalkan semua gelombang itu bergerak dengan cepat rambat 20 cm/s. **Hitung** frekuensi gelombangmu.
2. **Urutkan** gelombang-gelombangmu dari frekuensi tertinggi ke frekuensi terendah

$$v = f \times \lambda$$

cepat rambat = frekuensi × panjang gelombang

Bagaimanakah jika kamu membuat gelombang tali dengan frekuensi yang berbeda? Kamu akan menemukan jika frekuensi gelombang tali diperbesar, ternyata panjang gelombangnya mengecil. Mengapa? *Dalam medium yang sama, cepat rambat gelombang adalah tetap.* Misalkan cepat rambat gelombang pada tali adalah 12 m/s. Jika frekuensi gelombang 4 Hz, maka panjang gelombangnya 3 m ($4 \text{ Hz} \times 3 \text{ m} = 12 \text{ m/s}$). Namun jika frekuensi gelombangnya diperbesar menjadi 6 Hz, maka panjang gelombangnya mengecil menjadi 2 m ($6 \text{ Hz} \times 2 \text{ m} = 12 \text{ m/s}$). Apa yang terjadi jika frekuensi gelombangnya diperkecil?

Pada **Gambar 10.19**, terlihat pelangi yang terdiri dari berbagai warna. Apakah frekuensi setiap warna tersebut sama?

Dalam Lab Mini 10.1, kamu dapat berlatih membandingkan gelombang transversal secara matematis. Soal-soal contoh berikut ini memperlihatkan bagaimana kamu dapat menggunakan persamaan cepat rambat gelombang untuk menemukan besaran yang belum diketahui.



Sumber: <http://www.yulian.firdaus.or.id>.

Gambar 10.19

Pelangi berupa gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang berbeda-beda.



Penggunaan Matematika

Soal Contoh

Gelombang timbul pada kolam. Panjang gelombangnya adalah 32 cm, dan frekuensi gelombangnya 2,0 Hz. Berapakah cepat rambat gelombang itu?

Diketahui: panjang gelombang, $\lambda = 32 \text{ cm} = 0,32 \text{ m}$
frekuensi, $f = 2,0 \text{ Hz}$

Ditanya: cepat rambat (v)

Rumus: $v = f \times \lambda$

Penyelesaian: $v = f \times \lambda$
 $= 2,0 \text{ Hz} \times 0,32 \text{ m} = 0,64 \text{ m/s}$.

Soal Contoh

Gempa bumi dapat menghasilkan tiga macam gelombang. Salah satunya adalah gelombang transversal yang disebut gelombang tipe S. Gelombang S bergerak dengan cepat rambat 5000 m/s. Panjang gelombangnya 417 m. Berapakah frekuensi gelombang tersebut?

Diketahui: cepat rambat, $v = 5000 \text{ m/s}$
panjang gelombang, $\lambda = 417 \text{ m}$

Ditanya: frekuensi (f)

Rumus: $v = f \times \lambda$ sehingga $f = \frac{v}{\lambda}$

Penyelesaian: $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5000 \text{ m/s}}{417 \text{ m}} = 12 \text{ Hz}$

Soal Latihan

1. Sebuah gelombang pada tali memiliki panjang gelombang 1,2 m dan frekuensi 4,5 Hz. Berapa cepat rambat gelombang itu?

Soal Latihan

2. Sebuah seruling menghasilkan gelombang bunyi dengan panjang gelombang 0,20 m dan cepat rambat 340 m/s. Berapakah frekuensinya?



Sumber: <http://www.nightskyinfo.com>.

Gambar 10.20

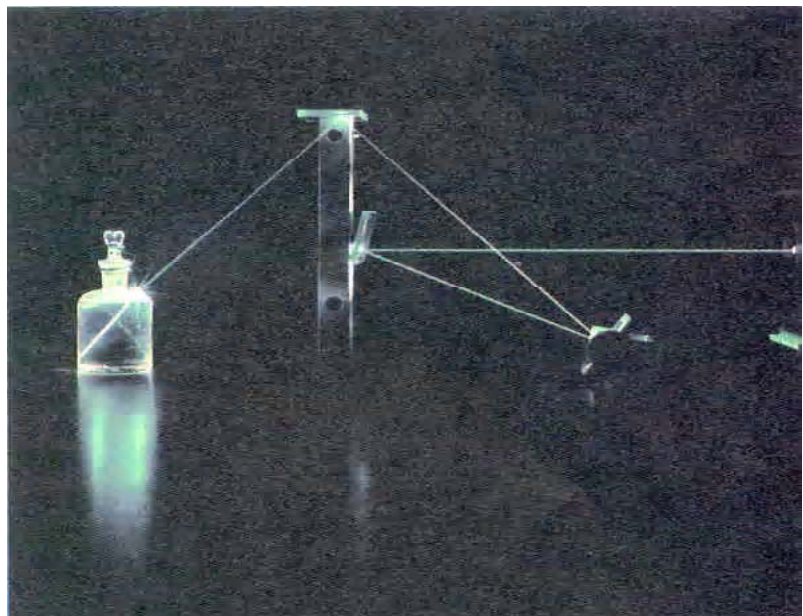
Kamu dapat menikmati cahaya bulan purnama, karena cahaya matahari dipantulkan oleh permukaan bulan.

Pemantulan Gelombang

Kamu mungkin telah terbiasa dengan peristiwa pemantulan gelombang dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh, pada saat kamu melihat cermin, kamu memanfaatkan pemantulan cahaya untuk melihat dirimu sendiri. Pada saat kamu ke pantai, kamu dapat melihat gelombang air laut terpantul oleh tebing di tepi pantai. Ruang konser dan teater dirancang menggunakan pemantulan untuk membuat bunyi terdengar lebih kuat. Perhatikan **Gambar 10.20**. Kamu dapat menikmati sinar bulan di malam hari, karena permukaan bulan memantulkan sinar matahari.

Peristiwa pemantulan diperlihatkan dengan jelas oleh **Gambar 10.21**. Seberkas cahaya laser dipantulkan oleh tiga cermin, lalu memasuki sebuah botol.

Pemantulan gelombang adalah membaliknya gelombang setelah mengenai penghalang. Dapatkah kamu memberikan contoh-contoh lain peristiwa pemantulan gelombang? Dalam Kegiatan 10.2, kamu dapat berlatih mengamati ciri-ciri pemantulan gelombang tali.



Sumber: Bakalian, et al., 1994.

Gambar 10.21

Seberkas sinar laser dipantulkan oleh tiga cermin yang berbeda.



Merancang Percobaanmu Sendiri Pemantulan Gelombang Tali

Semua gelombang membawa energi dari satu tempat ke tempat lain. Bagaimanakah kamu dapat membuat gelombang pada tali? Apa yang terjadi pada gelombang itu bila mengenai penghalang tetap? Dalam kegiatan ini kamu akan membuat gelombang pada tali dan mengamati ciri-ciri gelombang itu.

PERSIAPAN

Masalah

Besaran-besaran gelombang manakah yang dapat kamu pengaruhi ketika membuat gelombang transversal pada tali? Apa yang terjadi pada gelombang itu jika mengenai penghalang tetap?

Membuat Hipotesis

Buatlah hipotesis untuk memperkirakan perilaku gelombang pada tali pada keadaan seperti yang digambarkan di atas.

Tujuan

- Merancang percobaan untuk menguji perilaku gelombang transversal pada tali.
- Mengamati apa yang terjadi pada gelombang transversal bila gelombang itu mengenai penghalang tetap

Alat dan Bahan yang Diperlukan

- tambang plastik
- penggaris meteran
- stopwatch



Sumber: Dok. Penulis.

MERENCANAKAN PERCOBAAN

1. Dalam satu kelompok, sepakatilah dan tuliskan rumusan hipotesis kelompok kamu.
2. Susunlah langkah-langkah yang akan kamu gunakan untuk menguji hipotesismu.
3. Siapkan alat/bahan yang kamu butuhkan. Rancanglah tabel datanya.
3. Apa yang akan kamu lakukan untuk mengubah amplitudo gelombang?
4. Bagaimana kamu akan menggerakkan ujung talimu untuk menguji hubungan antara frekuensi dengan panjang gelombang?
5. Yakinlah bahwa gurumu menyetujui rencanamu dan kamu telah memasukkan saran beliau dalam rencana kamu.

Mengecek Rencana

1. Dua orang dalam kelompokmu seharusnya duduk di lantai dengan memegang ujung-ujung tali yang teregang di antara mereka. Tentukan siapa yang menjadi pembuat gelombang.
2. Pembuat gelombang se-harusnya menggerakkan ujung tali ke samping dengan cepat untuk membuat sebuah gelombang transversal. Bagaimana cara lain untuk membuat gelombang transversal?

