

Bab 4

Getaran, Gelombang, dan Cahaya

Galaksi adalah kumpulan dari milyaran bintang. Ada begitu banyak galaksi di alam semesta kita, Galaksi Andromeda adalah galaksi terdekat dengan Galaksi Bima Sakti kita dengan jarak 2,5 juta tahun cahaya (kecepatan cahaya sebesar 300.000 km/detik menempuh jarak selama 2,5 juta tahun). Galaksi Andromeda adalah salah satu dari galaksi yang masih dapat dilihat dengan mata telanjang pada malam yang cerah tanpa cahaya bulan dan polusi cahaya berupa banyaknya kilau lampu. Bagaimana mata kita dapat melihat Galaksi Andromeda yang jaraknya begitu jauh? Bagaimana cara kita dapat melihat bentuknya dengan lebih jelas? Foto Galaksi Andromeda yang indah di atas adalah hasil dari teknologi perpaduan antara teropong dan kamera canggih. Prinsip kerja kedua alat tersebut berkaitan dengan konsep sains pada bab ini. Pada akhir kegiatan di bab ini kamu akan diajak untuk membuat purwarupa kamera Obscura, nenek moyang dari kamera digital saat ini. Ayo, pelajari bab ini dengan antusias!

Kata kunci

- Getaran
- Gelombang
- Cahaya
- Lensa
- Optik



Pertanyaan apakah yang ingin kalian temukan jawabannya dalam bab ini?

1.
.....
2.
.....

A. Getaran

Sentuhlah pangkal tenggorokanmu saat kamu mengucapkan salam kepada bapak/ibu guru di depan kelas atau saat berbicara dengan kawan. Apakah kamu merasakan sesuatu? Sekarang coba kamu berteriak keras. Apakah kamu merasakan sesuatu yang bergetar? Mengapa saat mulutmu mengeluarkan suara/bunyi, disertai dengan getaran pada tenggorokan?

1. Benda yang Bergetar

Suara yang kamu keluarkan bersumber dari getaran pita suara yang ada di tenggorokan. Jika kamu berteriak lebih keras, apakah pita suara kamu bergetar lebih keras pula? Sekarang coba kamu berikan sedikit tekanan pada tenggorokanmu dan mulailah kembali berteriak. Apakah yang terjadi?

Berbicara atau berteriak adalah akibat dari fenomena pita suara yang bergetar. Semua benda akan bergetar apabila diberi gangguan/usikan. Apakah bentuk gangguan yang diberikan saat berteriak?

Benda yang bergetar dapat juga disebut sebagai benda yang beresilasi. Benda bergetar/beresilasi ada yang dapat terlihat secara kasat mata/dirasakan langsung ada pula yang tidak dapat dilihat/tidak dapat dirasakan langsung. Benda yang bergetar ada

yang dapat dilihat dengan mata telanjang karena simpangan yang besar, ada pula yang tidak dapat dilihat karena simpangannya terlalu kecil. Dapatkah kamu menjelaskan apakah yang dimaksud dengan simpangan?

Benda dikatakan bergetar/berosilasi jika benda tersebut bergerak bolak-balik secara teratur melalui titik seimbang. Pernahkah kamu melihat jam dinding yang masih menggunakan bandul untuk menjalankan jarum detiknya? Menurut kamu apakah bandul tersebut dapat dikatakan bergetar? Di manakah letak titik kesetimbangannya? Dapatkah kamu menentukan simpangannya? Kemudian, apakah semua benda yang bolak-balik disebut bergetar? Saat kamu berjalan bolak-balik di depan kelas dapatkah disebut bergetar? Mengapa demikian?

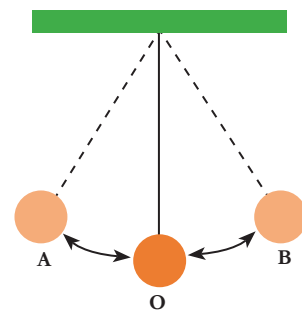
Coba carilah di sekitarmu contoh-contoh lain fenomena yang termasuk getaran! Tentukanlah apakah getaran tersebut termasuk kasat mata atau tidak!

2. Apa saja Variabel Getaran itu?

Gambar 4.1 menunjukkan gambar bandul yang bergetar/berosilasi yang merupakan penyederhanaan dari bandul jam dinding yang kamu lihat.

Bandul dibuat mula-mula dalam keadaan diam pada kedudukan O. Pada posisi ini disebut sebagai posisi/kedudukan seimbang. Bandul tersebut kemudian ditarik pada kedudukan A dengan sudut simpangan kecil (sekitar 100°). Pada saat bandul dilepaskan dari kedudukan A, bandul akan bergerak teratur melalui titik A-O-B-O-A dan gerakan itu disebut gerak bolak balik dalam 1 kali getaran. Salah satu ciri dari getaran adalah adanya amplitudo atau simpangan terbesar (O – A atau O – B).

Agar kamu lebih memahami tentang getaran dan variabel-variabel yang mempengaruhinya, lakukanlah aktivitas menantang 4.1 tentang bandul sederhana.



Gambar 4.1 Bandul yang bergetar/berosilasi.



Ayo Buat Aktivitas 4.1

Ayo ayunkan bandul buahnya!

Kamu akan membuat bandul yang bergetar/berosilasi secara harmonis yaitu bandul yang dapat bergetar dengan gerak bolak balik yang kecil simpangannya dan mampu bertahan lama.

Carilah satu buah yang jatuh di pekarangan sekolah yang ukurannya cukup besar dan masih memiliki tangkai kecil dipangkalnya. Jika tidak menemukan buah kamu bisa menggantinya dengan benda apa pun yang dapat ditemukan di sekitar, batu bulat misalkan. Kemudian, ikatlah seutas tali sepanjang 20 cm pada ujung tangkai dan gantungkan buah/benda tersebut di tempat yang tinggi. Misalkan batang pohon terdekat atau tiang kayu yang dapat ditemukan.

