

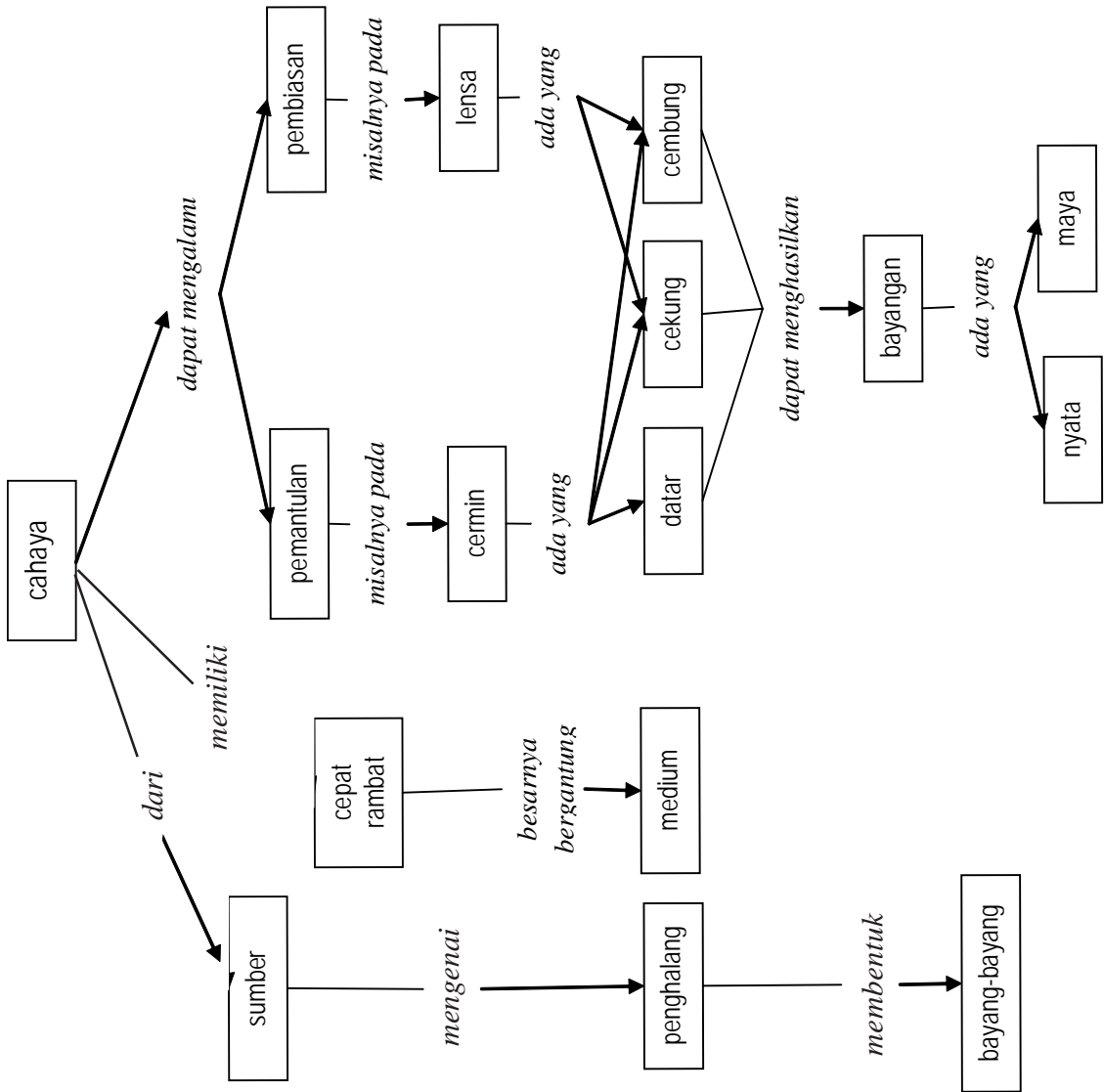
# BAB 11

## Cahaya dan Alat Optik

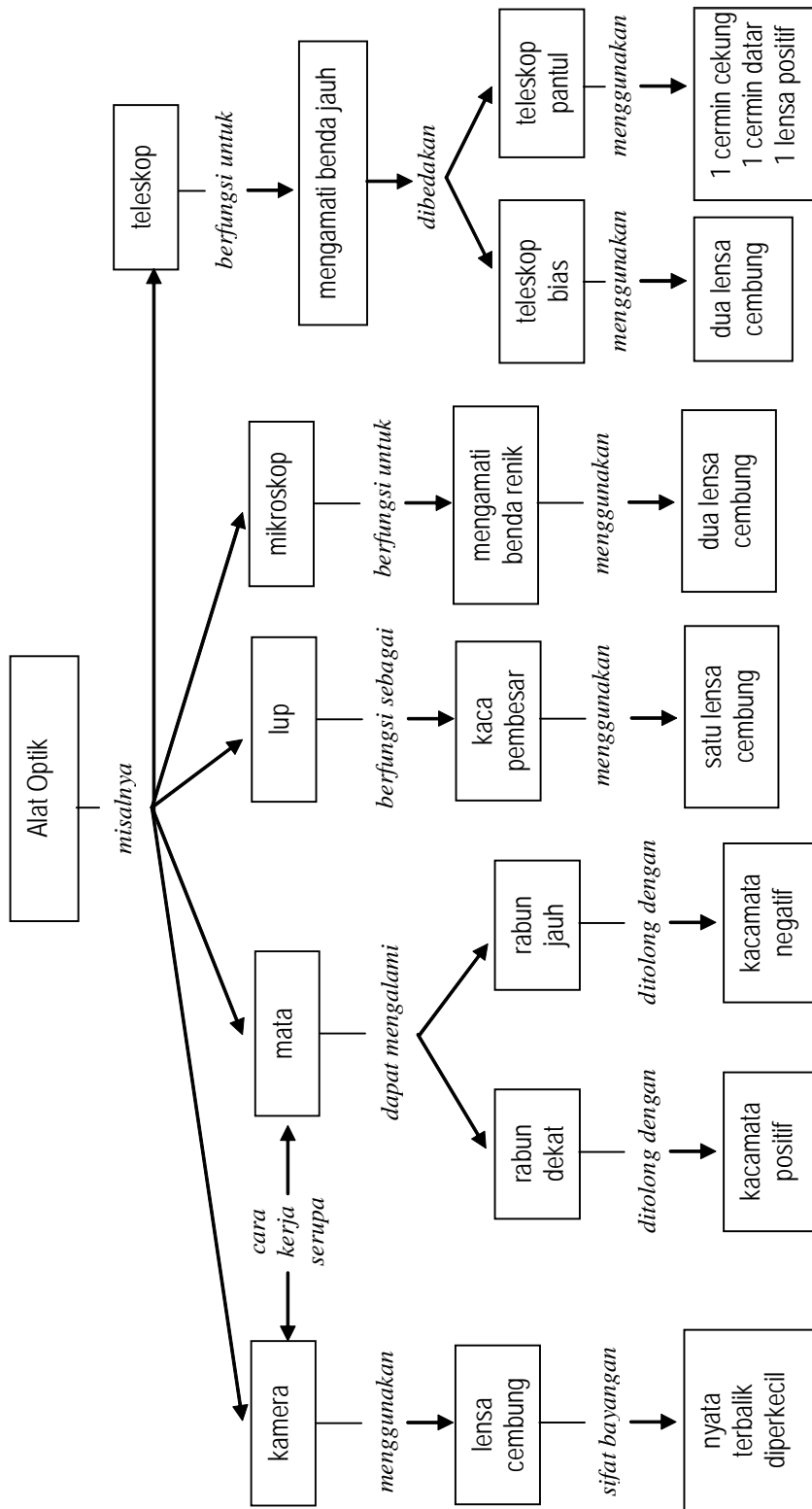
- A. Sifat-Sifat Cahaya
- B. Cermin dan Lensa
- C. Alat-Alat Optik



Peta Konsep Cahaya k



Peta Konsep Alat Optik



Cahaya dapat kita temui dimana-mana. Tetapi apakah cahaya itu? Cahaya menunjukkan beberapa sifat tertentu yang mirip dengan sifat gelombang. Cahaya memantul dengan cara yang sama seperti gelombang memantul. Pada bab ini kamu juga akan mengamati beberapa sifat lain gelombang yang dimiliki cahaya, misalnya pembiasan dan dispersi. Kamu juga akan mempelajari bagaimana mekanisme pemantulan cahaya pada cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung. Selain itu, kamu juga akan mempelajari bagaimanakah pembentukan bayangan karena pembiasan cahaya pada lensa cekung dan lensa cembung. Kamu diharapkan dapat memanfaatkan berbagai aturan pemantulan dan pembiasan cahaya dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, fenomena pemantulan dan pembiasan ini bermanfaat untuk merancang alat-alat optik, misalnya pada lup, kamera, mikroskop, dan teropong.

## Kegiatan Penyelidikan



### Mengamati Warna Cahaya

Pada bagian ini kalian akan mempelajari bagaimana cahaya dapat dipecah. Untuk itu kamu dapat menggunakan *compact disc* (CD).

1. Arahkan bagian CD yang tidak tertutup label ke suatu sumber cahaya. Kalian dapat menggunakan lampu atau matahari
2. Amati pola-pola warna yang dipantulkan oleh bagian CD tersebut



## Jurnal IPA

Diskusikan dengan temanmu munculnya pola pola warna pada permukaan CD



Amatilah alam sekitarmu. Langit cerah berwarna biru, sawah hijau kekuning-kuningan, serta bunga beraneka warna. Tahukah kamu, bahwa kamu dapat melihat semua itu karena adanya sesuatu di alam ini yang disebut cahaya.

Mungkin pernah terjadi suatu malam lampu di rumahmu padam. Dapatkah kamu melihat benda-benda di sekitarmu? Apa yang harus kamu lakukan agar benda-benda di sekitarmu itu dapat terlihat kembali? Lakukan kegiatan dalam **Lab Mini 11.1** untuk menyelidiki apa yang terjadi pada dirimu jika tidak ada cahaya yang dapat ditangkap oleh matamu.

**Kata-kata IPA**  
cahaya  
bayang-bayang  
pemantulan  
pembiasan  
indeks bias  
dispersi cahaya



## Lab Mini 11.1

### Akan Seperti Apakah Jadinya?

*Apa yang terjadi seandainya kamu tidak dapat melihat? Kegiatan ini akan memberimu pengalaman seperti apakah jadinya seandainya kamu tidak dapat melihat.*

1. Dengan dibantu teman pasanganmu, tutuplah matamu dengan kain.
2. Mintalah temanmu untuk menuntunmu berkeliling ruangan kelas sehingga kamu tidak menabrak benda. Ingatlah untuk berkonsentrasi kemana kamu melangkah.

### Analisis

Dalam Jurnal IPA-mu tuliskan sebuah paragraf tentang segala sesuatu yang kamu rasakan dan alami pada saat matamu ditutup rapat.



Sumber: Dok. Penulis

Sudah sejak lama manusia menemukan bahwa api dapat menghasilkan cahaya. Selanjutnya ditemukan obor, lilin, lampu minyak, sampai lampu listrik. Kita bahkan menggunakan baterai untuk menyimpan energi yang dapat menghasilkan cahaya pada lampu senter.

Alami atau buatan, cahaya mungkin merupakan suatu misteri bagimu. Kamu tidak dapat memegang cahaya. Cahaya tidak mempunyai wujud, namun cahaya ada di sekitarmu.