MELAKUKAN PERCOBAAN

1. Lakukan percobaan sesuai rencana.
 2. Selama percobaan, tulislah hasil pengamatanmu.
 2. **Prediksikan** apa yang terjadi ketika gelombang mengenai penghalang tetap.
 3. **Simpulkan** bagaimana kamu dapat membuat gelombang dengan frekuensi yang lebih besar. **Jelaskan** hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang.
- ### Analisis dan Penerapan
1. Bagaimanakah cara kamu mengubah amplitudo gelombang? Apakah amplitudo tetap sama selama gelombang merambat sepanjang tali? **Jelaskan** mengapa begitu atau mengapa tidak begitu.

Gempa dan Tsunami

Pada tanggal 26 Desember 2004 terjadi gempa berkekuatan 6,8 skala Richter dengan pusat gempa terletak di dasar Samudera Hindia. Gempa tersebut memicu terjadinya tsunami yang menghempas Aceh dan Nias di Indonesia, Malaysia, Pantai Pukhet di Thailand, serta Andaman dan Nicobar di Bangladesh. Apakah tsunami itu? Bagaimana kita dapat menghindarinya?

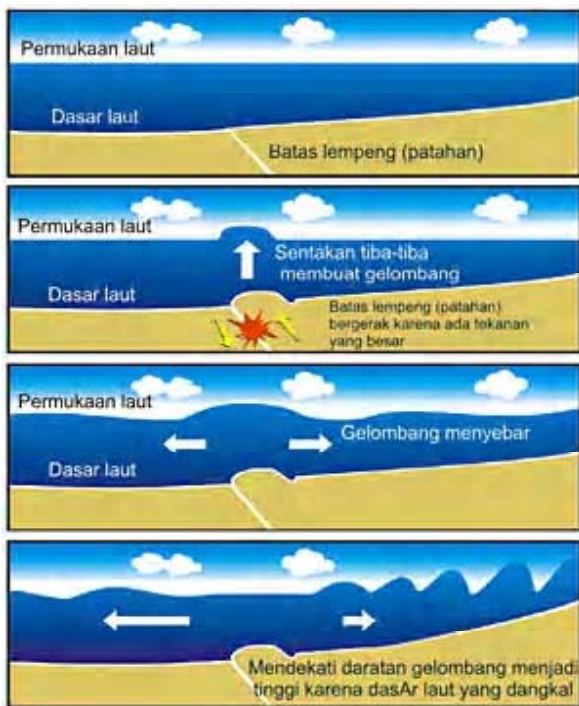
Tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti Ombak Pelabuhan. Tsunami, seperti terlihat dalam Gambar 10.22, terjadi karena adanya gejolak di bawah permukaan laut, seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi. Kekuatan yang dihasilkan gempa bumi tadi menciptakan dua gelombang besar yang terbelah dua. Satu mengarah ke tengah laut dan satu mengarah ke daratan. Sebagian besar tsunami tidak menghasilkan ombak besar yang pecah di pantai. Tapi menghasilkan gelombang yang amat cepat dan kuat hingga membuat permukaan laut pasang dengan sangat cepat. Di laut dalam, gelombang kecepatan gelombang tsunami bisa mencapai 700 km per jam tapi



Sumber: <http://www.urbanlegends.about.com>.

Gambar 10.22

Gelombang pasang tsunami yang menyerang sebuah pantai.



Sumber: <http://www.bmg.go.id>.

Gambar 10.23

Proses terjadinya tsunami oleh gempa tektonik.

ketinggiannya hanya beberapa puluh sentimeter saja. Sedangkan tsunami yang mengarah ke daratan, kecepatannya berkurang namun ketinggiannya semakin meningkat. Peristiwa ini dapat kamu bayangkan seperti **Gambar 10.23**.

Daerah-daerah di Indonesia termasuk kategori daerah rawan tsunami, karena berupa kepulauan dan berada di pertemuan lempeng Eurasia, Hindia-Australia, dan lempeng Pasifik. Daerah-daerah tersebut antara lain daerah kepala burung Papua, Nabire, Wamena, Sepanjang pantai selatan Jawa dan Bali, Lampung, dan pantai barat Sumatera. Akibat tsunami di Aceh dapat kamu lihat dalam **Gambar 10.24**. Untuk menghindari dari tsunami, kamu dapat mempelajari kemudian mengikuti panduan di samping.

Selain dapat menimbulkan tsunami, gelombang gempa bumi itu sendiri bersifat merusak, seperti **Gambar 10.25**. Kekuatan gempa diukur dalam skala Richter. Setiap peningkatan satu angka pada skala Richter menunjukkan adanya peningkatan amplitudo gelombang gempa sebesar 10 kali.

Bagaimana menghindari dari tsunami?

Pada saat ini pemerintah sedang membangun sistem peringatan dini tsunami. Beberapa cara berikut dapat membantu kita untuk menyelamatkan diri dari bencana tsunami.

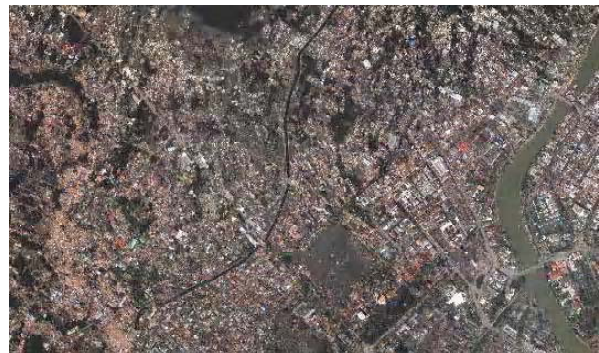
1. Bila kamu merasakan adanya gempa, segeralah menjauh dari pantai.
2. Bila sedang di pantai dan melihat air laut surut dengan cepat dan tidak wajar, segeralah meninggalkan pantai. Mungkin pada saat itu ada ikan yang menggelepar-gelepar, yang menggoda kita untuk mengambilnya, namun jangan hiraukan. Segeralah meninggalkan pantai dan mencari tempat yang lebih tinggi.

Gambar 10.24

Citra satelit Banda Aceh sebelum tsunami (kiri) dan sesudah tsunami (kanan).



Sumber: <http://www.putraaceh.multiply.com>.



Sumber: <http://www.putraaceh.multiply.com>.



Sumber: Surya, 7 Juni 2000.

Gambar 10.25

Bumi mengalami ratusan kali gempa setiap harinya, tetapi sebagian besar terlalu kecil untuk dapat diamati. Sebuah gempa berkekuatan 7,3 skala Richter mengguncang kota Bengkulu, 6 Juni 2000, dan merobohkan rumah-rumah di kota itu.

Intisari Subbab



1. Buatlah sketsa gelombang transversal dan tandailah puncak, lembah, panjang gelombang, dan amplitudonya.
2. Apa hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang pada gelombang air?
3. Sebuah gelombang bergerak dengan kelajuan 4,0 m/detik dan memiliki frekuensi 3,5 Hz. Berapakah panjang gelombangnya?
4. Berpikir Kritis: Kamu telah mempelajari gerak getaran, misalnya pada ayunan. Bagaimana gerak ayunan ini mirip dengan gerak gelombang transversal?



Bina Keterampilan

Membandingkan dan Membedakan

Gunakan **Gambar 10.14** dan penjelasan pada Subbab ini untuk membandingkan frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang sebuah gelombang. Besaran manakah yang bergantung pada energi? Besaran manakah yang bersatuan meter? Besaran manakah yang bergantung pada banyaknya gelombang?



Penggunaan Matematika

Kamu menyukai siaran pemancar radio yang berfrekuensi 10,1 MHz (megahertz), sedangkan temanmu menyukai siaran yang berfrekuensi 9,8 MHz. Gelombang radio adalah gelombang elektromagnetik, bergerak dengan cepat rambat 3×10^8 m/s.

Bandingkan, dari kedua pemancar itu, panjang gelombang mana yang lebih besar.



Kata-kata IPA
bunyi
sumber bunyi
gelombang longitudinal
medium
cepat rambat bunyi

Ingat-ingatlah seluruh bunyi yang telah kamu dengar sejak kamu bangun pagi ini. Apakah kamu mendengar bunyi desiran angin, kicauan burung, suara-suara manusia, atau pintu yang dihempaskan? Telingamu memungkinkan kamu mengenali bunyi yang berbeda-beda itu. Apakah kamu mengetahui persamaan yang dimiliki oleh semua bunyi tersebut? Lakukan kegiatan Lab Mini 10.2 untuk mengeksplorasi berbagai hal tentang bunyi.