Apakah yang dapat kamu lakukan agar ayunan bandul buahnya memiliki sudut simpangan yang kecil (misalkan sudut simpangannya 100 derajat)?

Kamu dapat menghitung gerak bolak-balik bandul buah tersebut selama 10 detik dan 30 detik.

Lakukanlah hal yang sama, namun dengan panjang tali yang digunakan adalah 60 cm. Kamu dapat menggunakan bantuan tabel pengamatan 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Getaran Bandul Buah dengan Sudut Simpangan 100 derajat

Panjang Tali (cm)	Waktu Getar (t dalam detik)	Banyaknya getaran bandul (n)	Waktu untuk 1 kali getaran (T) t/n	Jumlah Getaran dalam 1 detik (f) n/t
20 cm	10			
	10			
	10			
	Nilai Rata-rata			
60 cm	30			
	30			
	30			
	Nilai Rata-rata			

Berdasarkan tabel yang telah dibuat, berapakah waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan 1 getaran dengan panjang tali 20 cm? Kemudian berapakah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan 1 getaran dengan panjang tali 60 cm? Manakah yang lebih cepat? Apakah panjang tali berpengaruh? Mengapa demikian?

Waktu yang diperlukan suatu benda menempuh 1 kali getaran penuh disebut sebagai periode. Dilambangkan dengan huruf T dalam satuan detik. Sedangkan banyaknya getaran suatu benda yang terjadi selama satu detik disebut sebagai frekuensi. Dilambangkan dengan huruf f dan satuannya adalah Hertz. Periode dan frekuensi adalah parameter gelombang yang penting untuk diketahui dan dipahami.

Kamu telah memahami bahwa getaran sesungguhnya adalah bentuk energi gerak suatu benda. Sebagian besar fenomena getaran dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia seperti piston pada mesin kendaraan yang bertujuan untuk menggerakkan roda. Dapatkah kamu menyebutkan apa saja contoh manfaat dari getaran/osilasi lainnya?



Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Berdasarkan Aktivitas 4.1, tuliskanlah semua variabel/parameter bandul sederhana yang telah dilakukan!
2. Berdasarkan percobaan pada Aktivitas 4.1, apakah panjang tali yang digunakan pada bandul berpengaruh terhadap periode getar? Bagaimanakah hubungannya?
3. Kemudian, apakah panjang tali yang digunakan pada bandul berpengaruh terhadap frekuensi getaran?

B. Gelombang

Cobalah kamu menuju kolam di pekarangan sekolah/ rumah. Lemparkanlah sebuah batu yang kecil ke kolam tersebut. Apakah yang kamu saksikan? Jika di atas air kolam tersebut ada sampah dedaunan, mengapa dedaunan tersebut ikut bergerak naik turun, padahal jarak antara daun dan batu yang terceplung ke dalam kolam cukup jauh?

1. Kenapa Muncul Gelombang?

Peristiwa ikut bergeraknya dedaunan pada tepian kolam adalah contoh fenomena perambatan getaran atau yang disebut juga sebagai gelombang. Lebih tepatnya adalah gelombang pada permukaan air. Getaran permukaan air di sekitar yang ditimbulkan oleh batu yang terceplung ke dalam kolam merambat atau menjalar melalui media air hingga mencapai posisi dedaunan.

Nah, jika kamu cermati lebih jauh percobaan yang telah dilakukan, apakah yang sesungguhnya dirambatkan/dibawa oleh gelombang tersebut? Yang mengakibatkan dedaunan yang jaraknya jauh dari sumber getar/gangguan juga ikut bergetar.

Ketika batu jatuh ke dalam kolam, sesungguhnya ia membawa energi potensial dari ketinggian tertentu ditambah dengan energi kinetik akibat dilempar oleh kamu. Energi tersebut berubah menjadi gangguan/getaran air di sekitar batu saat terceplung. Energi kemudian diteruskan ke segala penjuru kolam sehingga kamu akan melihat pola-pola melingkar bukan? Lihat Gambar 4.2.



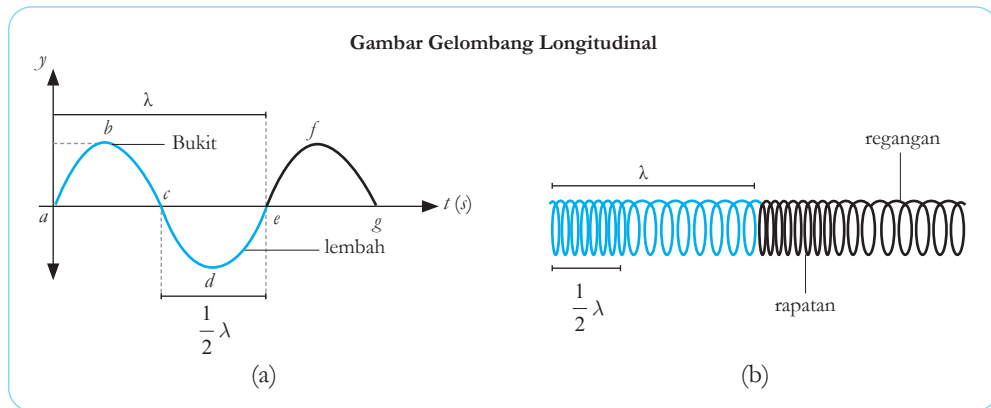
Gambar 4.2 Pola gelombang pada permukaan air kolam.

Sumber: Wichudapa/shutterstock.com

Menurutmu apakah energi yang dirambatkan pada permukaan air dapat diperbesar sehingga membuat gerakan dedaunan menjadi lebih besar pula? Kemudian apakah rambat energi getaran tersebut dapat ditingkatkan/dipercepat?