Kamu mungkin mengira tidak tahu banyak tentang cahaya. Itu tidak sepenuhnya benar. Sebab cahaya memiliki beberapa sifat yang serupa dengan bunyi. Pada saat kamu mempelajari cahaya, perhatikan persamaan dan perbedaan antara cahaya dan bunyi. Sekarang, marilah kita pelajari sifat-sifat cahaya itu.

## Cahaya Merambat Lurus

Dari sebuah sumber cahaya, seperti ditunjukkan **Gambar 11.1** cahaya merambat ke semua arah. Apabila medium yang dilalui cahaya itu serba sama, bagaimanakah rambatan cahaya itu? Untuk menyelidiki bagaimana cahaya merambat, lakukan kegiatan dalam **Lab Mini 11.2** seperti ditunjukkan **Gambar 11.2**.

Pernahkah kamu merasa takut dengan bayang-bayangmu sendiri? Pernahkah kamu membuat bayang-bayang di dinding dengan tanganmu? Mengapa bayang-bayang dapat terbentuk?

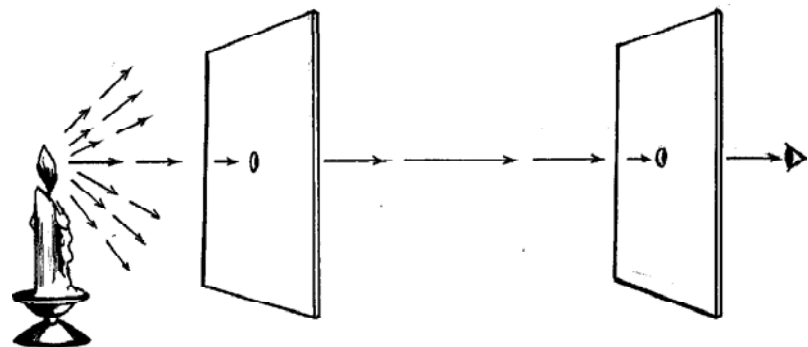
Bayang-bayang terjadi sebagai akibat cahaya merambat pada garis lurus. Hal ini tidak sulit untuk dipahami. Jika kamu menyalakan lampu senter dalam ruangan yang gelap,



Sumber: Bakalian et al., 1994.

**Gambar 11.1**

Sumber cahaya memancarkan cahaya ke segala arah.



**Gambar 11.2**

Cahaya lilin hanya akan terlihat apabila nyala lilin, kedua lubang pada kertas, dan mata berada pada satu garis lurus.

Sumber: Dok. Penulis



## Lab Mini 11.2

### Bagaimana cahaya merambat?

#### Prosedur

1. Ambil sebuah lilin dan nyalakan lilin itu. Ambil pula dua lembar kertas karton.
2. Buatlah sebuah lubang kecil pada masing-masing karton itu. Kemudian lihatlah nyala lilin itu melalui kedua lubang karton.

#### Analisis

1. Apa yang harus kamu lakukan agar usahamu berhasil?
2. Berupa apakah lintasan



Sumber: Dok. Penulis.

kamu melihat suatu berkas cahaya lurus. Jika sebuah benda memasuki berkas tersebut, maka benda tersebut menghalangi sebagian cahaya tersebut dan dihasilkan sebuah bayang-bayang. Cahaya tidak membelok di sekitar benda tersebut.

**Bayang-bayang** merupakan suatu daerah gelap yang terbentuk pada saat sebuah benda menghalangi cahaya yang mengenai suatu permukaan. Kamu dapat melihatnya pada **Gambar 11.3**. Jika sumber cahaya cukup besar, bayang-bayang sering terdiri dari dua bagian. Apabila cahaya tersebut terhalang seluruhnya, terbentuklah **umbra**, yaitu bagian pertama bayang-bayang yang sangat gelap. Daerah di luar umbra menerima sebagian cahaya, terbentuklah **penumbra**, yaitu bagian kedua bayang-bayang yang terletak di luar umbra dan tampak berwarna abu-abu kabur, seperti **Gambar 11.4**.

**Gambar 11.3**

Keberadaan bayang-bayang merupakan bukti bahwa cahaya merambat lurus.



## Lab Mini 11.3

### Bayang-bayang

#### Prosedur

1. Dengan cahaya matahari atau sumber cahaya lain di belakangmu, amati bayang-bayangmu atau bayang-bayang benda lain.
2. Identifikasilah umbra dan penumbranya.

#### Analisis

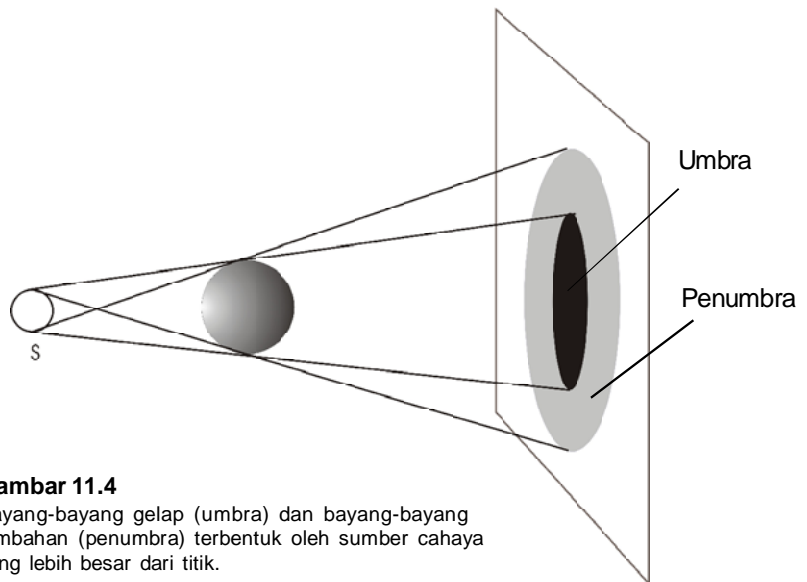
1. Apakah akan terjadi perubahan bayang-bayang apabila jenis sumber cahaya berubah?



Sumber: McLaughlin & Thonson, 1997

#### Gambar 11.5

Melihat bayanganmu sendiri di cermin merupakan contoh pemantulan cahaya. Berapa kali cahaya dipantulkan ketika kamu menggunakan cermin?



**Gambar 11.4**

Bayang-bayang gelap (umbra) dan bayang-bayang tambahan (penumbra) terbentuk oleh sumber cahaya yang lebih besar dari titik.

Sumber: Dok. Penulis

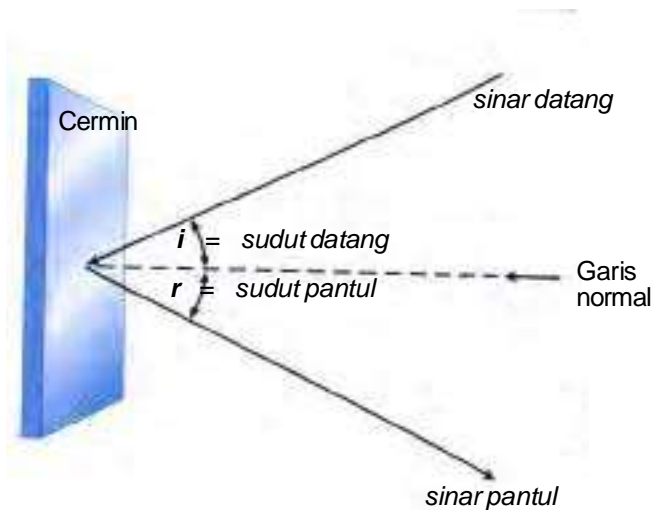
## Pemantulan Cahaya

Sesaat sebelum kamu berangkat sekolah, kamu mungkin menyempatkan bercermin sejenak untuk melihat penampilanmu. Agar kamu dapat melihat bayanganmu di cermin, cahaya harus terpantul darimu, mengenai cermin, dan dipantulkan kembali oleh cermin ke dalam matamu. Pemantulan cahaya terjadi ketika cahaya mengenai suatu benda dan dipantulkan oleh benda tersebut. **Gambar 11.5** menunjukkan sebuah contoh pemantulan. Lakukan kegiatan Lab. Mini 11.3.

### Hukum Pemantulan

Perhatikan **Gambar 11.6**. Berkas sinar yang mengenai cermin disebut sinar datang. Sedangkan berkas sinar yang meninggalkan cermin disebut sinar pantul. Sebuah garis putus-putus yang digambar tegak lurus permukaan cermin disebut garis normal. Sudut yang dibentuk oleh sinar datang dan garis normal disebut sudut datang, yang dilambangkan dengan  $i$ . Sedangkan sudut yang dibentuk oleh sinar pantul dan garis normal disebut sudut pantul, yang dilambangkan dengan  $r$ .

Hukum pemantulan menyatakan bahwa *sudut datang sama dengan sudut pantul*. Setiap cahaya yang dipantulkan, apakah dipantulkan dari sebuah cermin, aluminium foil, atau bulan mengikuti hukum pemantulan tersebut.



**Gambar 11.6**

Setiap cahaya yang dipantulkan oleh benda mengikuti hukum pemantulan.

## Jenis Pemantulan

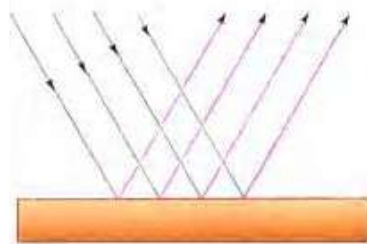
Mengapa kamu dapat melihat pantulanmu atau bayanganmu pada cermin? Mengapa kamu tidak dapat melihat pantulanmu atau bayanganmu pada dinding? Pada kedua kasus tersebut cahaya dipantulkan dari suatu permukaan. Jawabannya terletak pada bagaimana cahaya itu dipantulkan. **Jenis permukaan yang dikenai cahaya menentukan jenis pemantulan yang dihasilkan.**

Cermin mempunyai permukaan halus. Semua sinar yang mencapai permukaan cermin datang dengan sudut yang sama sehingga sinar itu juga dipantulkan pada sudut yang sama. Jenis pemantulan ini disebut **pemantulan teratur**. Ini serupa dengan bola yang memantul dari lantai datar, ditunjukkan **Gambar 11.7**

Permukaan suatu dinding tidak benar-benar halus. Ini mungkin mengherankan kamu karena boleh jadi kamu berpikir bahwa kebanyakan dinding memiliki permukaan halus. Jika kamu memperbesar permukaan suatu dinding, kamu akan melihat bahwa permukaan itu kasar dan tidak teratur.

Karena permukaan dinding tidak halus, tiap-tiap sinar mencapai permukaan tersebut dengan sudut berbeda. Tiap-tiap sinar masih mematuhi hukum pemantulan. Sehingga, tiap-tiap sinar tersebut dipantulkan pada sudut yang berbeda. Jadi cahaya yang dipantulkan itu dihamburkan ke segala arah. Cahaya yang dipantulkan yang tersebar ke banyak arah yang berbeda dikarenakan suatu permukaan tidak teratur disebut pemantulan baur. **Gambar 11.8** memperlihatkan pemantulan baur.