Lab Mini 10.2

Mengamati Bunyi

1. Buatlah lubang pada dasar gelas plastik. Putuskan sebuah gelang karet, buat simpul pada ujung gelang karet itu dan masukkan ujung lain ke dalam lubang itu, sehingga ujung karet tersebut tertahan pada gelas ketika ujung lain ditarik.
2. Tutupkan plastik pembungkus di mulut gelas. Kemudian ikatkan gelang karet yang lain di seputar gelas untuk menahan agar plastik melekat kuat.
3. Taburkan sedikit garam halus di atas plastik itu. Tahan gelas ketika temanmu meregangkan karet dan memetikinya. Amatilah apa yang terjadi dengan garam itu.
4. Sekarang lepas plastik di mulut gelas. Tahan gelas di dekat telingamu sambil temanmu meregangkan karet.
5. Mintalah temanmu menggunakan satu jarinya untuk memetik karet itu. Kemudian mintalah temanmu untuk meregangkan karet itu sedikit lebih tegang, lalu memetikinya.

Analisis

Apa yang terjadi dengan garam tersebut ketika kamu memetik karet itu? Perbedaan apa yang kamu dengar ketika temanmu memetik karet yang lebih tegang, dibandingkan dengan yang kamu dengar sebelumnya?

Tuliskan hasil kegiatanmu ini pada buku catatan IPA-mu



Sumber: Dok. Penulis.

Seperti yang telah kamu lakukan dalam **Lab Mini 10.2**, kamu dapat membuat bunyi. Bunyi yang terjadi ternyata memiliki ciri-ciri tertentu. Marilah kita bahas berbagai aspek tentang bunyi.

Bagaimanakah Terjadinya Bunyi?

Dalam **Lab Mini 10.2**, kamu mengamati bahwa setelah karet dipetik, karet akan bergerak bolak-balik dengan cepat, dan kamu dapat mendengar bunyi dari karet itu. Kejadian serupa dapat kamu amati pada **Gambar 10.26**. Selaput gendang yang dipukul akan bergerak maju mundur dengan cepat. Gelang karet dan selaput gendang tersebut adalah contoh-contoh benda yang menghasilkan bunyi. Apa persamaan contoh-contoh tersebut? Benda-benda itu *bergetar* saat menghasilkan bunyi. Pada saat sebuah benda bergetar, benda tersebut memberikan energi kepada partikel-partikel di sekitarnya. Energi ini menyebabkan partikel-partikel tersebut ikut bergetar. Dan dalam bentuk rapatan (daerah yang partikelnya rapat) dan renggangan (daerah yang partikelnya kurang rapat), getaran itu merambat meninggalkan sumber bunyi. Ingatlah kembali apa yang telah kamu pelajari. Rangkaian gerakan rapatan dan renggangan disebut gelombang longitudinal. Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar, merambat dalam bentuk gelombang longitudinal.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.26

Bunyi berasal dari benda yang bergetar. Apa yang bergetar pada gendang ini, sehingga menghasilkan bunyi?



Lab Mini 10.3

Apa yang berbeda ketika bunyi merambat melalui medium yang berbeda?

Langkah-langkah

1. Ikatkan sebuah benda logam, misalnya sendok, di tengah-tengah seutas tali.
2. Belitkan ujung-ujung tali itu pada satu jari dari tiap tanganmu.
3. Tempelkan jari-jari yang memegang tali itu pada telinga. Ayunkan benda logam itu hingga mengenai tepi kursi atau meja, dan dengarkan bunyinya.
4. Dengarkan lagi bunyi yang dibuat oleh benturan itu ketika jarimu tidak menempel di telinga.

Analisis

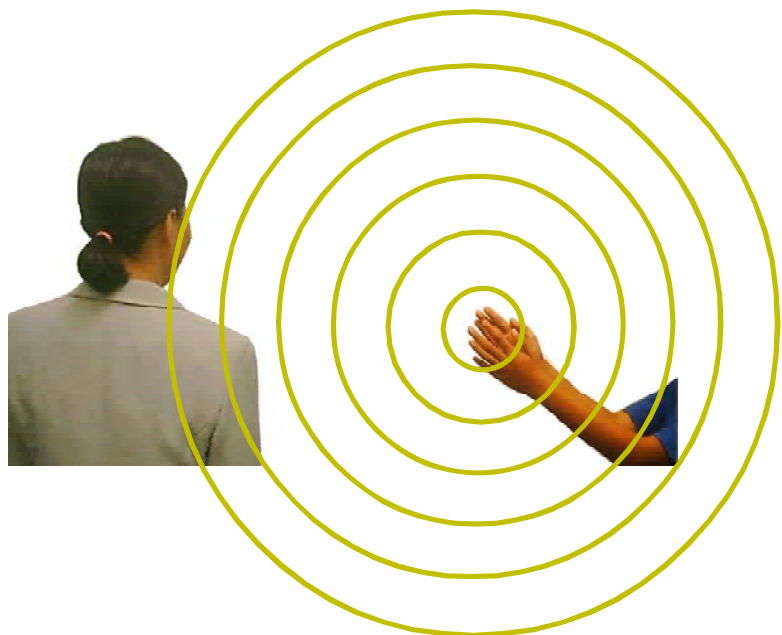
Bandingkan bunyi yang kamu dengar ketika jari-jarimu menempel di telinga dan tidak menempel di telinga. Jelaskan perbedaan bunyi yang kamu dengar bila bunyi merambat melalui udara

Merambat Melalui Medium

Bagaimana bunyi merambat ketika kamu bertepuk tangan? Getaran yang dihasilkan oleh tepukan tanganmu menimbulkan gelombang longitudinal yang merambat melalui udara menuju temanmu. Proses ini serupa dengan apa yang kamu lihat ketika kamu membuat gelombang longitudinal pada pegas. Seperti diilustrasikan dalam **Gambar 10.27**, Tepukan tanganmu menyebabkan terjadinya rapatan dan renggangan di antara partikel-partikel di udara.

Apakah bunyi hanya merambat melalui udara saja? Bunyi dapat merambat melalui zat padat, cair dan gas (sebagai contoh kayu, gelas, baja, air, udara). Kamu dapat menyelidiki hal ini melalui kegiatan dalam **Lab Mini 10.3**.

Pikirkan lagi tentang radiomu. Pengeras suara dalam radiomu sebenarnya menggerakkan udara di depannya sehingga partikel-partikel udara itu bergetar. Jika tidak ada udara (medium) di depan pengeras suara itu, tidak akan terjadi bunyi. Tanpa medium untuk merambatkan getaran, tidak akan terjadi bunyi. Di permukaan bulan tidak ada atmosfer, sehingga tidak ada medium untuk merambatkan gelombang. Jadi tidak ada bunyi di bulan maupun di ruang hampa di tempat lain.



Gambar 10.27

Bunyi tepukan tangan sampai ke telinga dalam bentuk rapatan dan renggangan partikel-partikel udara. *Jenis gelombang apakah gelombang bunyi itu?*

Sumber: Dok. Penulis.

Cepat Rambat Bunyi

Jika seruling dan gitar dimainkan bersamaan, kedua gelombang bunyi itu akan sampai di telingamu dalam waktu yang sama. Cepat rambat bunyi tidak bergantung pada jenis sumber bunyinya.

Cepat rambat bunyi bergantung pada dua hal: *jenis medium* yang dilalui gelombang bunyi dan *suhu medium*.

Udara merupakan medium yang paling sering dilalui gelombang bunyi yang kamu dengar, seperti bunyi angklung pada **Gambar 10.28**. Seperti telah kamu amati dalam **Lab Mini 10.3**, gelombang bunyi dapat merambat melalui berbagai jenis medium. Zat cair dan zat padat merupakan penghantar yang lebih baik daripada udara sebab partikel-partikel di dalam zat cair atau zat padat saling mempengaruhi lebih kuat daripada partikel-partikel udara.

Hal ini mengakibatkan perpindahan energi gelombang bunyi di dalam zat padat atau zat cair menjadi lebih mudah daripada di udara. Perhatikan cepat rambat bunyi pada berbagai jenis bahan dalam **Tabel 10.1**.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.28

Bunyi angklung dapat kamu dengar, karena gelombang bunyi dapat merambat melalui udara.

Tabel 10.1: Cepat Rambat Bunyi dalam Berbagai Bahan

1.	udara	344
2.	air	1.500
3.	batu bata	3.650
4.	kayu	4.700
5.	besi	5.100
6.	kaca	5.000 s/d 10.000

Suhu medium juga merupakan faktor penting dalam menentukan cepat rambat bunyi. Pada saat suhu zat meningkat, molekul-molekulnya bergerak lebih cepat sehingga frekuensi tumbukan antar partikel lebih banyak. Meningkatnya tumbukan molekul ini akan lebih banyak memindahkan energi dalam waktu yang lebih singkat. Ini memungkinkan gelombang bunyi berpindah lebih cepat. Bunyi merambat melalui udara dengan cepat rambat 344 m/s, pada suhu 20° C, namun hanya dengan cepat rambat 332 m/s, pada suhu 0° C. Setelah membahas faktor-faktor yang mempengaruhi cepat rambat bunyi, jawablah pertanyaan dalam **Gambar 10.29**.