2. Jenis-Jenis Gelombang

Jika kita meninjau berdasarkan bentuknya maka gelombang dapat dibagi menjadi dua jenis. Gelombang yang berbentuk transversal seperti pada gelombang tali dan gelombang longitudinal seperti pada gelombang slinki/pegas dan gelombang suara.



Pada Gambar 4.3(a), jika kita menjumlahkan jarak bukit (titik $a - c$) dan jarak lembah (titik $c - e$) kita akan mendapatkan satu panjang gelombang transversal, atau yang disebut sebagai lambda (λ). Bisa pula 1 lambda dinyatakan dengan jarak sejauh titik b ke titik f ($b - c - d - e - f$) atau jarak dua puncak terdekat. Sedangkan puncak titik b atau titik f disebut juga amplitudo atau simpangan tertinggi dari getaran yang merambat.

Seperti halnya getaran, gelombang memiliki periode dan frekuensi (dengan besaran yang sama pula). Periode (T) adalah banyaknya waktu yang diperlukan untuk menciptakan 1 panjang gelombang penuh. Sedangkan frekuensi (f) adalah banyaknya gelombang yang terjadi dalam satu detik.

Pada Gambar 4.5(b) cara untuk menentukan satu panjang gelombang. Pada gelombang longitudinal, satu lambda adalah penjumlahan jarak rapatan ditambah dengan jarak regangan.

Gambar 4.3 (a) Gelombang transversal dan (b) Gelombang longitudinal

Contoh gelombang banyak sekali di dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa di antaranya adalah gelombang yang dapat dilihat jelas oleh mata manusia yaitu gelombang laut berupa ombak, gelombang pada tali, gelombang udara, gelombang gempa, dan banyak lagi lainnya. Gelombang – gelombang tersebut disebut juga gelombang mekanik, karena perambatan getarannya memerlukan medium.

Kemudian gelombang yang tak kasat mata seperti gelombang radio, gelombang microwave, gelombang televisi, dan banyak lainnya yang kita kenal sebagai gelombang elektromagnetik (GEM). GEM adalah gelombang yang muncul sebagai akibat getaran medan listrik dan medan magnetik. GEM juga dalam perambatannya tidak memerlukan medium. Apa buktinya? Sinar matahari termasuk GEM yang dapat sampai ke bumi meski melewati ruang angkasa yang hampa udara.



Fakta Sains

Gelombang Rontgen

Sinar rontgen adalah nama lain dari sinar-X. Sinar-X ditemukan secara tidak sengaja oleh Wilhelm Roentgen, seorang fisikawan asal Jerman. Inilah mengapa sinar rontgen disebut sebagai sinar-x, x artinya “saya tidak tahu”. Sinar-X merupakan salah satu bentuk radiasi elektromagnetik. Sinar-X memiliki panjang gelombang yang lebih pendek dari pada cahaya tampak, sehingga kita tidak bisa melihat sinar-X. Panjang gelombang yang pendek inilah yang membuat sinar-X mampu menembus benda padat tergantung seberapa padat material benda tersebut. Saat ini sinar-X digunakan di rumah sakit untuk melihat keadaan tulang dan organ dalam tubuh. Cara kerja sinar-X



Gambar 4.4 Foto hasil dari gelombang Rontgen.

Sumber: shutterstock.com/Puwadol Jaturawutthichai

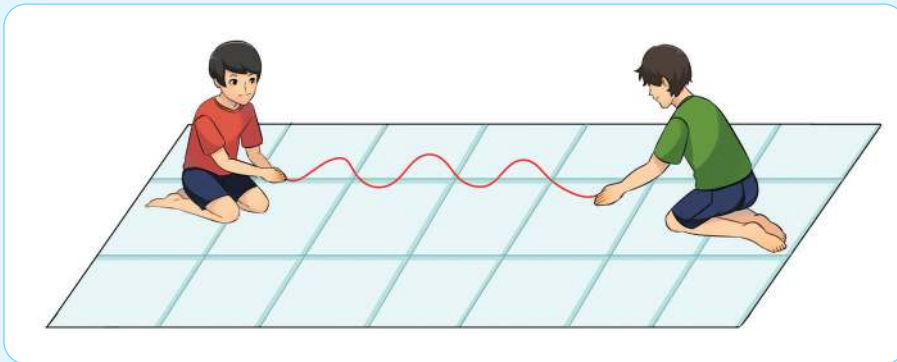
adalah menembus jaringan dan otot tubuh menuju tulang dan organ penting. Tulang memiliki material penyusun yang sangat padat sehingga tidak dapat ditembus oleh sinar-X. Tulang yang tidak dapat ditembus oleh sinar-X ditampilkan dalam bentuk gambar dengan warna putih seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4. Secara sederhana hal ini seperti saat kamu bermain bayangan dengan tangan dan membentuk bayangan hewan di dinding. Bayangan tersebut terbentuk karena tanganmu menghalangi cahaya dari lampu ke dinding.

Selanjutnya bagaimana kita dapat menghitung kecepatan rambat gelombang? Ayo, kita lakukan aktivitas 4.2 berikut dengan antusias!

Ayo Buat **Aktivitas 4.2**

Ayo Buat Gelombang Tali!

Ambillah seutas tali atau pita yang cukup tebal dengan panjang sekitar 3 meter. Ajaklah salah seorang temanmu untuk memegang salah satu ujung tali tersebut dan mintalah ia untuk memegang *stopwatch*/pencatat waktu seperti pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Percobaan tali sederhana

Pada ujung tali yang kamu pegang berikanlah variasi sudut simpangan melalui gerakan naik turun yang berulang-ulang. Apakah yang kamu saksikan? Apakah kamu melihat bentuk seperti bukit dan lembah gelombang dengan jelas? Dan apakah yang dirasakan oleh temanmu pada ujung tali lainnya? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas kamu dapat mengisi tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Tabel Pengamatan Cepat Rambat Gelombang Tali Sepanjang 3 Meter.