Pemantulan teratur



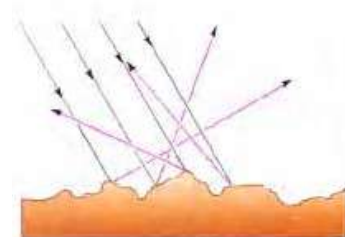
Permukaan halus

Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 11.7**

Jalan sinar pada pemantulan teratur.

Pemantulan baur



Permukaan tidak teratur

Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 11.8**

Jalan sinar pada pemantulan baur.



Bakalian et al., 1994.

**Gambar 11.9**

Pemantulan dari permukaan air yang halus menghasilkan bayangan burung yang jelas. Jenis pemantulan apakah yang dihasilkan ketika cahaya matahari mengenai gorilla di atas?



### Lab Mini 11.4

#### Penampakan Uang Logam Prosedur

1. Letakkan uang logam pada dasar cangkir tidak tembus cahaya.
2. Melangkahlah mundur sampai titik tepat uang logam itu tidak tampak.
3. Mintalah temanmu menuangkan air pelan-pelan ke dalam gelas.

#### Analisis

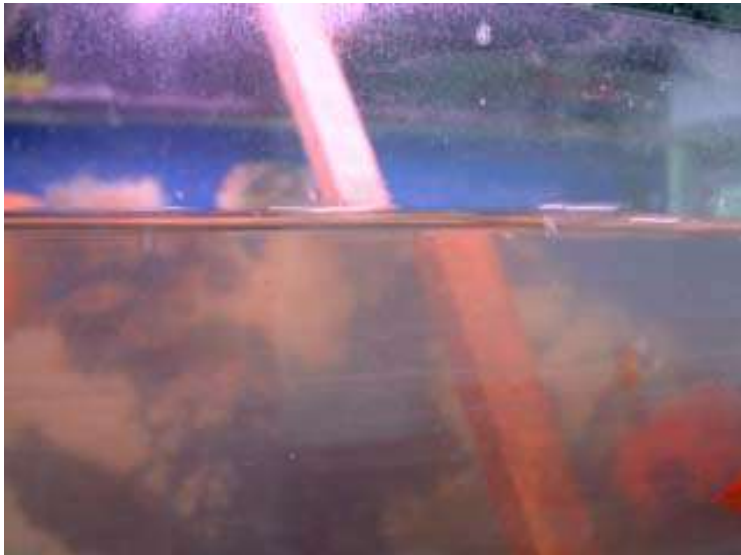
1. Apa yang kamu amati? Jelaskan mengapa ini dapat terjadi.
2. Lukislah lintasan cahaya dari uang logam ke matamu setelah air dituangkan ke dalam cangkir.

Meskipun pemantulan baur tidak dikehendaki untuk melihat bayanganmu, pemantulan baur itu penting. Seandainya sinar matahari tidak dihamburkan ke segala arah oleh permukaan tidak rata dan partikel-partikel debu di udara, kamu hanya akan dapat melihat benda-benda yang terkena sinar matahari langsung. Segala sesuatu yang terlindung di bawah pohon atau berada di dalam rumah akan tidak terlihat karena berada dalam tempat gelap gulita. Di samping itu, cahaya sinar matahari akan begitu kuat sehingga kamu akan mengalami kesulitan dalam penglihatan. Kamu akan sulit melihat gorilla dalam **Gambar 11.9**.

## Pembiasan Cahaya

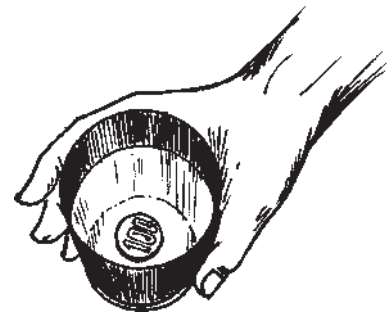
Gelombang-gelombang cahaya normalnya merambat dalam garis lurus. Apabila gelombang-gelombang cahaya itu bergerak dari satu jenis zat ke jenis zat yang lain, seperti dari udara ke air, kecepatan gelombang cahaya itu berubah. Bagaimana arah rambat cahaya, apabila cahaya merambat dari satu jenis zat ke jenis zat lain, seperti dari udara menuju ke air?

Kamu akan mendapatkan keanehan jika melakukan kegiatan dalam **Lab Mini 11.4**, seperti yang ditunjukkan **Gambar 11.10**. Cahaya di dalam gelas terisi air dan uang logam pada Lab Mini 11.4 mengalami pembelokan.



**Gambar 11.11**  
Pembiasan menyebabkan tongkat di dalam akuarium itu kelihatan patah. *Mengapa hal ini terjadi?*

Sumber: Dok. Penulis



Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 11.10**  
Uang logam yang mula-mula tidak tampak, setelah gelas diisi air, uang logam itu menjadi tampak.

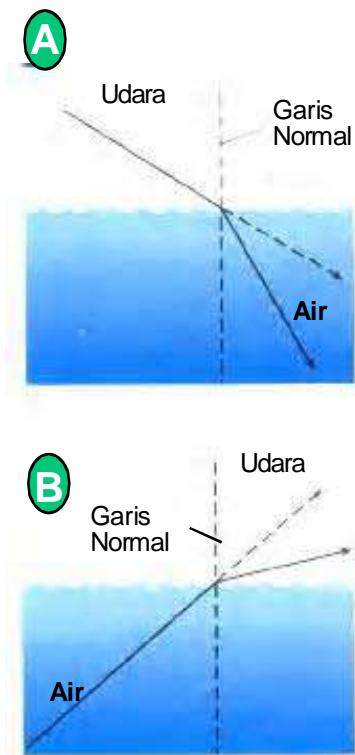
Pembelokan ini disebabkan cahaya itu merambat melewati zat-zat yang berbeda dan berubah kelajuannya. Pembelokan cahaya itu disebut pembiasan cahaya. **Pembiasan cahaya** adalah pembelokan gelombang cahaya yang disebabkan oleh suatu perubahan dalam kelajuan gelombang cahaya pada saat gelombang cahaya tersebut merambat dari satu zat ke zat lainnya.

Mengapa kamu dapat melihat kembali uang logam pada kegiatan dalam Lab Mini 11.3 setelah air dituangkan ke dalam gelas? Cahaya yang berasal dari uang logam berubah arah ketika cahaya itu merambat menuju matamu. Cahaya itu dibelokkan ketika cahaya itu melewati air menuju udara. **Gambar 11.11** menunjukkan suatu contoh pembiasan. Karena pembiasan, sebuah tongkat kelihatan bengkok atau patah ketika dicelupkan ke dalam air. Pembiasan juga menyebabkan ikan di dalam akuarium,



Sumber: Awater et al., 1995.

**Gambar 11.12**  
Cahaya dibiaskan pada saat melewati air menuju ke udara. *Dimanakah kedudukan ikan sebenarnya?*



Sumber: Dok. Penulis.

**Gambar 11.13**

Kelajuan cahaya menjadi lambat dan dibiaskan mendekati garis normal pada saat menuju medium lebih rapat (A). Kelajuan cahaya bertambah saat cahaya menuju ke medium kurang rapat dan dibiaskan menjauhi garis normal (B).

seperti ditunjukkan **Gambar 11.13** tampak lebih dekat ke permukaan. Demikian juga halnya uang logam, pada **Gambar 11.11**, akan tampak lebih terangkat atau lebih dekat ke permukaan sehingga terlihat oleh mata kamu.

**Gambar 11.13A** menunjukkan bahwa cahaya dibiaskan atau dibelokkan mendekati garis normal. Hal ini terjadi karena laju cahaya di air lebih kecil daripada laju cahaya di udara. Kelajuan cahaya akan berkurang ketika cahaya merambat dari medium kurang rapat menuju medium lebih rapat. Misalnya, dari udara menuju air.

**Gambar 11.13B** menunjukkan bahwa cahaya dibiaskan menjauhi garis normal. Hal ini terjadi karena laju cahaya di udara lebih besar daripada laju cahaya di air. Kelajuan cahaya akan bertambah jika cahaya merambat dari medium lebih rapat menuju medium kurang rapat. Misalnya, dari air menuju udara.

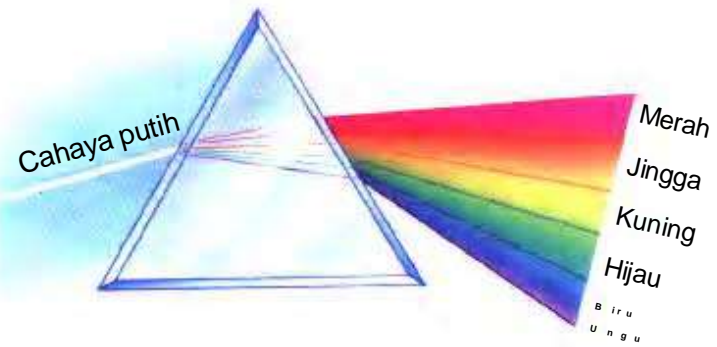
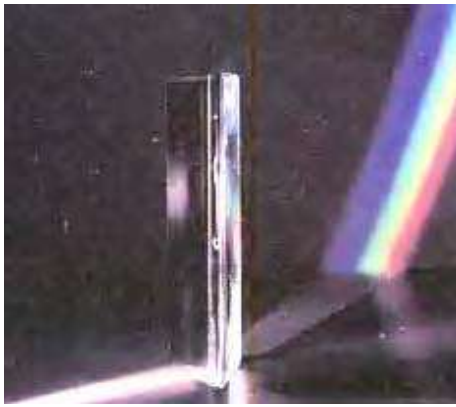
## Indeks Bias

Setiap medium mempunyai suatu indeks bias tertentu, yang merupakan suatu ukuran seberapa besar suatu bahan membiaskan cahaya. **Indeks bias** suatu zat adalah perbandingan kelajuan cahaya di udara dengan kelajuan cahaya di dalam zat tersebut. Kelajuan cahaya di udara selalu lebih besar daripada di dalam zat lain. Oleh karena itu, indeks bias zat selain udara selalu lebih besar daripada satu. Semakin besar indeks bias suatu zat, semakin besar cahaya dibelokkan oleh zat tersebut.

Besarnya pembiasan juga bergantung pada panjang gelombang cahaya. Dalam spektrum cahaya tampak, panjang gelombang cahaya bervariasi dari gelombang merah yang terpanjang sampai gelombang ungu yang terpendek.

## Dispersi Cahaya

Pernahkah kamu melihat pelangi di langit? Apakah warna-warna dalam pelangi tersebut? Bagaimanakah terjadinya warna-warna dalam pelangi itu? Jika kamu pernah melihat pelangi, berarti kamu pernah melihat suatu contoh peristiwa dispersi cahaya. **Dispersi cahaya** merupakan peristiwa terurainya cahaya putih menjadi warna-warna spektrum.



Sumber: cf. Bakalian et al., 1995.

**Gambar 11.14** menunjukkan apa yang terjadi ketika cahaya putih melalui sebuah prisma. Prisma segitiga membiaskan cahaya dua kali. Pertama, pada saat cahaya masuk ke dalam prisma dan kedua pada saat cahaya keluar dari prisma dan keluar ke udara. Oleh karena cahaya dengan panjang gelombang lebih pendek dibiaskan lebih besar daripada cahaya dengan panjang gelombang lebih panjang, maka warna ungu dibelokkan paling besar. Warna cahaya manakah yang kamu harapkan dibelokkan paling kecil? Sebagai hasil dari pembiasan yang berbeda-beda tersebut, warna-warna yang berbeda dipisahkan ketika warna-warna tersebut keluar dari prisma.