Cepat rambat bunyi untuk medium tertentu dan suhu tertentu besarnya tetap. Gerak dengan kecepatan tetap ini disebut gerak lurus beraturan (GLB). Seperti yang telah kamu pelajari pada tentang gerak, dalam GLB hubungan antara cepat rambat dengan jarak tempuhnya adalah:

$$\text{cepat rambat} = \frac{\text{jarak tempuh}}{\text{waktu}}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

Perhatikan soal contoh di bawah ini, kemudian berlatihlah dengan mengerjakan soal latihan.



Penggunaan Matematika

Soal Contoh

Soal: Kamu berada sejauh 1.700 meter dari sebuah gunung meletus. Jika bunyi bergerak di udara dengan cepat rambat 340 m/s, berapa waktu yang diperlukan sehingga kamu mendengar bunyi letusannya?

Diketahui: jarak, $s = 1.700 \text{ m}$
cepat rambat, $v = 340 \text{ m/s}$

Ditanya: waktu (t)

Rumus: $v = \frac{s}{t}$

Penyelesaian: $v = \frac{s}{t}$ sehingga $t = \frac{s}{v} = \frac{1.700 \text{ m}}{340 \text{ m/s}}$
 $= 5 \text{ s}$

Kamu akan mendengar bunyi letusan 5 s setelah gunung tersebut meletus.

Soal Latihan

1. Seekor lumba-lumba yang terletak pada jarak 600 m dari laboratorium bawah laut mengeluarkan bunyi. Jika bunyi bergerak di air dengan cepat rambat 1.500 m/s, berapakah waktu yang diperlukan sehingga orang di laboratorium itu dapat mendeteksi bunyi lumba-lumba tersebut?
2. Hasan melihat petasan meledak, dan 0,8 sekon kemudian mendengar bunyi petasan itu. Jarak Hasan sampai dengan petasan itu 273,6 m. Berapakah cepat rambat bunyi di udara pada saat itu?



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.29

Dalam karnaval musik, alat-alat musik menghasilkan berbagai bunyi yang enak didengar. Apakah bunyi-bunyi yang dihasilkan merambat di udara pada ruang itu dengan cepat rambat yang berbeda-beda?

Intisari Subbab



1. Termasuk jenis gelombang apakah gelombang bunyi itu, dan bagaimana gelombang itu memindahkan energi?
2. Seandainya kamu berada di suatu pesawat ruang angkasa, apakah mungkin kamu mendengar bunyi dari pesawat ruang angkasa lain? Jelaskan.
3. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi cepat rambat bunyi?
4. **Berpikir Kritis:** Cahaya merambat jauh lebih cepat daripada bunyi. Kilat dan guntur terjadi bersamaan pada tempat yang sama. Tetapi guntur terdengar beberapa saat setelah kilat terlihat. Bagaimanakah kamu menentukan jarak terjadinya guntur tersebut dari tempatmu, dengan menggunakan data waktu antara terlihat kilat dan terdengar bunyi guntur?



Bina Keterampilan

Peta Konsep

Buatlah sebuah peta konsep yang menunjukkan rangkaian peristiwa yang terjadi untuk menghasilkan bunyi. Masukkan istilah-istilah *regangan*, *getaran*, dan *rapatan*.



Sekarang kamu telah mengetahui bahwa semua bunyi dihasilkan dengan cara yang pada dasarnya sama. Bunyi-bunyi itu dihasilkan oleh getaran dan merambat sebagai gelombang longitudinal. Meskipun demikian, terdapat berjuta-juta bunyi yang berbeda dalam kehidupan sehari-hari. Tiap-tiap bunyi memiliki ciri tertentu, yang membuat suatu bunyi berbeda dengan bunyi lain, seperti telah kamu selidiki dalam **Lab Mini 10.2**. Bagaimana kamu mendengar dan mendeskripsikan sebuah bunyi bergantung pada ciri-ciri fisik gelombang bunyi tersebut. Seperti yang kamu pelajari tentang gelombang, ciri-ciri fisik sebuah gelombang adalah amplitudo, frekuensi, dan panjang gelombang. Ternyata ciri-ciri fisik gelombang bunyi menentukan ciri-ciri fisik bunyi yang dapat kamu dengar.

Kata-kata IPA
nada bunyi
ultrasonik
infrasonik
kuat bunyi
desibel
gema
gaung

Nada Bunyi

Dalam pelajaran seni musik, kamu diperkenalkan dengan not musik “do, re, mi, fa, so, la, si, do.” Pada saat kamu menyanyikan not musik ini, suaramu pada awalnya rendah dan menjadi semakin tinggi untuk setiap not. Kamu mendengar suatu perubahan nada.

Nada adalah tinggi atau rendahnya bunyi. Nada yang kamu dengar bergantung pada frekuensi gelombang bunyi tersebut. Semakin besar frekuensinya, semakin tinggi nadanya, dan semakin kecil frekuensinya, semakin rendah nadanya. **Gambar 10.30** memperlihatkan temanmu mengatur nada bunyi yang dihasilkan alat musiknya.



Gambar 10.30

Nada suatu bunyi bergantung pada frekuensi gelombang bunyi tersebut. *Dapatkah kamu merasakan tinggi rendahnya nada bunyi recorder soprano?*

Sumber: Dok. Penulis.



Sumber: Awater, et al., 1995.

Gambar 10.31

Kelelawar menggunakan gelombang ultrasonik untuk "melihat." Jika matanya ditutup, terbangnya tidak terganggu sama sekali. Namun jika telinganya ditutup, kelelawar itu tidak bisa berbuat apa-apa. Penggunaan bunyi untuk navigasi seperti kelelawar itu disebut apa?

Seorang penyanyi wanita dapat menyanyikan nada tinggi dengan frekuensi 1000 Hz. Bunyi guntur memiliki nada rendah, dengan frekuensi kurang dari 50 Hz. Rentang frekuensi bunyi yang dapat didengar manusia berkisar antara 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz.

Gelombang Ultrasonik dan Infrasonik

Kebanyakan manusia tidak dapat mendengar bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz, yang dinamakan gelombang ultrasonik. Hewan-hewan tertentu, seperti anjing, kucing, dan lumba-lumba dapat mendengar gelombang ultrasonik. Kelelawar dapat menghasilkan dan mendengar frekuensi setinggi 100.000 Hz untuk mengetahui posisi makanan dan menghindari benda-benda saat terbang di kegelapan. Gelombang ultrasonik digunakan pada sonar di samping pada diagnosis kesehatan dan pengobatan.



Sonar atau *Sound Navigation and Ranging* merupakan suatu metode penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksir ukuran, bentuk, dan kedalaman benda-benda di bawah air. Metode ini digunakan antara lain untuk menentukan posisi kawanan ikan di bawah air, seperti **Gambar 10.29**.

Infrasonik atau subsonik merupakan gelombang yang mempunyai frekuensi di bawah 20 Hz. Gelombang-gelombang ini dihasilkan oleh sumber bunyi

Gambar 10.32

Lumba-lumba memanfaatkan pantulan bunyi untuk menentukan posisi mangsanya. Kapal penangkap ikan menggunakan sonar untuk menghasilkan gelombang ultrasonik yang kemudian dipantulkan oleh kawanan ikan.

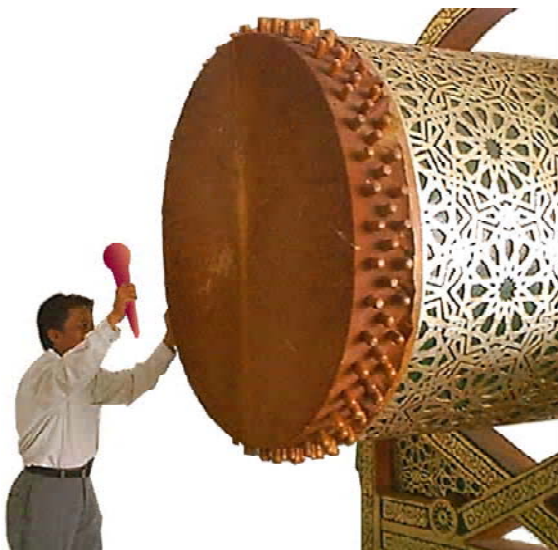
Sumber: Bakalian, et al., 1994

seperti mesin berat dan gempa. Meskipun kamu mungkin tidak dapat mendengar bunyi itu, kamu dapat merasakan gelombang-gelombang ini sebagai getaran yang mengganggu di dalam badanmu. Kawan-gajah berkomunikasi dengan gelombang infrasonik.