Sudut simpangan tali	Gerakan naik-turun tali	Jumlah puncak gelombang yang terlihat (n)	Jumlah Panjang gelombang (n/2)	Waktu tempuh (t)	Periode (Jumlah panjang gelombang/waktu tempuh)
Kecil	Pelan				
(+/- 10°)	Cepat				
Besar	Pelan				
(+/- 40°)	Cepat				
Sangat Besar	Pelan				
(+/- 90°)	Cepat				

Dari tabel yang telah kamu isi di atas, kamu dapat menentukan kecepatan rambat gelombang tali dengan perumusan berikut,

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad (1)$$

Dengan,

V = cepat rambat gelombang tali (m/s)

λ = Panjang gelombang tali (m)

T = Periode (sekon)

Pada tabel isian di atas, apakah kamu mendapatkan nilai kecepatan rambat gelombang untuk masing-masing keadaan awal? Jika tidak, mengapa bisa demikian? Faktor-faktor apakah yang berpengaruh terhadap cepat rambat gelombang?

3. Gelombang Bunyi

Mengapa ada bunyi yang lemah dan ada bunyi yang keras? Apakah penyebabnya?

Kamu sudah mengetahui bahwa bunyi adalah gelombang longitudinal. Medium apakah yang menjadi perantara bunyi? Untuk dapat memahami lebih baik tentang bunyi, kamu dapat melakukan Aktivitas 4.3 berikut dengan penuh semangat.



Percobaan Aktivitas 4.3

Ayo tiup pluitnya!

Kamu bisa menggunakan sedotan bekas minuman dingin yang dibeli di kantin sekolah. Potonglah sedotan menjadi 3 bagian dengan panjang yang berbeda-beda (misalnya 5 cm, 10 cm, dan 15 cm). Pada setiap potongan gunting salah satu ujungnya membentuk segitiga. Tekan-tekan ujung sedotan yang berbentuk segitiga tersebut kemudian letakkan pada ujung bibir kalian lalu tiuplah.

Apakah pluit sedotan buatan kamu menghasilkan bunyi?

Apa yang menyebabkan munculnya bunyi tersebut?

Apakah terdapat perbedaan bunyi pada ketiga panjang potongan sedotan?

a. Bunyi Bagi Mahkluk Hidup

Apakah semua bunyi dapat terdengar oleh telinga manusia? Apakah kamu dapat mendengar suara daun yang membentur tanah saat jatuh? Apakah mengeluarkan bunyi? Jika tidak, maka benturan antara daun dengan permukaan tanah tersebut memiliki getaran kurang dari 20 getaran per sekon atau frekuensinya kurang dari 20 hertz. Pada frekuensi tersebut manusia tidak dapat mendengar bunyi. Kita baru dapat mendengarkan bunyi ketika benda menghasilkan 20 getaran per sekon (20 hertz) atau lebih.

Berdasarkan terdengar atau tidaknya, bunyi dibagi menjadi tiga rentang frekuensi, yaitu infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik. Bunyi infrasonik memiliki frekuensi kurang dari 20 Hz. Bunyi infrasonik hanya mampu didengar oleh hewan-hewan tertentu seperti jangkrik dan anjing. Kemudian, bunyi yang memiliki frekuensi dalam rentang 20-20.000 Hz termasuk bunyi audiosonik. Pada frekuensi audiosonik inilah manusia dapat mendengar bunyi. Selanjutnya, bunyi

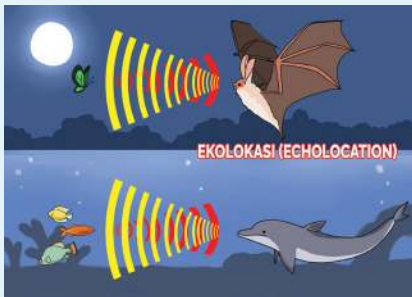
dengan frekuensi di atas 20.000 Hz disebut sebagai bunyi ultrasonik. Kelelawar, lumba-lumba, dan anjing adalah contoh hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik.



Fakta Sains

Hewan Ecolocation

Seperti yang kita ketahui, ada hewan-hewan yang seolah dapat melihat dalam gelap. Contohnya kelelawar dan ikan lumba-lumba. Kelelawar dapat menangkap mangsa dalam gelap dan ikan lumba-lumba dapat berenang di laut dalam yang gelap. Lihat Gambar 4.6. Alasan mendasar mengapa kedua hewan tersebut seolah dapat melihat dalam gelap adalah kemampuan ekolokasi. Ekolokasi terdiri dari kata echo yang artinya gema dan location yang artinya lokasi. Ekolokasi terjadi ketika hewan menggunakan gema untuk mengenali lokasi suatu benda atau mangsa. Kelelawar dapat



Gambar 4.6 Kelelawar dan lumba-lumba termasuk hewan yang memiliki kemampuan ekolokasi.

mengeluarkan suara dengan frekuensi ultrasonik di atas 20 kHz, suara itu akan dipantulkan kembali setelah mengenai suatu objek. Suara yang dipantulkan itu dapat didengar oleh kelelawar sehingga kelelawar dapat mendeteksi di mana objek tersebut. Persis ketika berteriak di antara gedung tinggi atau di ruang kosong, maka akan terdengar pantulan suara atau gema dari teriakan kita.



Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Dapatkah kamu menuliskan contoh gelombang transversal lainnya!
2. Buatlah grafik hasil percobaan pada Aktivitas 4.3 hubungan antara panjang sedotan dan suara yang dikeluarkan!