Apakah cahaya yang meninggalkan prisma mengingatkan kamu pada sebuah pelangi? Sama halnya dengan prisma, titik-titik hujan juga membiaskan cahaya. Pembiasan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda dapat menyebabkan cahaya putih dari matahari terurai menjadi warna-warna tunggal spektrum cahaya tampak.

Isac Newton mengemukakan bahwa sesungguhnya cahaya putih mengandung semua dari tujuh warna yang terdapat pada pelangi. Berdasarkan urutan penurunan panjang gelombang, maka warna-warna yang seharusnya kamu lihat pada pelangi adalah merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu.

**Gambar 11.14**

Cahaya putih diuraikan menjadi warna-warna pelangi pada saat cahaya putih melalui sebuah prisma.

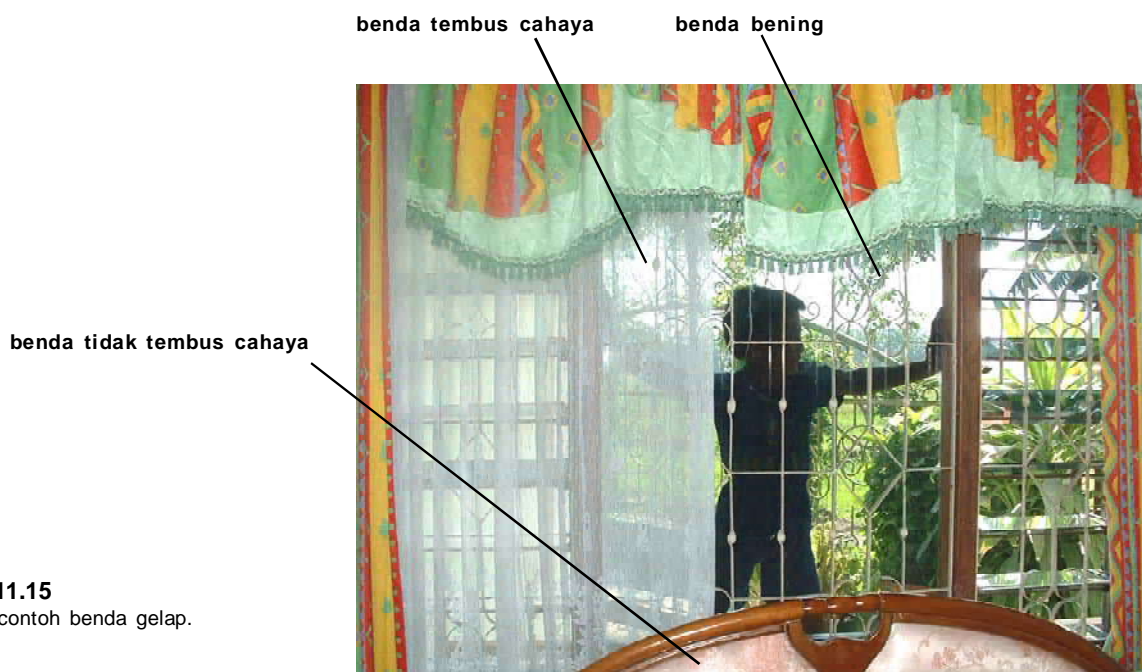
## Benda-benda Gelap

Tidak semua benda yang tampak oleh kita memancarkan cahaya sendiri. Benda-benda yang memancarkan cahaya sendiri disebut sumber cahaya. Sangat sedikit benda yang memancarkan cahaya sendiri. Dapatkah kamu menyebutkan beberapa contoh benda yang memancarkan cahaya sendiri?

Sebagian besar benda-benda yang terdapat di sekitar kita tidak memancarkan cahaya sendiri. Benda-benda yang tidak memancarkan cahaya sendiri disebut benda gelap. Pada **Gambar 11.15** ditunjukkan beberapa contoh benda gelap. Berdasarkan kemampuan suatu benda untuk dilewati cahaya, benda gelap dapat dibedakan menjadi benda tidak tembus cahaya, benda bening, dan benda tembus cahaya.

Benda-benda gelap yang menghalangi cahaya untuk melewatinya disebut *opaque* atau benda tidak tembus cahaya. Kayu, besi, dan sebagian besar bagian tubuhmu adalah *opaque*. Kayu, besi, dan sebagian besar tubuhmu itu memantulkan atau menyerap energi cahaya. Pada **Gambar 11.15**, tembok merupakan benda tidak tembus cahaya.

Benda-benda yang membiarkan cahaya melewatinya dengan mudah disebut *transparans* atau benda bening. Air, udara, dan beberapa jenis kaca meneruskan cahaya dan tidak menyerap cahaya. Pada **Gambar 11.15**, kaca merupakan benda bening.



**Gambar 11.15**  
Beberapa contoh benda gelap.

Sumber: Dok. Penulis

Benda-benda yang membiarkan sebagian cahaya melewatinya, namun menyebarkan sebagian cahaya lainnya disebut *translusens* atau benda tembus cahaya. Kain korden yang tipis, seperti yang terlihat pada **Gambar 11.15**, dan beberapa jenis plastik merupakan contoh-contoh benda tembus cahaya.

## Hukum Pembiasan

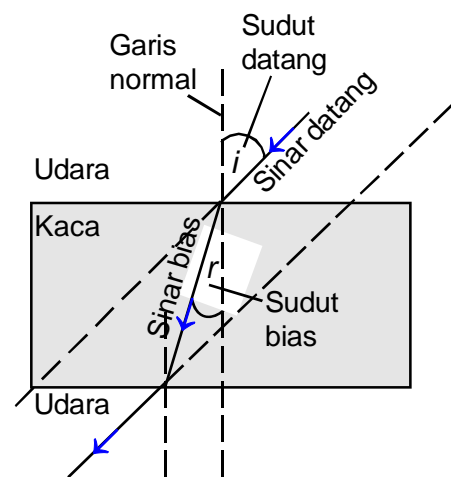
Tentunya kamu sudah dapat menyebutkan contoh kejadian sehari-hari yang dapat dijelaskan dengan konsep pembiasan. Dasar kolam tampak lebih dangkal dari sebenarnya, sebatang pensil yang dicelupkan ke dalam air tampak bengkok, merupakan contoh kejadian sehari-hari yang berkaitan dengan terjadinya pembiasan cahaya.

Untuk memahami tentang pembiasan cahaya, kamu dapat melakukan kegiatan seperti dalam **Gambar 11.16**. Seberkas cahaya (sinar laser/kotak cahaya) arahkan ke permukaan kaca planparalel (lihat **Gambar 11.16**). Lakukan juga untuk berbagai sudut datang.

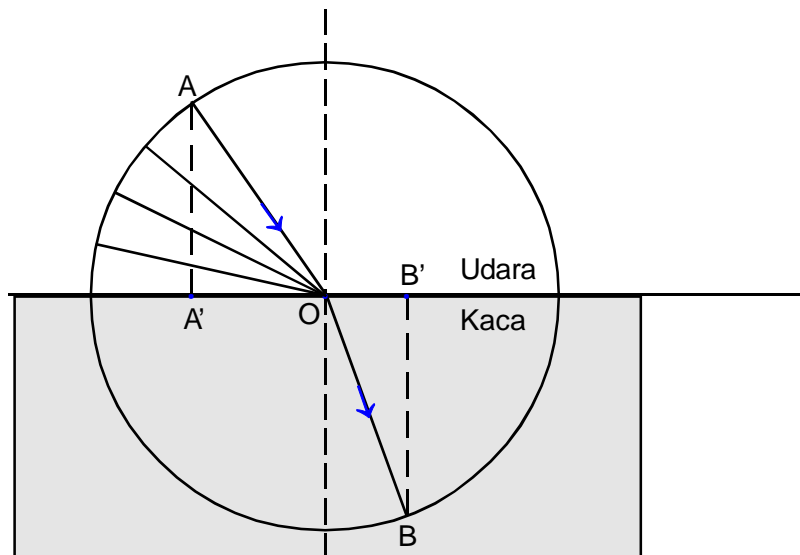
Bagaimanakah arah sinar yang merambat melalui kaca terhadap sinar datang dari kotak cahaya/sinar laser?

Ternyata, sinar dibelokkan pada saat mengenai bidang batas udara-kaca. Sinar datang dari udara dibiaskan dalam kaca mendekati garis normal. Buatlah sebuah lingkaran dengan pusat pada bidang batas, tempat pertemuan sinar datang, sinar bias, dan garis normal, seperti ditunjukkan **Gambar 11.17**. Hitunglah Perbandingan proyeksi sinar datang dan proyeksi sinar bias untuk berbagai sudut datang, misalnya  $A'O$  dibanding  $B'O$ , dan seterusnya. Bagaimanakah nilai perbandingan tersebut?

Berdasarkan kegiatan di atas, dapat disimpulkan bahwa: "Perbandingan proyeksi sinar datang dan proyeksi sinar bias pada perambatan cahaya dari satu medium ke medium lain merupakan bilangan tetap." Orang pertama yang menemukan bahwa terdapat perbandingan yang tetap antara proyeksi sinar datang dengan proyeksi sinar bias itu adalah seorang ilmuwan Belanda bernama Snellius. Oleh karena itu, pernyataan tersebut dikenal sebagai **hukum Snellius**. Perhatikan **Gambar 11.16** untuk memahami hukum Snellius.



**Gambar 11.16**  
Sinar merambat dari udara ke kaca.



**Gambar 11.17**  
Lintasan sinar berbagai sudut datang dari udara ke kaca.

Nilai perbandingan tersebut dikenal dengan nama **indeks bias**, dan dinyatakan dengan lambang  $n$ . Jadi, untuk sinar dari udara ke kaca, indeks bias kaca adalah:

$$n_{\text{kaca}} = \frac{A'O}{B'O}$$

Sinar datang masuk ke kaca, dibiaskan mendekati garis normal. **Sudut datang** adalah sudut yang dibentuk sinar datang dan garis normal. **Sudut bias** adalah sudut yang dibentuk sinar bias dengan garis normal.

Berdasarkan kegiatan di atas juga dapat disimpulkan bahwa:

- (1) Jika sinar merambat dari zat optik kurang rapat ke zat optik lebih rapat, maka sinar dibiaskan mendekati garis normal.
- (2) Sebaliknya, jika sinar merambat dari zat optik lebih rapat ke zat optik kurang rapat, maka sinar dibiaskan menjauhi garis normal.
- (3) Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak pada satu bidang datar.



## Penggunaan Matematika

### Hukum Pembiasan

#### Soal Contoh

1. Sinar merambat dari udara ke air, dilukiskan seperti gambar berikut. Berdasarkan gambar tersebut, berapakah indeks bias air tersebut?