Kuat Bunyi

Bayangkan kamu memukul bedug, seperti yang dilakukan orang pada **Gambar 10.33**. Apa yang kamu dengar, bila kamu memukul dengan lemah? Selanjutnya, apa perbedaan bunyi yang terjadi jika kamu memukul bedug dengan keras? Bedug tersebut menghasilkan nada yang sama, baik ketika kamu pukul dengan lemah maupun keras. Akan tetapi, kamu tetap mendengar ada perbedaan antara kedua bunyi tersebut. Kedua bunyi tersebut berbeda dalam kekuatannya. Bedug yang kamu pukul dengan lemah menghasilkan kuat bunyi kecil. Sebaliknya, bedug yang kamu pukul dengan keras menghasilkan kuat bunyi yang besar.

Kuat bunyi merupakan ukuran keras lemahnya bunyi yang didengar oleh telinga. Kuat bunyi berhubungan dengan energi gelombang bunyi. Gelombang bunyi yang berenergi besar akan menghasilkan bunyi yang kuat. Sebaliknya, gelombang bunyi berenergi kecil menghasilkan kuat bunyi yang kecil. Kuat bunyi diukur dalam satuan desibel, disingkat dB. **Tabel 10.2** memperlihatkan kuat bunyi beberapa kejadian.



Gambar 10.33

Bedug yang dipukul dengan keras menghasilkan kuat bunyi yang besar, jika dipukul dengan lemah akan menghasilkan kuat bunyi kecil.

Sumber: Dok. Penulis.

Sayangilah Telingamu

Mendengarkan musik lewat *earphone* memang mengasyikkan. Akan tetapi, kebiasaan ini sangat membahayakan telinga. Biasanya orang cenderung memperbesar volume musik yang didengar lewat *earphone*, dengan alasan “lebih merasuk ke hati”. Padahal, cara tersebut akan menyebabkan gendang telinga bergetar dengan kuat, dan dalam jangka waktu tertentu akan menyebabkan gendang telinga rusak. Akibatnya, orang dapat mengalami kehilangan pendengaran

Tabel 10.2: Contoh sumber bunyi pada skala kuat bunyi tertentu

Skala (dB)	Contoh Sumber Bunyi
140	tembakan, petasan, kembang api
120	konser rock, mesin jet
110	gergaji mesin, klakson mobil
90	stasiun KA
70	lalu lintas
60	pembicaraan normal
50	hujan sedang
30	bisik-bisik
0	diam total

Pemantulan Bunyi

Pada saat gelombang bunyi menumbuk sebuah permukaan seperti dinding, lantai, atau langit-langit, sebagian energi bunyi tersebut diserap dan sebagian lagi dipantulkan. Permukaan yang keras memantulkan lebih banyak bunyi. Bahan yang lunak seperti karpet dan busa menyerap energi gelombang bunyi lebih banyak.

Pernahkah kamu berteriak di depan sebuah gua atau tebing, seperti **Gambar 10.34**? Setelah kamu berteriak, sesaat kemudian seperti ada yang membalas teriakanmu.

Sebenarnya balasan teriakan itu berasal dari teriakanmu yang dipantulkan kembali. Pada kejadian ini kamu telah mendengar gema. Gema adalah perulangan bunyi yang terdengar setelah bunyi ditimbulkan, terjadi ketika gelombang bunyi dipantulkan oleh suatu permukaan. Seberapa cepat kamu mendengar gema bergantung seberapa jauh kamu dari permukaan yang memantulkan bunyi itu.

Pernahkah kamu mengikuti sebuah pidato dengan menggunakan pengeras suara di salah satu ruangan di sekolahmu? Mungkin kamu dapat mendengar sisa bunyi sesaat setelah sebuah kata diucapkan, sehingga mengganggu bunyi aslinya. Peristiwa ini disebut gaung. Gaung adalah perulangan bunyi yang terdengar hampir bersamaan dengan bunyi dari sumber, dihasilkan oleh bunyi yang terpantul berkali-kali pada sebuah ruangan. Ruang

Gambar 10.34

Gema merupakan perulangan bunyi yang terjadi ketika gelombang bunyi dipantulkan oleh suatu permukaan.



Sumber: Dok. Penulis.



Sumber: Bakalian, et al., 1994.



Sumber: Dok. Penulis.

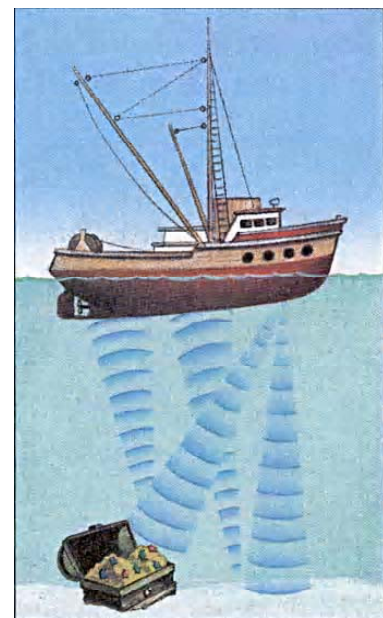
konser dan teater seperti **Gambar 10.31** dirancang oleh ahli akustik, ilmu tentang bunyi. Bahan-bahan yang lunak, menyerap bunyi, dan bentuk dinding atau langit-langit tertentu dapat mengurangi gaung, seperti **Gambar 10.35**.

Sonar dapat digunakan untuk mengukur kedalaman laut. Sonar menerapkan prinsip pemantulan bunyi. Gelombang bunyi dipancarkan ke dalam air dari sebuah kapal. Gelombang bunyi merambat menurut garis lurus hingga mengenai sebuah penghalang, misalnya dasar laut. Ketika gelombang bunyi itu mengenai penghalang, sebagian gelombang itu dipantulkan kembali ke kapal sebagai gema. Waktu yang diperlukan gelombang bunyi untuk bergerak turun ke dasar dan kembali ke atas diukur dengan cermat. Perhatikan **Gambar 10.36**. Dengan menggunakan data *waktu* dan *cepat rambat bunyi di air laut*, orang dapat menghitung jaraknya (ingat: **jarak = cepat rambat × waktu**). Kedalaman laut dapat ditemukan dengan membagi jarak total dengan 2 (separuh untuk turun dan separuhnya untuk naik). Perhatikan contoh permasalahan untuk dapat memahami penerapan sonar untuk mengukur jarak, kemudian kerjakan soal latihannya. **Kegiatan 10.3** dapat kamu lakukan untuk menerapkan pemahamanmu tentang nada bunyi dan kuat bunyi.

Gambar 10.35

Gambar kiri. Orang Yunani Kuno telah mengetahui pentingnya akustik ketika mereka merancang teater ini di Italia

Gambar kanan. Walaupun bahan-bahan dan teknologi konstruksi telah makin maju, arsitek harus memperhatikan akustik dalam merancang bangunan seperti Gedung Gema Unesa Surabaya ini.



Sumber: Bakalian, et al., 1994.

Gambar 10.36

Untuk mengukur kedalaman laut, jarak tempuh gelombang bunyi harus dibagi 2 (untuk turun dan untuk naik).



Penggunaan Matematika

Contoh Soal

Soal: Cepat rambat bunyi di air laut adalah 1530 m/s. Jika bunyi memerlukan waktu 3 s untuk perjalanan pulang-pergi dari perangkat sonar, berapakah jarak benda yang memantulkan bunyi itu?

Diketahui: cepat rambat, $v = 1.530 \text{ m/s}$
waktu, $t = 3 \text{ s}$

Ditanya: jarak benda ($s/2$).

Rumus: $s = v \times t$

Penyelesaian: $s = v \times t = 1530 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} = 4590 \text{ m}$,
sehingga jarak benda = $4590 \text{ m}/2 = 2295 \text{ m}$.

Soal Latihan

1. Sebuah kapal peneliti hendak mengukur kedalaman laut. Sonar kapal tersebut memancarkan bunyi, dan 4 detik kemudian gema bunyi itu dideteksi sonar tersebut. Jika cepat rambat bunyi di air laut adalah 1530 m/s, hitunglah kedalaman laut di tempat itu.

Intisari Subbab



1. Besaran apa yang mempengaruhi nada bunyi? Intensitas bunyi?
2. Ketika kamu memperbesar volume radiomu, manakah diantara besaran-besaran berikut ini yang berubah: cepat rambat bunyi, intensitas, nada, amplitudo, frekuensi, panjang gelombang, dan kuat bunyi?
3. **Berpikir Kritis:** seekor kelelawar pemakan serangga dalam kegelapan malam mengeluarkan gelombang bunyi berfrekuensi tinggi dan mendeteksi peningkatan frekuensinya setelah bunyi itu dipantulkan serangga. Jelaskan kemungkinan gerak kelelawar dan serangga pada saat itu.



Bina Keterampilan Membuat Tabel

Buatlah sebuah Tabel Perbandingan Gelombang Ultrasonik dan Infrasonik. Tabel tersebut memuat pengertian, contoh sumber bunyi, dan jenis binatang yang mampu mendengarnya.