C. Cahaya dan Alat Optik

Pernahkah kamu berpikir tentang cahaya bintang yang sampai ke mata? Cobalah kamu ingat-ingat saat menatap langit malam hari yang cerah. Banyak sekali bintang-bintang yang berkilauan memancarkan sinar, bukan? Mengapa bintang-bintang itu tampak kecil serupa titik-titik yang menyala? Jika jarak bintang begitu jauh, mengapa sinarnya bisa sampai ke mata kita ya? Carilah jawaban-jawabannya dengan mempelajari Bab Cahaya dan Alat Optik ini dengan antusias.

1. Sifat-sifat Cahaya

Bintang-bintang yang bertaburan di malam hari yang cerah sesungguhnya memancarkan sinar yang bersumber dari bintang itu sendiri, bukan hasil dari pantulan. Bintang-bintang tersebut seperti halnya matahari yang memancarkan cahaya sendiri dari tubuhnya. Berdasarkan sumber cahaya, semua benda dapat dibagi menjadi dua; Benda yang mampu memancarkan cahaya sendiri. Kedua, yang tidak dapat memancarkan cahaya sendiri atau akibat proses pemantulan cahaya. Dapatkan kamu mengelompokkan benda-benda yang dapat memancarkan cahaya sendiri dan tidak? Apakah bulan yang tampak di malam hari adalah benda langit yang dapat memancarkan cahaya?

Saat kamu sedang perhatikan bintang di langit yang berkerlip terang,

Kamu dapat melakukan Aktivitas 4.4 sederhana berikut!



Percobaan Aktivitas 4.4

Ayo intip bintangnya!

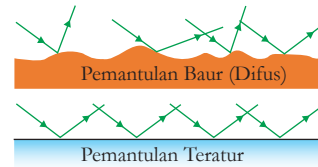
Kamu akan mencoba untuk mengintip kerlip bintang dengan salah satu mata. Carilah dua lembar kertas yang tebal dengan ukuran kurang lebih 20 x 20 cm. Buatlah satu buah lubang pada masing-masing kertas dengan ukuran kira-kira sebesar diameter pensil. Pilihlah beberapa kelompok kecil bintang – bintang di langit yang dapat dilihat melalui lubang salah satu kertas. Lanjutkan dengan mensejajarkan lubang kertas pada jarak satu jengkal sehingga kumpulan bintang tersebut tetap terlihat jelas. Apakah kamu melihat sinar bintang yang sama terang pada dua penghalang kertas? Kemudian geser sedikit kertas yang paling dekat dengan mata sehingga dua lubang kertas menjadi tidak sejajar! Apakah kamu masih dapat melihat sinar bintang yang diamati tadi? Jika tidak mengapa bisa terjadi demikian? Dapatkah kamu menyimpulkannya?

(Catatan: Jika kamu tidak mendapatkan bintang di langit pada malam hari, kamu dapat menggunakan nyala api lilin sebagai sumber cahaya)

Percobaan yang telah kamu lakukan di atas menunjukkan bahwa cahaya yang dipancarkan bintang tersebut merambat lurus hingga mencapai mata saat melihatnya. Meski kamu berubah posisi dalam melihat, kerlip bintang akan tetap terlihat sama terang dengan frekuensi kerlip yang sama, selama tidak ada yang menghalangi sinarnya. Hal tersebut menunjukkan salah satu sifat cahaya yaitu merambat lurus.

Saat kamu keluar melihat kerlip bintang di langit bawalah satu buah cermin berukuran kecil dan satu lembar kertas putih. Cobalah kamu arahkan cermin sedemikian rupa sehingga kamu bisa melihat bintang yang bersinar terang berada di dalam cermin. Mengapa bisa terjadi demikian? Kemudian gantilah cermin dengan selembar kertas putih atau benda apa pun di sekitar kamu? Apakah kamu masih dapat melihat bintang pada kertas/benda tersebut? Mengapa demikian?

Salah satu sifat cahaya lainnya yaitu cahaya dapat dipantulkan jika menumbuk suatu permukaan bidang benda. Pemantulan cahaya yang terjadi dapat berupa pemantulan baur/tidak teratur dan pemantulan teratur. Pemantulan baur dapat terjadi jika cahaya yang dipantulkan oleh bidang yang tidak rata/tidak halus, seperti kertas, aspal, dan tembok. Sedangkan, pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang rata dan licin seperti cermin datar yang kamu gunakan saat melihat bintang tadi. Pada pemantulan baur dan pemantulan teratur, sudut pantulan cahaya besarnya selalu sama dengan sudut dari mana datangnya cahaya (perhatikan Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Pemantulan baur dan pemantulan teratur

Kemudian, kita akan menyelidiki sifat lainnya yang dimiliki oleh cahaya. Apakah di dekat sekolah/ rumah tempat tinggalmu masih ada sebuah sungai yang airnya bersih dan jernih? Apakah masih terlihat batu-batu berukuran sedang dan kecil yang berada di dalam air? Jika iya, cobalah kamu ambil batu tersebut jika sungai/kali tidak terlalu dalam. Menurut kamu apakah sama jarak antara saat batu terlihat dari atas air dengan jarak sebenarnya saat kamu mengambilnya di dalam air? Jika tidak sama, mengapa bisa demikian?

Percobaan pada Aktivitas 4.5 akan membantu kamu dalam menemukan jawabannya.



Percobaan Aktivitas 4.5

Ayo lakukan Sulap Mematahkan Pensil!

Carilah sebuah gelas kaca berukuran sedang. Isilah dengan air minum sebanyak setengah gelas. Masukkan sebuah pensil ke dalam gelas tersebut. Lihatlah pensil dari bagian atas gelas. Apakah yang terjadi? Kemudian lihatlah dari sisi kanan dan kiri gelas. Tuliskanlah pengamatanmu!