#### Langkah-langkah Penyelesaian:

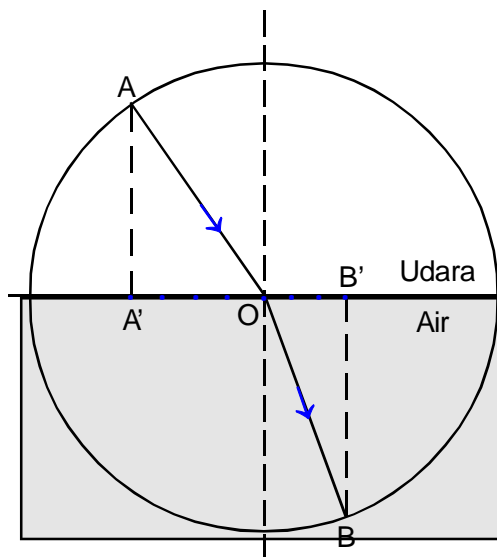
1. Apa yang diketahui?  
Proyeksi sinar datang,  $A'O = 4$  satuan  
Proyeksi sinar bias,  $B'O = 3$  satuan
  2. Apa yang ditanyakan?  
Indeks bias air,  $n_{\text{air}}$
  3. Gunakan persamaan,  $n_{\text{air}} = A'O/B'O$
  4. Penyelesaian,  
 $n_{\text{air}} = A'O/B'O$   
 $= 4/3$
2. Sinar merambat dari udara ke kaca, dilukiskan seperti pada gambar berikut.

#### Langkah-langkah Penyelesaian:

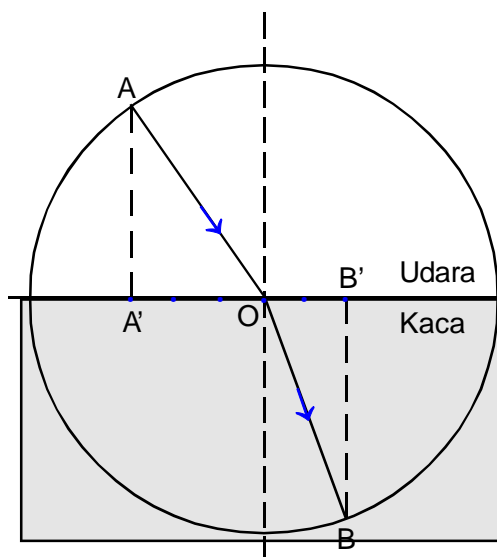
1. Apa yang diketahui?  
Proyeksi sinar datang,  $A'O = 3$  satuan  
Proyeksi sinar bias,  $B'O = 2$  satuan
2. Apa yang ditanyakan?  
Indeks bias air,  $n_{\text{kaca}}$
3. Gunakan persamaan,  $n_{\text{air}} = A'O/B'O$
4. Penyelesaian,  
 $n_{\text{air}} = A'O/B'O$   
 $= 3/2$

#### Soal Latihan

1. Sinar merambat dari udara ke suatu medium yang lebih rapat, dilukiskan seperti pada gambar berikut. Berapakah indeks bias medium tersebut?
2. Jika indeks bias suatu medium besarnya  $5/3$ , bagaimanakah lintasan sinar jika merambat dari udara masuk ke dalam medium tersebut?



Lintasan sinar dari udara ke air.



Lintasan sinar dari udara ke kaca.

## Intisari Subbab



1. Nyatakan hukum pemantulan.
2. Pada saat cahaya merambat dari udara masuk ke kaca dengan membentuk sudut tertentu, cahaya itu dibiaskan mendekati ataukah menjauhi garis normal?
3. Apakah yang dimaksud dengan indeks bias?
4. Warna cahaya apakah yang dibiaskan terbesar? dan warna cahaya apakah yang dibiaskan terkecil?
5. Jelaskan bagaimana bayang-bayang dapat terbentuk.
6. Mengapa kamu dapat melihat bayanganmu di danau dengan jelas pada hari tak berangin, namun kamu tidak dapat melihat bayanganmu pada hari berangin?
7. Jika kamu mendesain sebuah rumah bawah tanah, apakah yang akan kamu lakukan untuk memperoleh cahaya matahari masuk ke dalam ruangan?



Pada Subbab E kamu telah mempelajari sifat-sifat cahaya, yaitu pemantulan dan pembiasan. Pemantulan terkait erat dengan cermin. Sedangkan pembiasan terkait erat dengan lensa. Pada Subbab F ini kamu akan mempelajari tentang cermin dan lensa.

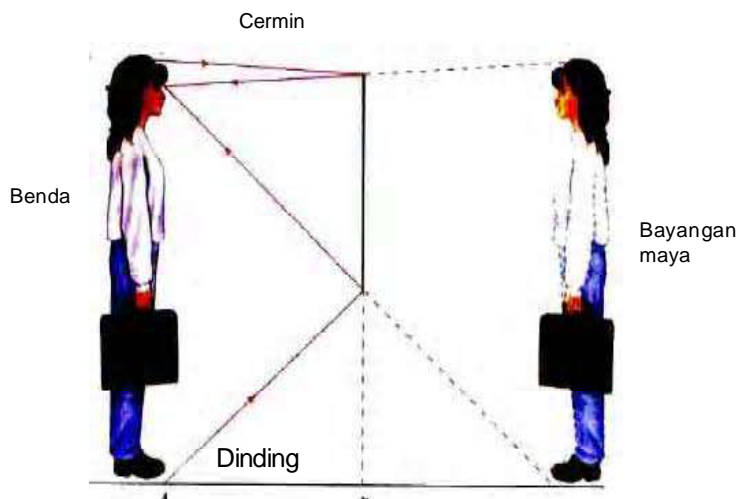
## Cermin

Cermin terbuat dari kaca yang salah satu permukaannya dilapisi dengan lembaran tipis aluminium atau perak. Cahaya yang mengenai cermin akan dipantulkan. Ada tiga jenis cermin, yaitu cermin datar, cekung, dan cembung.

### Cermin Datar

Jenis cermin yang sering kamu gunakan untuk bercermin setiap pagi adalah sebuah cermin datar. **Cermin datar** adalah sepotong kaca datar yang dilapisi dengan bahan yang bersifat memantulkan cahaya pada salah satu permukaannya.

Pernahkah kamu melihat bayangan seluruh tubuhmu pada cermin datar? Apa yang kamu lihat pada saat kamu berdiri di depan cermin itu? Bayanganmu kelihatan tegak dengan ukuran yang sama dengan ukuranmu.



Sumber: Giancoli, 2005.

**Kata-kata IPA**  
cermin datar  
bayangan maya  
cermin cekung  
titik fokus  
panjang fokus  
bayangan nyata  
cermin cembung  
lensa cembung  
lensa cekung

**Gambar 11.18**

Cermin datar membentuk bayangan tegak, mempunyai ukuran yang sama dengan benda, maya, dan berbalik sisi.

**Gambar 11.18** menunjukkan bagaimana bayangan-mu terbentuk oleh cermin datar. Cahaya dari kamu menuju cermin dan dipantulkan kembali dari cermin ke matamu.

Bayanganmu tampak di belakang cermin karena kamu merasa cahaya yang dipantulkan itu seperti datang dari suatu tempat di belakang cermin. Bayangan itu disebut bayangan maya. Bayangan maya adalah suatu bayangan yang tidak dapat ditangkap dengan layar. Artinya apabila di belakang cermin itu diletakkan layar, pada layar itu tidak akan tampak bayangan tersebut. Hal ini dikarenakan cermin tersebut tidak tembus cahaya, dan tidak ada sinar cahaya di belakang cermin yang berasal dari kamu.

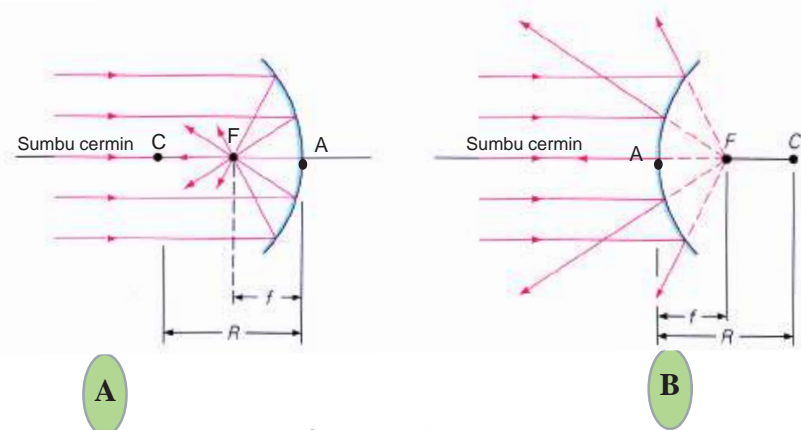
## Cermin Cekung dan Cermin Cembung

Cermin tidak selalu datar. Jika permukaan sebuah cermin melengkung ke dalam, cermin itu disebut cermin cekung (**Gambar 11.19A**). Jika permukaan sebuah cermin melengkung ke luar cermin itu disebut cermin cembung (**Gambar 11.19B**). Cermin cekung dan cermin cembung masing-masing memiliki tiga titik penting, yaitu titik fokus  $F$ , titik pusat kelengkungan  $C$ , dan titik pusat optik  $A$ . Kedua cermin tersebut memiliki sumbu utama atau sumbu optik, yaitu garis lurus yang ditarik melalui ke tiga titik tersebut.  $CA$  adalah jari-jari cermin ( $R$ ) dan titik  $F$  berada di tengah-tengah  $CA$ . Oleh karena itu,  $CF = FA$ .  $FA$  adalah panjang fokus ( $f$ ).

Bayangan yang dihasilkan cermin cekung dan cermin cembung dapat diperoleh dengan meng-gambar tiga sinar istimewa. Ketiga sinar tersebut ditandai dengan 1, 2, dan 3 pada **Gambar 11.20A** dan **Gambar 11.20B**. Sinar 1 yang datang sejajar dengan sumbu cermin dipantulkan melalui

**Gambar 11.19**

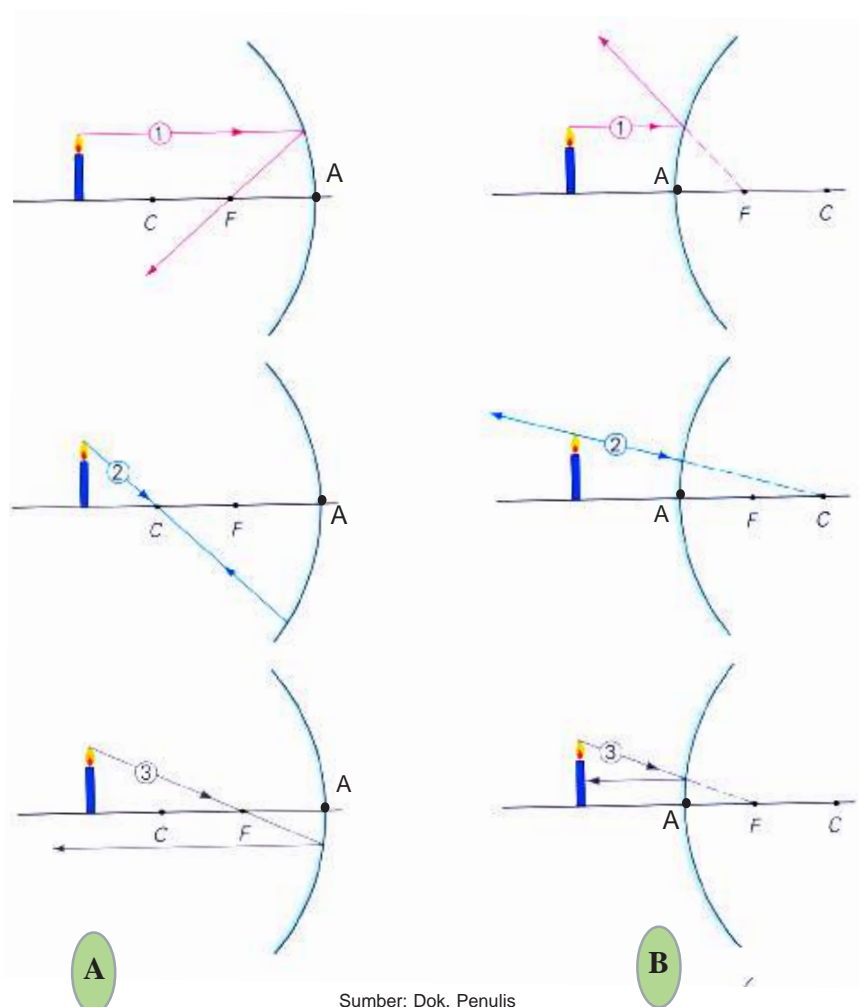
Sinar-sinar datang paralel dengan sumbu cermin dari sebuah cermin cekung dipantulkan memusat pada titik fokus  $F$  (A). Sinar-sinar datang paralel dengan sumbu cermin dari sebuah cermin cembung dipantulkan menyebar seperti berasal dari titik fokus  $F$  di belakang cermin tersebut (B).