Frekuensi Gelombang Bunyi

Bunyi berasal dari suatu getaran. Kadang-kadang getaran ini juga menyebabkan benda didekatnya ikut bergetar. Keadaan ini disebut **resonansi**. Banyak alat musik dibuat dengan memanfaatkan kolom udara yang bergetar dengan frekuensi tertentu. Bagaimanakah mengatur nada pada alat-alat musik, misalnya seruling? Dengan menutup dan membuka lubang-lubang pada seruling, maka panjang kolom udara, panjang gelombang, dan frekuensi bunyi berubah.

Masalah

Dapatkah kamu menemukan **resonansi**, **panjang gelombang**, dan **frekuensi bunyi** yang timbul pada sebuah pipa yang terbuka kedua ujungnya?

Alat-alat dan Bahan

- pita karet
- penggaris
- pipa plastik (paralon) atau buluh bambu yang terbuka pada kedua ujungnya.

Langkah Percobaan

1. Ukur panjang pipa dan catatlah hasilnya pada tabel data.
2. Rentangkan pita karet dengan tanganmu, lalu petik pita karet tersebut. Dengarkan nada bunyi pita karet itu.
3. Ketuklah pipa tersebut, dengarkan nada bunyi pipa itu.
4. Rentangkan kuat-kuat pita karet melintang pada salah satu ujung pipa dan pegang kuat-kuat, seperti ditunjukkan pada gambar.

PERHATIAN: *Hati-hati jangan melepaskan peganganmu pada ujung yang diberi pita karet.*

5. Dekatkan pita karet yang telah direntangkan tersebut ke telingamu, dan petiklah. Dengarkan **nada yang berbeda (nada ganda)** yang ditimbulkan oleh **pita karet** (kegiatan no.2) dan **pipa** (kegiatan no.3) tersebut.
6. Kurangi pelan-pelan tegangan karet itu. Dengarkan nada karet itu berubah, tetapi nada pipa tetap.

7. Teruskan pengaturan tegangan karet itu, sehingga kamu hanya mendengar **nada tunggal** (nada pita karet dan pipa **sama**). Pada keadaan ini kamu akan mendengar bunyi yang **lebih keras** dari sebelumnya. Dengar baik-baik bunyi ini.
8. Tukarkanlah pipamu dengan pipa kelompok lain dan ulangi percobaan ini.



Sumber: Dok. Penulis.

Analisis

1. Nada tunggal yang kamu dengarkan pada langkah 7 dan 8 adalah **nada resonansi**. *Panjang gelombang* nada resonansi tersebut sama dengan *dua kali panjang pipa* itu. **Hitung** panjang gelombang tersebut.
2. Misalkan cepat rambat bunyi di udara saat ini 344 m/s. Gunakan rumus

$$\text{frekuensi} = \frac{\text{cepat rambat}}{\text{panjang gelombang}}$$

untuk menghitung frekuensi nada itu.

3. Berapa panjang gelombang dan frekuensi pada gelombang bunyi pipa kedua?

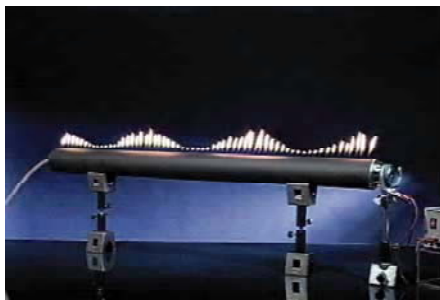
Menyimpulkan dan Menerapkan

4. Bagaimana hubungan panjang suatu pipa dengan frekuensi dan nada bunyi yang dihasilkannya?
5. Untuk menghasilkan berbagai macam nada, peniup seruling mengatur panjang pipa dengan menutup atau membuka lubang-lubang pada seruling itu. **Sebutkan** alat musik lain yang menggunakan panjang pipa untuk menghasilkan nada-nada musik.

Tabel Data dan Pengamatan

Panjang pipa	Panjang gelombang (m)	Frekuensi (Hz)	Nada yang terdengar

"Melihat" Gelombang Bunyi



Sumber: <http://www.physicscurriculum.com>.

Dalam **Kegiatan 10.3** kamu telah mendengar bunyi resonansi oleh pipa. Resonansi itu terjadi bila frekuensi bunyi bersesuaian dengan frekuensi resonansi pipa. Kejadian ini dapat divisualisasikan seperti gambar di samping. Gelombang bunyi dengan frekuensi yang dapat menghasilkan resonansi dengan pipa dilewatkan pada pipa. Pipa tersebut memiliki lubang-lubang yang dapat menyala. Jika kamu perhatikan, nyala api pada lubang-lubang itu akan membentuk pola nyala yang kuat dan lemah secara berselang-seling.



Apabila kamu memikirkan pentingnya bunyi dalam hidupmu, berbagai macam pikiran boleh jadi muncul. Suara-suara sebagai bagian pergaulan sehari-hari dengan temanmu, hingar-bingar dan bisingnya perkotaan, kicauan burung di pedesaan, dan merdunya lagu yang kamu nikmati hanyalah sedikit contoh. Namun selain membuat hidup menjadi lebih menyenangkan, bunyi juga memiliki sejumlah pemanfaatan penting.

Dalam subbab sebelumnya kamu telah mempelajari salah satu pemanfaatan bunyi, yakni sonar. Masih ingatkah kamu akan kegunaannya? Sonar memanfaatkan gelombang ultrasonik, yakni gelombang bunyi yang frekuensinya lebih besar dari 20.000 Hz. Berikut ini kita akan membahas beberapa pemanfaatan bunyi yang lain.

Kata-kata IPA
ultrasonik
ultrasonografi

Melihat dengan Bunyi

Suatu teknik yang mirip dengan sonar digunakan dalam bidang kedokteran untuk mendiagnosis masalah kesehatan. Gelombang ultrasonik diarahkan ke dalam tubuh. Gelombang itu dipantulkan oleh organ-organ di dalam tubuh, misalnya organ dan tulang. Gelombang



Sumber: Bakalian, et al., 1994

Gambar 10.37

Si kembar ini telah diambil gambarnya, walaupun mereka belum lahir. Gelombang ultrasonik memungkinkan dokter mengamati perkembangan janin yang belum lahir, di samping kondisi struktur di dalam tubuhnya.

pantul itu kemudian dideteksi. Dengan menggunakan teknik ini pertumbuhan yang tidak normal dapat ditemukan. Teknik ini dikenal dengan nama *ultrasonografi*.

Bayangan seperti hasil sinar-X dihasilkan selama proses ini. Namun tidak seperti sinar-X, yang hanya menghasilkan satu gambar untuk tiap pemotretan, ultrasonografi dapat dipergunakan secara terus menerus mirip dengan video. Hal ini berguna untuk memperlihatkan gerakan dalam tubuh. Mungkin kamu pernah melihat gambar pertumbuhan janin dengan teknik ultrasonografi, seperti **Gambar 10.37**. Dokter mengamati gerakan janin itu pada layar serupa TV selama beberapa menit. Ultrasonografi memiliki keunggulan karena gelombang ultrasonik tidak mempengaruhi sel-sel tubuh.

Menghindari Pembedahan dengan Ultrasonik

Kadang-kadang endapan kalsium oksalat terbentuk dalam ginjal. Endapan ini biasa disebut batu ginjal. Operasi bedah ginjal merupakan pilihan utama untuk mengambil batu ginjal itu. Namun gelombang ultrasonik yang diarahkan pada batu ginjal tersebut seringkali dapat memecahkan batu itu tanpa pembedahan. Pecahan-pecahan batu itu selanjutnya dapat keluar secara alami bersama air seni. Perlakuan yang sama dapat dikenakan pada batu empedu. Pasien yang berhasil ditangani dengan cara ini lebih cepat sembuh dibandingkan dengan cara pembedahan.



Sumber: <http://www.villageanimal.net>.

Gambar 10.38

Alat pembersih ultrasonik.