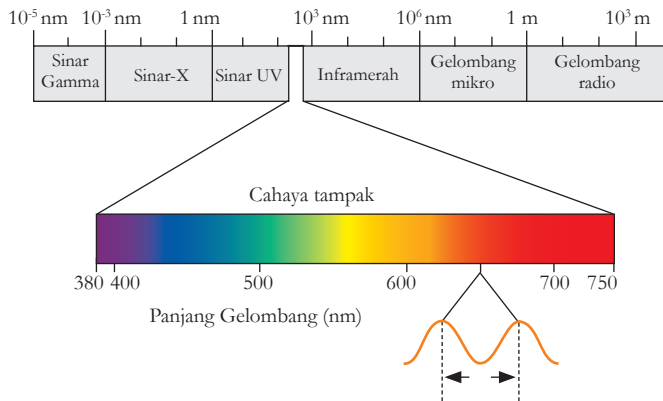
Fenomena yang kamu amati pada Aktivitas 4.5 adalah salah satu sifat lain yang dimiliki cahaya yaitu dapat dibiaskan. Dibiaskan bermakna bahwa perambatan cahaya dapat dibelokkan dari arah

sumber awal. Sifat pembiasan dapat terjadi ketika cahaya melalui dua medium yang memiliki kerapatan optik (atau biasa juga yang dikenal dengan istilah ‘indeks bias’) yang berbeda. Kecepatan cahaya akan menurun saat ia merambat dari medium dengan kerapatan rendah (seperti udara) ke medium yang lebih rapat (seperti air atau kaca). Semakin besar perubahan kecepatan cahaya saat melalui dua medium yang berbeda, akan semakin besar pula efek pembiasan yang terjadi. Namun, pembiasan tidak akan terjadi saat cahaya masuk dengan posisi tegak lurus bidang batas kedua medium. Mengapa demikian? Tuliskanlah hasil analisis kamu!

Pernahkah kamu berpikir bahwa bagaimana cahaya bintang di langit malam yang cerah bisa sampai ke bumi. Bukankah jarak bintang-bintang tersebut begitu jauh? Bagaimana cahaya bintang-bintang itu merambat/menjalur hingga bumi? Apakah memerlukan medium untuk merambat? Apakah kekuatan sinarnya akan berkurang?

Cahaya bintang yang kamu lihat pada malam hari bukanlah cahaya yang dipancarkan pada hari saat sinar bintang tersebut terlihat. Cahaya yang dipancarkan bintang tersebut adalah pancaran yang jutaan tahun sebelumnya sudah dihasilkan oleh bintang tersebut. Cahayanya menjalar lurus ke segala arah menembus ruang waktu karena salah satu sifat cahaya lainnya adalah cahaya termasuk gelombang elektromagnetik. Artinya perambatan cahaya tidak memerlukan medium seperti halnya gelombang tali atau gelombang suara. Kekuatan cahaya dapat berkurang semenjak ia dipancarkan oleh bintang sebagai sumber cahaya. Mengapa? Karena saat menjalar cahaya bintang membawa energi gelombang elektromagnetik yang dapat berkurang selama perjalanan. Meski hanya sedikit sekali. Kira-kira apa yang menyebabkan energi gelombang elektromagnetik cahaya bintang berkurang menurut kamu?

Dapatkan kamu menyebutkan contoh-contoh gelombang elektromagnetik di dalam kehidupan sehari-hari?



Gambar 4.8 Pembagian Gelombang Elektromagnetik berdasarkan panjang gelombangnya dalam satuan nanometer ($1/1.000.000.000$ m).

Pada gambar 4.8 dapatkan kamu menunjukkan manakah gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang paling kecil? Taukah kamu apa manfaatnya? Kemudian, gelombang elektromagnetik cahaya tampak (mejikuhibiniu) memiliki panjang gelombang di pertengahan. Cahaya tampak inilah yang termasuk gelombang elektromagnetik yang dapat kita lihat melalui mata telanjang, seperti cahaya pelangi. Mengapa bisa demikian? Mengapa mata kita tidak dapat melihat gelombang radio?

2. Indera Penglihatan

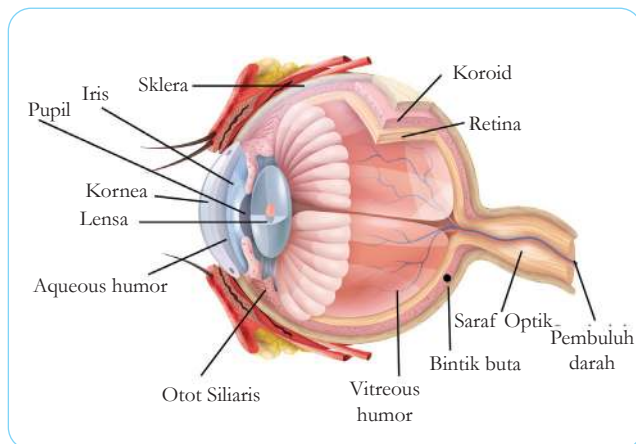
Tahukah kamu kenapa kita dapat melihat benda di siang hari? Dan mengapa tidak dapat melihat jelas di malam hari? Kenapa ada baju yang berwarna hijau, sedang baju yang lain berwarna merah? Mengapa bisa demikian? Dan kenapa ada orang yang tidak bisa mengenali warna hijau? Atau tidak dapat membedakan antara warna ungu dan warna biru? Semuanya berkaitan dengan indra penglihatan yang kita miliki sebagai manusia.