Sumber: Dok. Penulis

titik fokus  $F$  untuk cermin cekung, **Gambar 11.20A** atas, dan dipantulkan seperti datang dari titik fokus internal untuk cermin cembung, **Gambar 11.20B** atas. Sinar 2 yang datang melalui titik pusat kelengkungan cermin  $C$  dipantulkan kembali sepanjang jalan yang sama pada saat datang untuk cermin cekung, **Gambar 11.20A** tengah, dan tampak seperti dipantulkan dari titik pusat kelengkungan internal  $C$  untuk cermin cembung, **Gambar 11.20B** tengah. Sinar 3 yang datang melalui titik fokus  $F$  dipantulkan sejajar dengan sumbu cermin untuk cermin cekung, **Gambar 11.20A** bawah, dan sinar 3 yang datang ke arah titik fokus internal cermin cembung  $F$  dipantulkan sejajar dengan sumbu cermin, **Gambar 11.20B** bawah.

Bunga pada **Gambar 11.20A** dipantulkan oleh sebuah cermin cekung. Cermin cekung menghasilkan bayangan yang berbeda dengan bayangan yang dihasilkan oleh cermin datar. Bayangan yang dibentuk bergantung pada letak benda di depan cermin tersebut. Untuk lebih memperjelas lakukan kegiatan pada Lab. Mini 11.5.

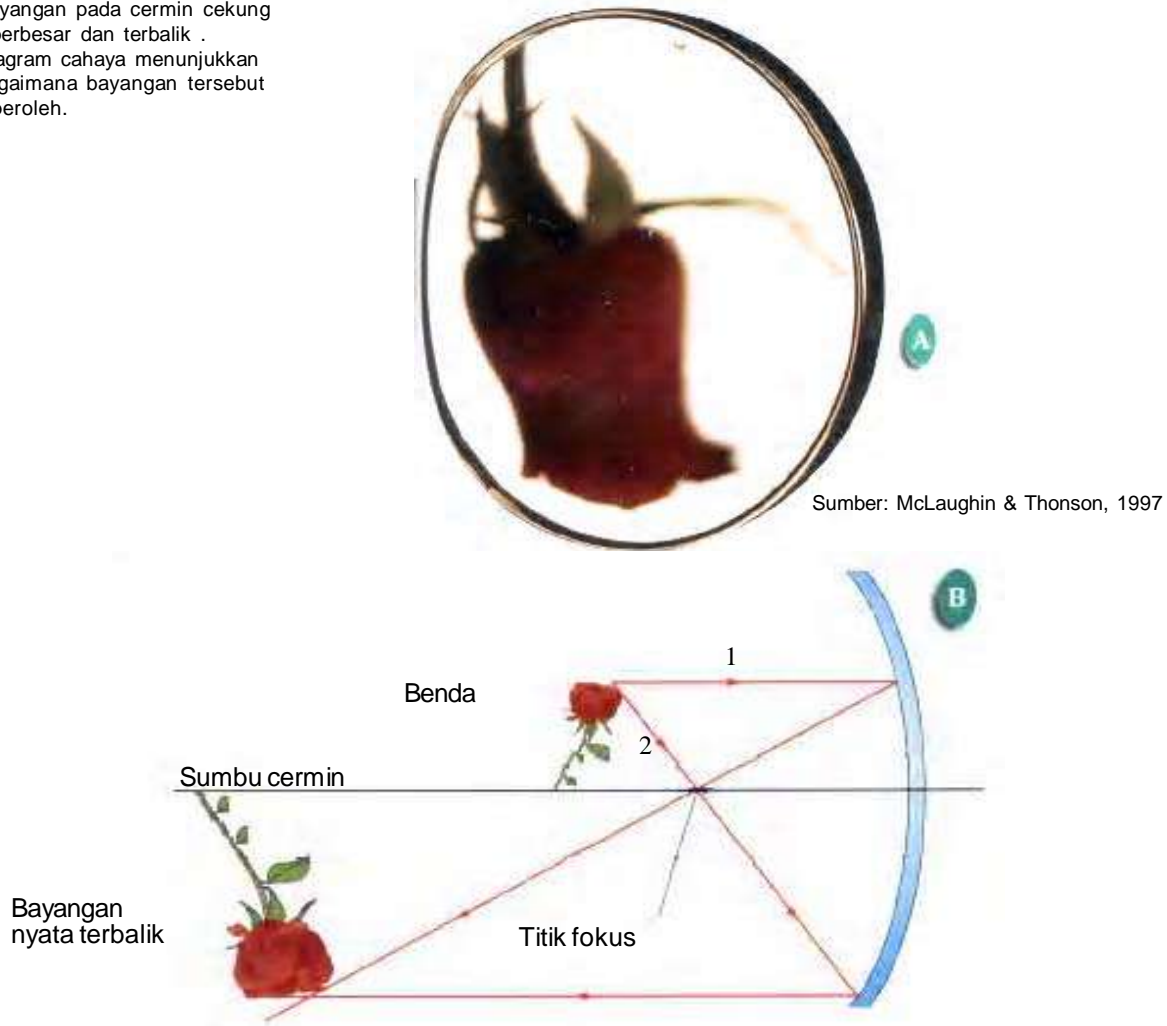


Sumber: Dok. Penulis

**Gambar 11.20**  
Tiga sinar istimewa pada cermin cekung (A).  
Tiga sinar istimewa pada cermin cembung (B).

**Gambar 11.20**

- A. Bayangan pada cermin cekung diperbesar dan terbalik .
- B. Diagram cahaya menunjukkan bagaimana bayangan tersebut diperoleh.



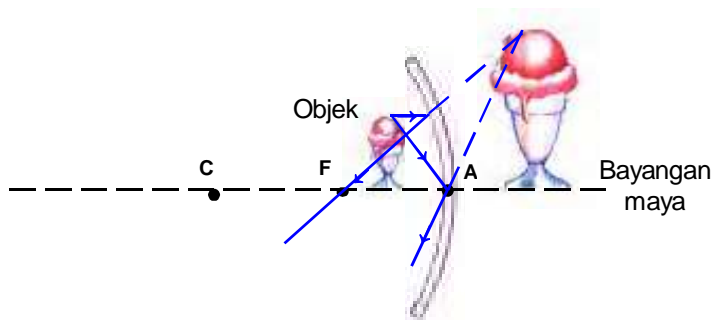
Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

**Gambar 11.20 B** memperlihatkan salah satu cara pembentukan bayangan pada cermin cekung. Sinar 1 yang sejajar dengan sumbu optik dipantulkan melalui titik fokus. Sinar 2 melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu optik. Perpotongan sinar-sinar pantul itu menghasilkan bayangan nyata terbalik. Bila kamu meletakkan layar tepat pada tempat bayangan tersebut, maka bayangan tersebut akan tampak pada layar.

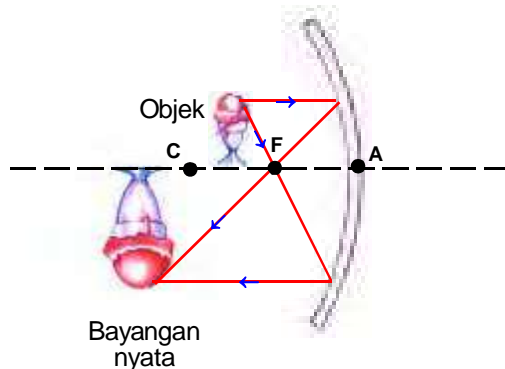
**Gambar 11.21** memperlihatkan bayangan yang dihasilkan oleh benda yang diletakkan pada berbagai tempat di depan cermin cekung. Bayangan yang dihasilkan oleh benda yang berada di antara puncak cermin (A) dan titik fokus (F) adalah maya, tegak, dan diperbesar (**Gambar 11.21A**). Pada **Gambar 11.21A** sinar yang datang menuju puncak cermin A tersebut dipantulkan dengan sudut pantul sama dengan sudut datang. Bayangan yang dihasilkan oleh benda yang berada di antara titik fokus (F) dan titik pusat kelengkungan cermin (C) adalah nyata, terbalik, dan

diperbesar (**Gambar 11.22B**). Bayangan yang dihasilkan oleh benda yang berada di belakang titik pusat kelengkungan cermin (C) adalah nyata, terbalik, dan diperkecil (**Gambar 11.22C**).

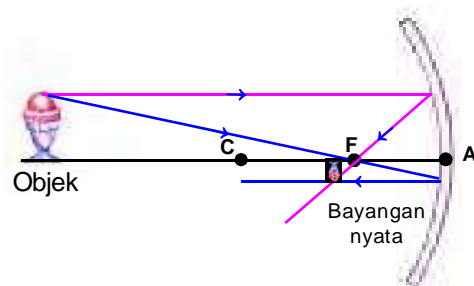
Apa yang terjadi jika kamu menempatkan sebuah benda tepat pada titik fokus cermin cekung? **Gambar 6.22** memperlihatkan bahwa jika benda diletakkan pada titik fokus, maka cermin memantulkan semua sinar cahaya secara sejajar dengan sumbu cermin. Tidak ada bayangan yang dapat dilihat karena sinar-sinar itu tidak berpotongan.



**A** Benda terletak di antara puncak cermin dan titik fokus



**B** Benda terletak di antara titik fokus dan titik pusat kelengkungan cermin



**C** Benda terletak di belakang titik pusat kelengkungan cermin



### Lab Mini 11.5

**Apa yang terjadi terhadap bayangan benda pada cermin cekung ketika jarak benda terhadap cermin itu diu-bah?**

#### Prosedur

1. Peganglah sebuah sendok besar mengkilap dekat cahaya terang.
2. Lihatlah bayanganmu pada bagian dalam sendok itu.
3. Gerakkan secara pelan-pelan sendok itu mendekati dan menjauhi wajahmu.