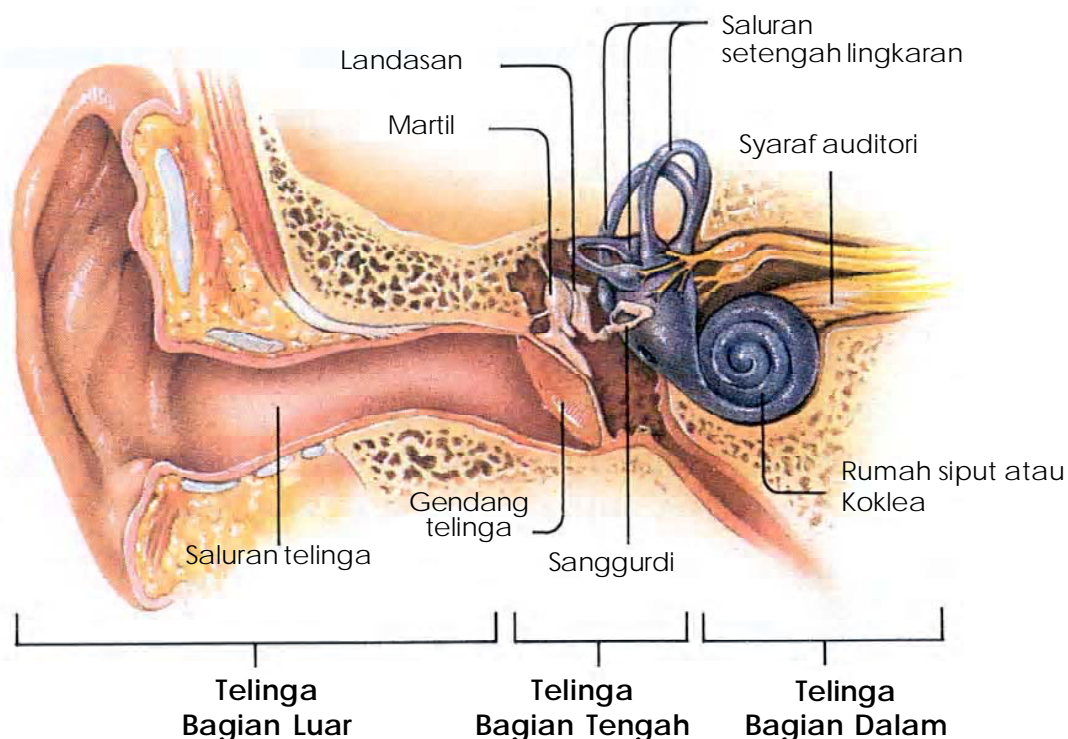
Pembersih Ultrasonik

Benda-benda tertentu, seperti permata dan komponen elektronik, terlalu lembut untuk dibersihkan dengan sikat atau sabun. Herankah kamu bila mengetahui bahwa kamu dapat membersihkan benda-benda itu dengan bunyi? Gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk membersihkan permata, komponen elektronik, dan bagian-bagian mesin yang halus. Perhatikan **Gambar 10.38**. Untuk melakukan hal ini, benda tersebut dimasukkan ke dalam cairan pembersih yang lembut. Gelombang bunyi selanjutnya diarahkan ke dalam cairan itu, menyebabkan cairan itu bergetar dengan intensitas yang besar. Getaran ini akan merontokkan kotoran yang menempel pada benda itu tanpa merusaknya.

Pengayaan Pendengaran Manusia

Detektor bunyi, seperti mikropon, menangkap dan mengubah energi kinetik dari gerak partikel dalam gelombang bunyi menjadi bentuk energi lain, biasanya energi listrik. Telingamu merupakan suatu detektor bunyi yang canggih. Telinga itu peka terhadap suatu rentang intensitas dan frekuensi bunyi. Telinga manusia seperti tampak pada **Gambar 10.39**, memiliki tiga bagian: telinga bagian luar, telinga bagian tengah, dan telinga bagian dalam.

Bagaimana kamu dapat mendengar? Pendengaran dimulai pada saat gelombang bunyi memasuki telinga bagian luar. Telinga bagian luar berlaku seperti corong untuk gelombang bunyi itu. Gelombang tersebut merambat melalui saluran telinga hingga mengenai *gendang telinga*, yang merupakan selaput tipis liat. Getaran partikel-partikel udara menyebabkan gendang ini bergetar.



Sumber: Bakalian, et al., 1994

Gambar 10.39

Telinga manusia terdiri dari telinga bagian luar, telinga bagian tengah, dan telinga bagian dalam. *Bagian manakah yang bergetar dan melipatgandakan gaya dan tekanan dari gelombang-gelombang bunyi?*

Getaran dari gendang telinga masuk **telinga bagian tengah**. Telinga bagian tengah itu berisi tiga tulang terkecil dalam tubuh manusia. Gendang telinga menggetarkan tiga tulang tersebut. Ketiga tulang itu adalah *martil*, *landasan*, dan *sanggurdi*. Tulang-tulang ini berfungsi sebagai sistem pengungkit yang melipatgandakan gaya dan tekanan gelombang bunyi. Tiga tulang tersebut meneruskan getaran bunyi ke telinga bagian dalam.

Telinga bagian dalam berisi rumah siput yang berisi cairan. Sel-sel rambut yang kecil di dalam rumah siput bergetar menyebabkan impuls-impuls syaraf dikirim ke otak melalui syaraf auditori. Kerusakan pendengaran yang disebabkan oleh bunyi keras tiba-tiba atau terus-menerus umumnya diakibatkan kerusakan pada bagian sel-sel seperti rambut yang kecil ini. Apakah kamu senang mendengarkan musik keras-keras? Ingat, bunyi-bunyi keras dapat mengakibatkan kerusakan pendengaran selamanya.

Intisari Subbab



Jurnal IPA

Ultrasonografi memungkinkan para orang tua melihat bayi mereka untuk pertama kali. Dalam Jurnal IPA-mu, tuliskan hal-hal yang mungkin dapat kamu pelajari dari ultrasonografi, dan tuliskan sebuah karangan tentang bagaimana perasaan orang tua pada saat melihat bayi mereka untuk pertama kali.

1. Paparkan paling sedikit tiga pemanfaatan teknologi ultrasonik.
2. Bagaimanakah bayangan organ di dalam tubuhmu dapat dibuat dengan menggunakan gelombang bunyi?

Pemilihan Teknologi

Misalkan salah satu anggota keluargamu diketahui menderita batu empedu yang cukup besar dan memerlukan operasi. Jika sama-sama tersedia di rumah sakit, manakah yang kamu pilih: melalui operasi ataukah memilih teknologi ultrasonik? Pikirkan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pilihanmu itu.



Rangkuman



A. Getaran

1. Benda yang bergetar ditandai oleh adanya gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan. Gerak bandul ayunan dan gerak beban pada pegas merupakan contoh-contoh benda yang bergetar.
2. Energi sebuah getaran ditunjukkan oleh amplitudo getaran itu. Semakin besar amplitudo sebuah getaran menunjukkan energi getaran itu semakin besar.
3. Selain dicirikan oleh energi, getaran juga dicirikan oleh periode dan frekuensi.
4. Benda yang bergetar dapat menyebabkan benda lain di sekitarnya turut bergetar dengan frekuensi yang sama. Peristiwa ini disebut resonansi.
5. Periode sebuah ayunan tetap besarnya, walaupun amplitudonya berubah. Berdasarkan kenyataan ini maka ayunan digunakan untuk penunjuk waktu.

B. Gelombang

1. Gelombang memindahkan energi getaran dari satu tempat ke tempat lain. Medium gelombang tidak ikut berpindah, hanya bergetar di sekitar titik kesetimbangannya saat gelombang melintas.
2. Berdasarkan perlunya medium untuk dilalui gelombang, gelombang dapat digolongkan menjadi gelombang mekanik dan elektromagnetik. Gelombang dapat pula digolongkan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal bila didasarkan arah getar terhadap arah rambat gelombang itu. arah getar gelombang searah dengan arah rambatnya.
3. Jika cepat rambat suatu gelombang tetap, pada saat frekuensi meningkat, panjang gelombang menurun dan sebaliknya.

C. Bunyi

1. Bunyi berasal dari getaran yang dipindahkan melalui medium dalam suatu rangkaian renggangan dan rapatan (gelombang longitudinal).
2. Nada suatu bunyi menjadi lebih tinggi bila frekuensinya meningkat. Kuat bunyi bunyi meningkat apabila amplitudo gelombang bunyi membesar.
3. Bunyi ultrasonik mempunyai beberapa kegunaan, misalnya dalam teknologi sonar dan ultrasonografi.



Evaluasi



Gelombang

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| a. amplitudo | h. gelombang |
| b. gelombang longitudinal | i. lembah |
| c. puncak | j. gelombang |
| d. frekuensi | k. panjang gelombang |
| e. getaran | l. gelombang elektromagnetik |
| f. medium | |
| g. energi | |
1. jarak antara titik-titik yang serupa pada dua gelombang yang berurutan.
 2. arah getar sama dengan rambat gerak gelombang.
 3. bahan yang dilalui gelombang.
 4. dinyatakan dalam hertz.
 5. titik paling tinggi dari suatu gelombang transversal.
 10. jarak dari posisi diam medium ke lembah atau ke puncak gelombang.
 7. yang dipindahkan gelombang.
 8. dapat timbul dan bergerak dalam ruang hampa.
 9. gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan.

Pengecekan Konsep

Pilih kata atau ungkapan yang dapat melengkapi kalimat berikut.