Secara prinsip kita dapat melihat benda yang berwarna-warni karena ada cahaya tampak yang diterima oleh mata kita. Cahaya tampak tersebut

mengenai benda dan terpantul hingga menuju mata. Warna-warna yang diterima oleh mata itulah yang memberikan kesan warna hijau, biru, dan seterusnya. Jika tidak ada sumber cahaya (gelap) yang memantul ke mata kita, maka kita tidak dapat melihat apa pun.

Warna-warna cahaya yang dapat dilihat oleh mata sangat bergantung pada panjang gelombang dari gelombang cahaya yang masuk ke mata. Misalkan seperti cahaya hijau yang memiliki panjang gelombang sekitar 500 nm (nanometer) akan dapat terlihat apabila benda-benda yang berwarna hijau menyerap semua spektrum cahaya selain panjang gelombang 500 nm. Jadi, kita dapat menyimpulkan bahwa sebuah benda hanya akan memantulkan spektrum cahaya yang warnanya sama persis dengan warna permukaan benda yang datang kepadanya, sehingga kita dapat melihat sesuai warna-warna benda tersebut.

Selain dari gelombang cahaya yang memantul ke mata, kita juga perlu memahami mata itu sendiri. Karena tanpa mata yang sehat, kita juga tidak dapat melihat benda-benda dengan berbagai warna di sekitar.



Gambar 4.9 Bagian-bagian mata

Sumber: shutterstock.com/macrovectur

Organ mata manusia sungguh merupakan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa. Mata diciptakan tersusun atas beberapa bagian yang saling melengkapi

dan masing-masing memiliki fungsi yang berbeda serta penting. Mata kita dibalut oleh tiga lapis jaringan yang memiliki fungsi dan ketebalan berbeda. Lapisan luar adalah lapisan sklera. lapisan sklera membentuk kornea. Kemudian, lapisan tengah disebut sebagai lapisan koroid, lapisan tersebut membentuk iris mata. Terakhir adalah lapisan ketiga yang disebut lapisan dalam atau retina mata. Untuk lebih jelasnya, perhatikanlah Gambar 4.9!

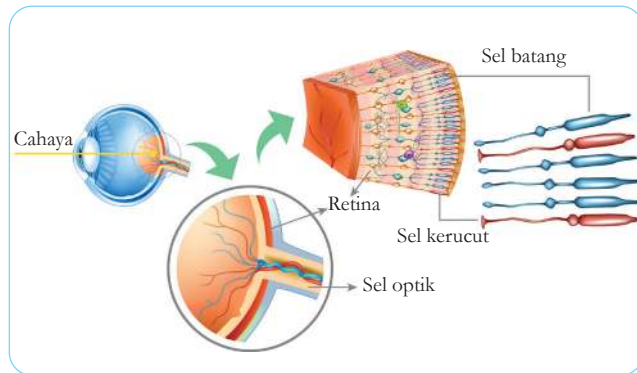
Sklera yang membentuk putih mata dan bersambung dengan bagian depan yang bening yang disebut kornea. Cahaya dari sumber masuk ke mata akan melalui kornea. Lapisan kornea mata terluar bersifat kuat dan tembus cahaya. Kornea memiliki fungsi melindungi bagian yang sensitif yang berada di belakangnya dan membantu memfokuskan bayangan pada retina. Setelah melewati kornea, selanjutnya cahaya akan dibawa menuju pupil. Pupil adalah bagian berwarna hitam yang merupakan jalan masuk cahaya ke dalam mata. Pupil dikelilingi oleh iris. Sekarang kamu mengetahui bahwa warna mata sebenarnya adalah warna iris. Setelah melewati pupil, cahaya bergerak merambat menuju lensa. Lensa mata bersifat fleksibel. Otot siliar yang ada dalam mata akan membantu mengubah kecembungan lensa mata kamu.

Cahaya akan melewati lensa kemudian akan membentuk bayangan yang jatuh tepat di retina. Retina merupakan sel yang sensitif terhadap cahaya matahari atau saraf penerima rangsang sinar (fotoreseptor). Retina terdiri atas dua macam sel fotoreseptor, yaitu sel batang dan sel kerucut. Sel kerucut menjadikan kamu melihat berbagai warna. Sel batang akan menunjukkan responsnya ketika berada di tempat yang redup. Cacat/kekurangan pada sel kerucut, berpengaruh terhadap kemampuan seseorang dalam membedakan warna, atau dikenal sebagai buta warna.

3. Alat Optik

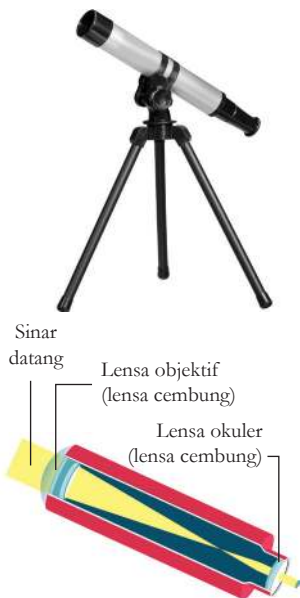
Gambar 4.10 Sel kerucut dan sel batang pada retina mata.

Sumber: shutterstock.com/Sakurra



Mata manusia memiliki keterbatasan, untuk kemaslahatan kehidupannya maka manusia menciptakan alat-alat yang membantu dalam penglihatan.

Alat bantu penglihatan atau yang dikenal sebagai alat optik untuk melihat benda-benda jauh seperti bintang, dikenal sebagai teleskop. Teleskop adalah alat optik yang dapat membuat benda-benda yang berada pada tempat yang sangat jauh menjadi lebih jelas terlihat. Perhatikan Gambar 4.11! Teleskop sederhana merupakan kombinasi antara dua lensa cembung yang terletak pada bagian dalam badan teropong. Lensa yang lebih besar disebut sebagai lensa objektif, sedangkan yang lebih kecil adalah lensa okuler (lensa yang berada di dekat mata). Lensa objektif membentuk sebuah bayangan dan kemudian bayangan tersebut akan diperbesar oleh lensa okuler.