#### Analisis

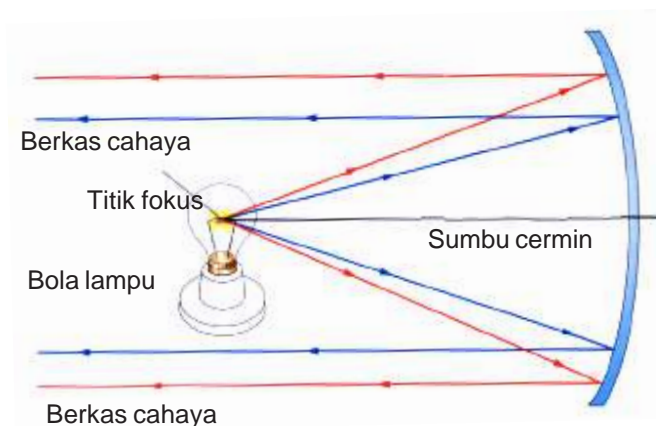
1. Bagaimana bayangan itu berubah?
2. Menurut pendapatmu apa yang terjadi jika kamu menggunakan bagian belakang sendok dalam percobaan ini? Cobalah! Bagaimana pengamatanmu berbeda dengan pengamatan pertama.

**Gambar 11.21**

Bayangan yang dihasilkan oleh cermin cekung bergantung pada letak benda terhadap titik fokus. *Dimanakah benda harus diletakkan agar diperoleh bayangan maya?*

**Gambar 11.22**

Sinar cahaya datang dari titik fokus dipantulkan sejajar sumbu optik.



Pernahkah kamu membuka bagian depan lampu senter? Kamu pasti menemukan cermin cekung di belakang bola lampu senter. Bola lampu tersebut diletakkan pada titik fokus cermin agar diperoleh berkas cahaya yang kuat. Cermin cekung juga digunakan pada lampu utama mobil dan lampu sorot untuk menghasilkan sinar-sinar yang mendekati sejajar.

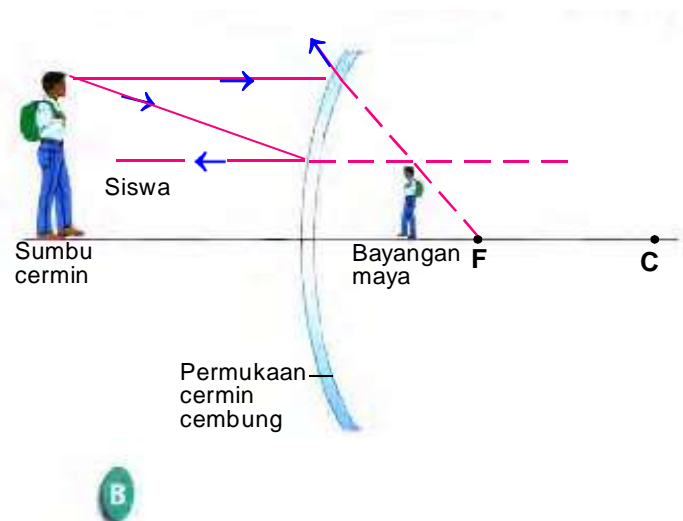
Pernahkah kamu melihat sebuah cermin besar yang dipasang di atas lorong-lorong sebuah toko? Jenis cermin yang melengkung ke luar seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.23A** disebut cermin cembung. **Gambar 11.23B** menunjukkan bagaimana cermin cembung tersebut menghasilkan bayangan dengan menggam-barkan sinar sejajar sumbu cermin (Sinar 1) dan sinar menuju pusat kelengkungan cermin (Sinar 2). Sinar-sinar pantul cermin cembung menyebar ke luar sehingga tidak pernah bertemu. Oleh karena itu, bayangan cermin cembung selalu maya, tegak, dan lebih kecil daripada benda sebenarnya.

Di samping itu, karena cermin cembung menyebarkan sinar pantul, maka cermin cembung memungkinkan diperoleh daerah pandang yang luas. Itulah sebabnya mengapa cermin cembung banyak digunakan di tempat-tempat tertentu seperti toko swalayan, pabrik, dan kaca spion mobil.

Perlu kamu perhatikan bahwa melalui kaca spion perkiraanmu terhadap jarak dapat salah. Seperti terlihat pada **Gambar 11.23B**, bayangan maya lebih kecil itu menimbulkan kesan benda sebenarnya di belakang mobil itu tampak lebih jauh bila dilihat melalui kaca spion. Artinya benda yang sebenarnya sudah dekat itu terlihat masih jauh lewat kaca spion. Sejumlah kaca spion yang



Sumber: Dok. Penulis



**Gambar 11.23**

Sebuah cermin cembung membentuk bayangan maya suatu benda yang selalu tegak dan lebih kecil daripada benda tersebut (A). Cermin itu menyebarkan sinar yang dipantulkan untuk membentuk bayangan maya tersebut (B).

dipasang di samping luar mobil memperingatkan pengemudi bahwa jarak dan ukuran yang terlihat di kaca spion tidak seperti jarak dan ukuran yang sebenarnya.

## Persamaan Cermin Cekung dan Cermin Cembung

Hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan jarak fokus pada cermin cekung dan cermin cembung, dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini.

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$$

*Keterangan:*

$s_o$  = jarak benda ke cermin (meter)

$s_i$  = jarak bayangan ke cermin (meter)

$f$  = jarak fokus cermin (meter)

Sedangkan jarak fokus cermin cekung maupun cermin cembung dapat dinyatakan dengan persamaan

$$f = \frac{1}{2} R$$

Oleh karena itu persamaan cermin cekung dan cermin cembung dapat pula dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$$

dengan  $R$  adalah jari-jari kelengkungan cermin.

Dalam menggunakan persamaan cermin cekung maupun cermin cembung, perlu diperhatikan aturan-aturan tanda berikut ini.

1. **Jarak benda** ( $s_o$ ) bertanda positif (+) untuk benda nyata (benda terletak di depan cermin) dan bertanda negatif (-) untuk benda maya (benda terletak di belakang cermin).
2. **Jarak bayangan** ( $s_i$ ) bertanda positif (+) untuk bayangan nyata (bayangan terletak di depan cermin) dan bertanda negatif (-) untuk bayangan maya (bayangan terletak di belakang cermin).
3. **Jari-jari kelengkungan** ( $R$ ) dan **jarak fokus** ( $f$ ) bertanda positif (+) untuk cermin cekung dan bertanda negatif (-) untuk cermin cembung.

Perhatikan contoh berikut untuk lebih memahami hubungan jarak benda dan jarak bayangan.



## Penggunaan Matematika

### Penggunaan Persamaan Cermin Cekung dan Cermin Cembung

#### Soal Contoh:

Sebuah benda terletak 100 cm di depan cermin cekung yang memiliki jari-jari kelengkungan 120 cm. Tentukanlah letak bayangan benda itu.

#### Langkah-langkah Penyelesaian:

1. Apa yang diketahui?  
Jarak benda,  $s_o = 100$  cm  
Jari-jari kelengkungan cermin cekung,  $R = 120$  cm
2. Apa yang ditanyakan?  
Jarak bayangan,  $s_i$
3. Gunakan persamaan:  $\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$

#### 4. Penyelesaian:

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{120}$$

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{s_i} = \frac{1}{60} - \frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{s_i} = \frac{10}{600} - \frac{6}{600}$$

$$\frac{1}{s_i} = \frac{4}{600}$$

$$4 s_i = 600$$

$$s_i = 600/4$$

$$s_i = 150 \text{ cm}$$

Jadi letak bayangan benda itu adalah 150 cm di depan cermin.

#### Soal Latihan

1. Sebuah benda berada 25 cm dari sebuah cermin cekung dengan jari-jari 80 cm. Tentukan letak bayangannya dari cermin.
2. Sebuah benda diletakkan 30 cm di depan sebuah cermin cembung dengan jari-jari 40 cm. Tentukanlah letak bayangannya dari cermin.

**Petunjuk:** Hasilnya akan berharga positif atau negatif?



## Pemecahan Masalah

### Melihat ke Belakang dengan Cermin-cermin Mobil

Jenis cermin apakah yang sering kamu lihat di dalam atau di luar sebuah mobil? Cermin-cermin yang dipasang di samping atau di dalam mobil sangat penting untuk keamanan dalam mengendarai mobil. Pernahkah kamu memperhatikan cermin-cermin samping pada mobil-mobil dan truk-truk yang diberi peringatan berbunyi "BENDA-BENDA DI DALAM CERMIN JARAK SESUNGGUHNYA LEBIH DEKAT DARIPADA JARAK YANG TAMPAK DI DALAM CERMIN!" Cermin pandangan ke belakang yang dipasang di dalam mobil di atas pengemudi tidak diberi peringatan ini.

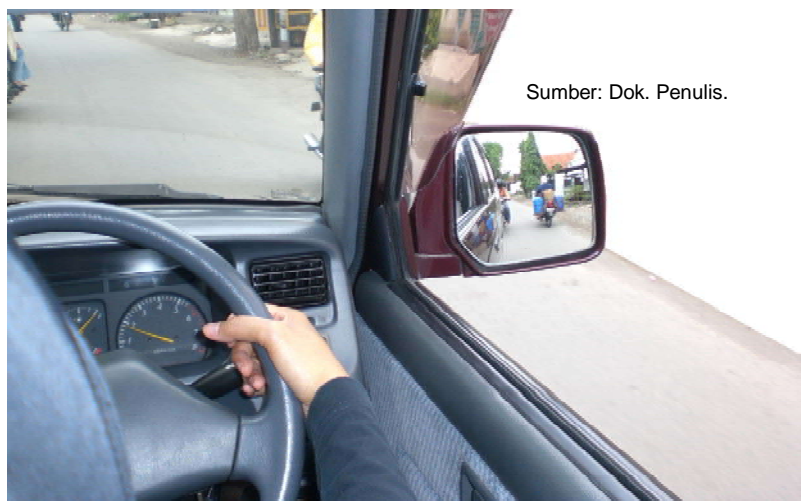
Jika kamu memperhatikan bentuk cermin ini secara cermat, maka kamu akan melihat bahwa cermin yang di dalam tersebut adalah cermin datar. Sementara itu, cermin-cermin dengan peringatan seperti di atas adalah cermin cembung. Dapatkah kamu pikirkan tempat-tempat lain pada permukaan mobil yang memiliki sifat dapat memantulkan?

### Pecahkan Masalah Berikut

1. Jelaskan bentuk bayangan yang akan kamu lihat jika kamu melihat wajahmu secara dekat pada masing-masing cermin yang telah dibahas di atas.
2. Jenis bayangan apakah yang terbentuk pada sebuah cermin cembung, nyata atau maya? Jelaskan!.

### Berpikir Kritis

Jelaskan mengapa cermin cembung digunakan sebagai kaca pandangan ke belakang yang dipasang di samping kiri dan kanan mobil? Mengapa cermin-cermin itu kadang-kadang ditemeli dengan suatu peringatan?





**Kegiatan 11.1**

## Bayangan dari Bayangan

Kamu mungkin sering melihat wajahmu di depan cermin. Namun, pernahkah kamu melihat pantulan bayangan dari bagian belakang kepalamu? Jika pernah, besar kemungkinan kamu melihat ke dalam cermin kecil yang dipegang dengan membentuk sudut di depan wajahmu ke dalam cermin besar yang ditempatkan tepat di belakangmu. Kamu sebenarnya melihat suatu bayangan dari bayangan pertama dari bagian belakang kepalamu. Lakukan kegiatan berikut untuk menghasilkan banyak bayangan.