1. Semua gelombang membawa ... bergerak maju.

a. materi	c. materi dan energi
b. energi	d. medium

2. Suatu gelombang yang membawa jumlah energi besar akan selalu mempunyai

a. amplitudo besar
b. amplitudo kecil
c. frekuensi tinggi
d. panjang gelombang pendek
3. Frekuensi gelombang dinyatakan dalam

a. hertz	c. meter
b. desibel	d. meter/sekon
4. Kamu mengetuk sebuah pintu. Kamu menimbulkan getaran yang bergerak melalui

a. zat padat
b. zat cair
c. hampa
d. selain jawaban di atas
5. Untuk medium yang sama, ... gelombang yang melalui medium itu tetap.

a. amplitudo	c. cepat rambat
b. frekuensi	d. panjang gelombang
6. Gelombang elektromagnetik

a. tidak memiliki panjang gelombang
b. tidak memiliki frekuensi
c. membutuhkan medium
d. memindahkan energi
7. Contoh gelombang elektromagnetik adalah

a. gelombang air
b. gelombang cahaya
c. gelombang pada tali
d. gelombang bunyi

8. Simpangan maksimum suatu getaran atau gelombang ditentukan oleh
 - a. panjang gelombangnya
 - b. frekuensinya
 - c. amplitudonya
 - d. cepat rambat
9. Peristiwa saat gelombang mengenai permukaan disebut....
 - a. pembalikan
 - b. penambahan kelajuan
 - c. perubahan frekuensi
 - d. pemantulan

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan di bawah dalam bukumu.

10. Bagaimana menentukan amplitudo, frekuensi, dan panjang gelombang pada gelombang trasversal dan longitudinal?
11. Jelaskan bagaimana keterkaitan gelombang dengan energi dan getaran.
12. Apakah yang dimaksud dengan resonansi?
13. Sebuah getaran memiliki frekuensi 12 Hz. Berapakah periode getaran itu?
14. Sebuah ayunan melakukan 32 getaran dalam waktu 20 sekon. Berapakah frekuensinya?

Berfikir Kritis

15. Sebuah gempa bumi berasal dari batuan di bawah lautan Pasifik, menghasilkan suatu gelombang pasang yang mengenai sebuah pulau yang jauh. Apakah air yang mengenai pulau itu sama dengan air yang ada di atas gempa itu? Jelaskan.
16. Dalam sistem komunikasi, satelit di atas bumi atau radio dan televisi di rumah-rumah digunakan untuk memancar-ulang gelombang elektromagnetik. Bagaimana proses tersebut terjadi?
17. Suatu gelombang mempunyai panjang gelombang 6 m dan cepat rambatnya 420 m/s. Berapakah frekuensinya?

Pengembangan Keterampilan

17. **Membuat hipotesis.** Buatlah sebuah hipotesis yang menjelaskan bagaimana periode getaran sebuah ayunan dipengaruhi oleh panjang talinya.
18. **Menghitung.** Lengkapilah tabel berikut ini:

Kelajuan (m/s)	Frekuensi (Hz)	Panjang gel. (m)
150	2,0	
	250	1,5
200		0,5
	200	1,0

Bunyi

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| a. akustik | i. resonansi |
| b. gelombang longitudinal | j. gaung |
| c. frekuensi | k. gelombang transversal |
| d. intensitas | l. teknologi ultrasonik |
| e. getaran | m. gelombang |
| f. kuat bunyi | |
| g. medium | |
| h. nada | |

1. penggunaan gelombang bunyi berfrekuensi tinggi
2. ilmu tentang bunyi
3. materi bergetar dalam arah yang sama dengan arah gerak gelombang
4. tinggi rendahnya bunyi
5. materi yang dilalui rambatan gelombang
6. dinyatakan dalam hertz
7. tanggapan manusia pada intensitas bunyi

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau ungkapan yang dapat melengkapi kalimat berikut.

1. Bunyi bergerak sebagai
 - a. gelombang transversal
 - b. gelombang elektromagnetik
 - c. gelombang cahaya
 - d. gelombang longitudinal
2. Kelajuan bunyi paling cepat bila bunyi merambat dalam
 - a. ruang hampa
 - b. zat padat
 - c. zat cair
 - d. zat gas
3. Peningkatan kelajuan bunyi dapat disebabkan oleh meningkatnya
 - a. suhu medium
 - b. kerapatan medium
 - c. amplitudo gelombang bunyi
 - d. nada bunyi
4. Suatu bunyi dengan nada rendah selalu mempunyai ... rendah.
 - a. amplitudo
 - b. panjang gelombang
 - c. frekuensi
 - d. kecepatan gelombang
5. Kekerasan bunyi bergantung kepada
 - a. frekuensi
 - b. amplitudo
 - c. panjang gelombang
 - d. nada
6. Pada saat ... maka intensitas bunyinya menurun.
 - a. kecepatan gelombang menurun.
 - b. panjang gelombang menurun.
 - c. amplitudo menurun.
 - d. kualitas menurun.
7. Bunyi tidak dapat merambat melalui
 - a. zat padat
 - b. zat cair
 - c. zat gas
 - d. ruang hampa
8. Kamu mengetuk sebuah pintu. Kamu menimbulkan getaran yang bergerak melalui
 - a. zat padat
 - b. zat cair
 - c. zat gas
 - d. hampa
9. Penggunaan bunyi untuk mengukur jarak disebut
 - a. sonar
 - b. resonansi
 - c. kloaka
 - d. ultrasonografi
10. Perulangan bunyi yang terdengar bila bunyi dipantulkan oleh suatu permukaan disebut
 - a. akustik
 - b. nada
 - c. gema
 - d. resonansi.

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan di bawah dengan menggunakan kalimat yang lengkap.

11. Mengapa bunyi jam beker yang dimasukkan dalam bejana yang kedap udara menjadi lemah pada saat udara dikeluarkan dari bejana itu?
12. Bagaimana gema dipergunakan untuk mengukur jarak di bawah permukaan air?

Berfikir Kritis

13. Suatu gelombang bunyi mempunyai panjang gelombang 6 m dan kecepatannya 420 m/s. Berapakah frekuensinya?
14. Misalkan kamu sedang duduk di barisan belakang sebuah ruangan besar dan seseorang di panggung meneriakkan sebuah nada tinggi tepat pada saat orang di sebelahnya memukul drum besar. Bunyi manakah yang kamu dengar lebih dulu? Mengapa?

Pengembangan Keterampilan

15. **Hipotesis:** Bunyi merambat lebih lambat di udara pada tempat yang tinggi daripada pada tempat yang rendah. Rumuskan hipotesis untuk menjelaskan pengamatan ini.
16. **Penggunaan Bilangan:** Pelajari cepat rambat bunyi untuk berbagai medium pada suhu 25°C dalam tabel di bawah ini. Urutkan medium dalam memindahkan gelombang bunyi dari yang paling cepat ke yang paling lambat. Perkirakan berapa kali lebih cepat rambat bunyi didalam baja dibanding di udara?

Perpindahan Bunyi	
Zat	Kelajuan Bunyi 25°C
Udara	347 m/s
Batu	3650 m/s
Gabus	500 m/s
Air	1498 m/s
Baja	5200 m/s

17. **Menggunakan Tabel:** Kamu memulai bisnis pemotong rumput selama liburan. Pemotong rumputmu mempunyai taraf intensitas bunyi 100 dB. Dengan menggunakan tabel di bawah, tentukan berapa jam sehari kamu dapat memotong rumput halaman dengan aman? Jika kamu ingin bekerja dengan waktu yang lebih lama, apa yang dapat kamu lakukan untuk melindungi pendengaranmu? Jika keluargamu membeli pemotong rumput baru dengan tingkat intensitas bunyi 95 dB, bagaimana pengaruhnya terhadap bisnismu?

Rekomendasi Batas Kuat Bunyi

Kuat Bunyi (dB)	Waktu yang diperbolehkan (jam)
90	8
95	4
100	2
105	1
110	0,5

18. **Membuat Grafik.** Dengan menggunakan data berikut ini, buatlah grafik yang menunjukkan bagaimana cepat rambat bunyi berubah dengan berubahnya suhu.

Suhu (dalam $^{\circ}\text{C}$)	Cepat Rambat Bunyi (dalam m/s)
-10	325
0	331
10	337
20	343

Penilaian Kinerja

19. **Rancangan Percobaan:** Coba gunakan gulungan kardus untuk mengulangi prosedur yang digunakan dalam Kegiatan 10.3 untuk menentukan frekuensi alamiah tabung itu. Apakah kamu mendengar bunyi yang jelas? Jelaskan, mengapa ya atau tidak!
20. **Proyek:** Dengan menggunakan bahan-bahan yang kamu punyai di rumah, buat sebuah instrumen musik. Mainkan instrumen musikmu untuk teman sekelasmu dan jelaskan bagaimana kamu dapat mengubah nada instrumenmu.