Gambar 4.11 Teknologi Teleskop

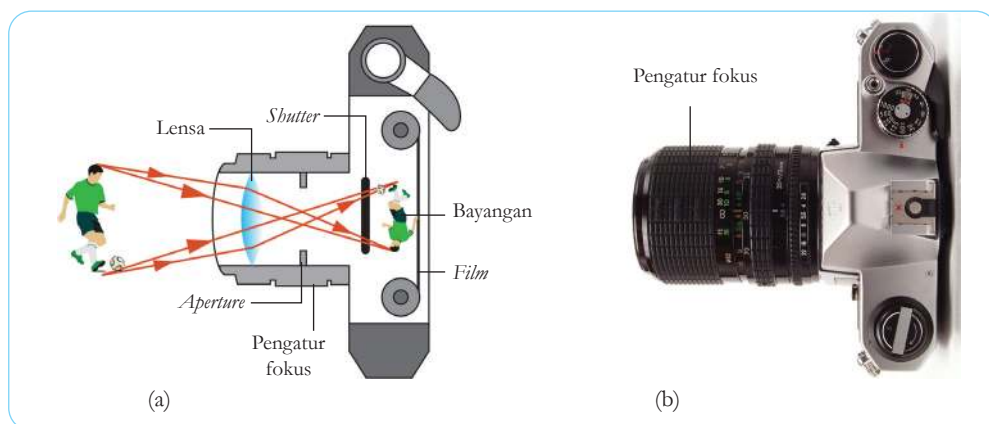


Gambar 4.12 Teleskop NASA bernama Teleskop Hubble yang dapat melihat Galaksi di Alam Semesta.

Sumber: shutterstock.com/Juergen Faelchle

Saat sedang meneropong benda langit seperti bintang, atau galaksi, kita memerlukan perbesaran teropong yang lebih tinggi. Untuk jarak-jarak dalam rasio juta tahun cahaya maka teleskop pun harus berukuran besar seperti yang dimiliki lembaga Antariksa Amerika Serikat NASA (lihat Gambar 4.12). Teleskop tersebut memiliki kemampuan untuk melihat galaksi Andromeda dengan lebih jelas. Menariknya, teleskop tersebut mengorbit di luar angkasa.

Kemudian, tahukah kamu? Bagaimana foto galaksi Andromeda pada bagian awal buku ini dapat direkam? Ya, benar. Kita memerlukan teknologi optik yang lain, yaitu kamera. Pada prinsipnya, kamera bekerja seperti halnya mata kita. Kamera membutuhkan pantulan cahaya yang masuk ke dalam sistem lensanya. Gambar yang ditangkap kemudian direkam dalam medium yang sensitif terhadap cahaya (lihat Gambar 4.13). Kalau dahulu kita mengenalnya roll film, namun saat ini gambar-gambar yang ditangkap lensa kamera telah dapat dikonversi menjadi data digital sehingga dapat langsung ditampilkan pada layar LCD yang ditempelkan pada kamera tersebut. Untuk dapat merekam gambar Galaksi Andromeda, kamera digital memerlukan bantuan teropong sebagai alat untuk menangkap pantulan cahaya yang berjarak jauh. Jadi kamera perlu dikombinasikan dengan teropong yang memiliki lensa dengan perbesaran yang cukup.



Gambar 4.13 Pembentukan bayangan pada kamera manual.

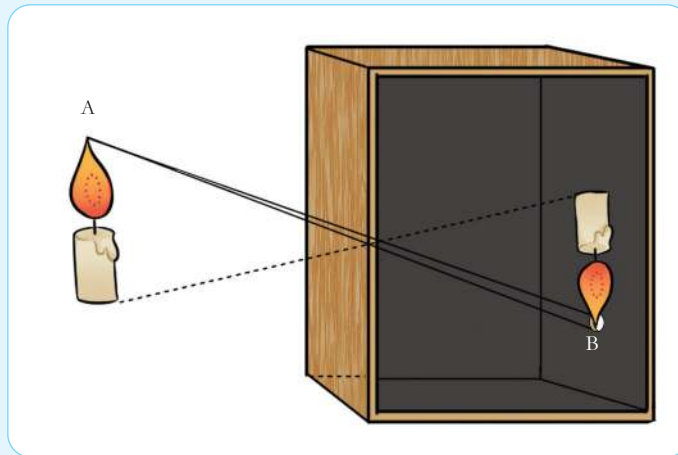
Sumber: commons.wikimedia.org/Martin Taylor (2005)

Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Dapatkah kamu menyebutkan sifat-sifat cahaya dan cara membuktikannya!
2. Jelaskanlah bagaimana proses melihat dan merekam gambar Galaksi Andromeda yang terdapat pada bagian depan bab ini!

Review Bab

Carilah informasi sejarah dan cara membuat kamera Obscura secara sederhana. Gunakan bahan-bahan yang dapat diperoleh dengan mudah. Kamu juga dapat menggunakan berbagai media layar untuk mendapatkan pantulan gambar yang diinginkan. Misalkan tembok kamar kamu, atau layar dari kain. Gambar 4.14 adalah contoh kamera Obscura sederhana. Tuliskan semua tahapan dalam membuat kamera obscura dengan hasil gambar pantulan yang baik pada selembar kertas! Tuliskan temuan yang kamu dapatkan atau kendala yang kamu hadapi saat membuatnya, dan solusi yang kamu berikan! Selamat mencoba dan berkreasi!



Gambar 4.14 Kamera Obscura sederhana dengan bahan-bahan berupa kotak kayu, lilin, dan sebuah lubang.