### Permasalahan

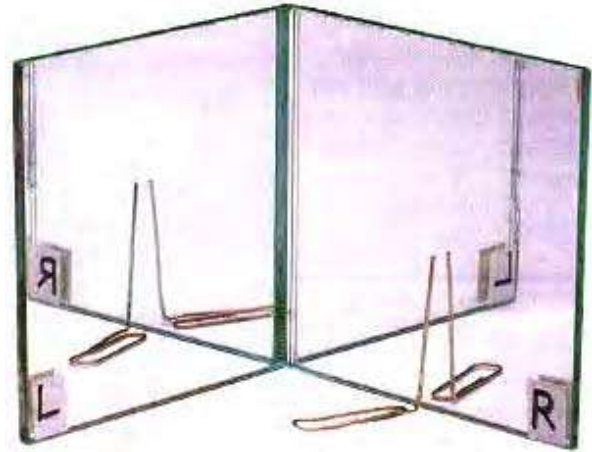
Bagaimana kamu dapat memperbanyak bayangan sebuah benda?

#### Alat dan Bahan

- 2 buah cermin datar
- plester perekat
- busur derajat
- penjepit kertas

#### Prosedur

1. Letakkan dua buah cermin datar secara berdampingan dan lengketkan keduanya dengan plester perekat sehingga kedua cermin itu dapat dibuka dan ditutup. Tandai kedua cermin itu dengan *R* dan *L* seperti yang ditunjukkan pada gambar.
2. Letakkan cermin-cermin itu berdiri pada selembar kertas, dan dengan menggunakan busur derajat, buat kedua cermin itu sampai membentuk sudut  $72^\circ$ . Tandai posisi cermin *R* pada kertas.
3. Bengkokkan salah satu kaki penjepit kertas secara tegak lurus dan tempatkan di depan cermin *R*.
4. Hitung jumlah bayangan penjepit kertas yang kamu lihat pada cermin *R* dan *L*. Jangan kamu pindahkan penjepit kertas itu.
5. Hitung jumlah bayangan pada saat kamu membuka cermin secara perlahan sampai  $90^\circ$  dan kemudian  $120^\circ$ .
6. Buat sebuah tabel data untuk mencatat jumlah bayangan yang dapat kamu lihat di cermin *R* dan *L* pada posisi  $72^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $120^\circ$ .



#### Analisis

1. Susunan cermin tersebut menciptakan suatu bayangan dari sebuah lingkaran utuh yang terbagi menjadi beberapa petak. Berapa banyak petak yang kamu amati dengan sudut  $72^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $120^\circ$ ?

#### Kesimpulan dan Aplikasi

1. Berapa besarnya sudut yang akan membagi sebuah lingkaran menjadi 6 petak. **Rumuskan hipotesis** berapa banyak bayangan yang akan dihasilkan.
2. **Analisis** hasil-hasilmu untuk menentukan **prediktor** yang lebih baik tentang banyaknya bayangan penjepit yang dapat dilihat, yaitu banyak bayangan cermin atau banyak petak.

#### Data dan Pengamatan

Sudut antara dua	Jumlah bayangan	
	R	L
$72^\circ$		
$90^\circ$		
$120^\circ$		

## Lensa

Pernahkah kamu menggunakan kaca pembesar, kamera, atau mikroskop? Jika pernah, berarti kamu pernah menggunakan lensa untuk membentuk bayangan. **Lensa** adalah benda bening yang membiaskan cahaya.

Kebanyakan lensa terbuat dari kaca atau plastik dengan dua permukaan. Lensa mempunyai dua permukaan lengkung (**Gambar 11.24**) atau satu permukaan lengkung. Seperti halnya cermin lengkung, berdasarkan bentuknya, lensa dibedakan atas lensa cembung dan lensa cekung.

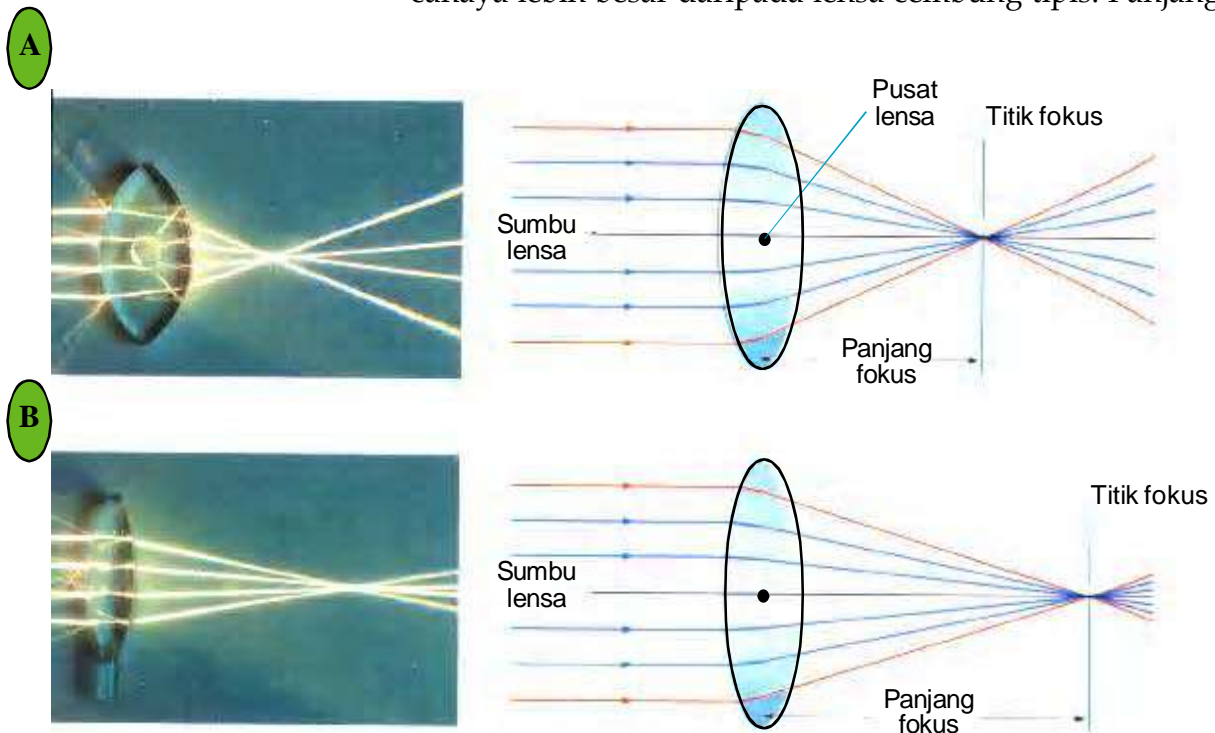
### Lensa Cembung

**Lensa cembung** adalah lensa dengan bagian tengah lebih tebal daripada bagian tepi. Sinar-sinar cahaya yang datang sejajar sumbu lensa dibiaskan menuju titik fokus. Sinar-sinar itu mengumpul pada titik fokus, sehingga sinar-sinar itu bisa membentuk bayangan nyata yang dapat diproyeksikan pada layar.

Besar pembiasan cahaya pada suatu lensa bergantung pada indeks bias bahan lensa dan lengkung permukaan lensa, sedangkan indeks bias bergantung pada cepat rambat cahaya dalam bahan lensa tersebut. Seperti ditunjukkan **Gambar 11.24**, lensa cembung tebal akan membiaskan cahaya lebih besar daripada lensa cembung tipis. Panjang

**Gambar 11.24**

Sebuah lensa cembung tebal (A) membelokkan cahaya lebih besar daripada lensa cembung tipis (B). *Lensa mana yang mempunyai panjang fokus lebih pendek?*

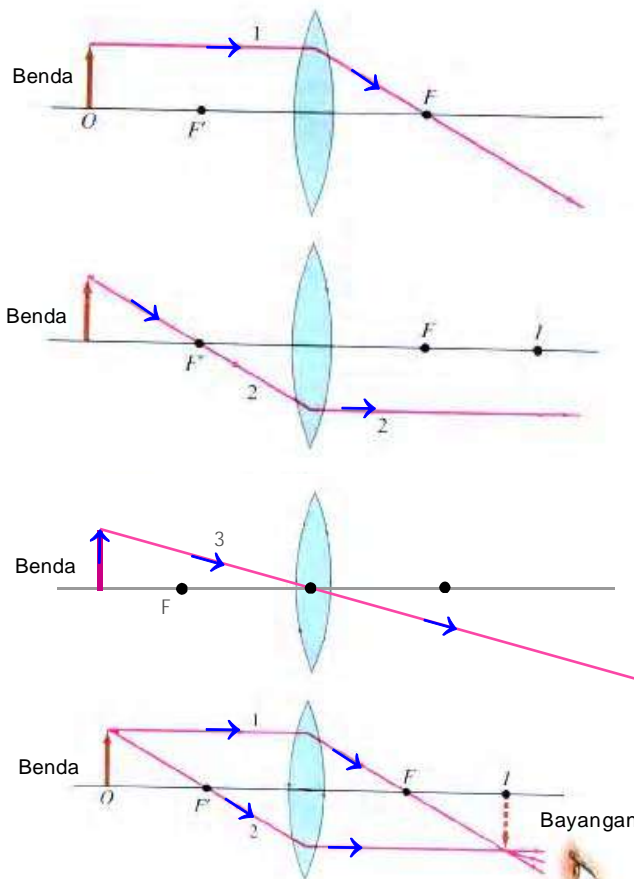


Sumber: Awater, et al., 1995

fokus lensa cembung tebal lebih pendek daripada panjang fokus lensa cembung tipis.

Seperti halnya pada cermin, pada lensa juga dapat digambarkan tiga sinar istimewa seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.25**. Sinar 1 digambarkan datang sejajar sumbu lensa dan dibiaskan lensa tersebut sehingga sinar tersebut keluar melalui titik fokus  $F$  (**Gambar 11.25A**). Sinar 2 digambar datang melalui titik fokus  $F'$  dan dibiaskan lensa tersebut sehingga sinar tersebut keluar sejajar sumbu lensa (**Gambar 11.25B**). Sinar 3 digambar datang melalui pusat lensa dan keluar dari lensa tetap lurus segaris dengan sinar datang tersebut (**Gambar 11.25C**). Untuk melukiskan bayangan suatu benda, sekurang-kurangnya diperlukan dua sinar istimewa (**Gambar 11.25D**).

Lensa cembung dapat menghasilkan banyak jenis bayangan, baik nyata maupun maya, tegak, terbalik, diperbesar, atau diperkecil. Jenis bayangan yang dibentuk bergantung pada posisi benda dan panjang fokus lensa. Diagram pada **Gambar 11.26** menunjukkan bayangan yang dihasilkan dari tiga lokasi benda yang berbeda yang dilukis dengan menggunakan satu sinar datang sejajar sumbu lensa (Sinar 1) dan satu sinar datang melalui pusat lensa



**Gambar 11.25**

Tiga sinar istimewa pada lensa cembung.

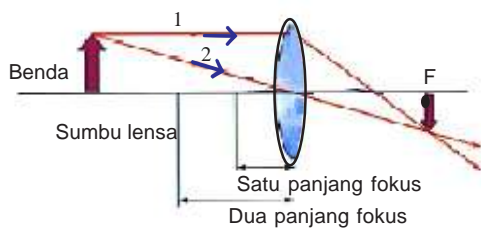
- A** Sinar 1 sejajar sumbu lensa dibiaskan melalui  $F$ .
- B** Sinar 2 melalui  $F'$  dan dibiaskan paralel dengan sumbu lensa.
- C** Sinar 3 melalui pusat lensa dan terus menembus lensa menurut garis lurus.
- D** Untuk melukiskan bayangan suatu benda, sekurang-kurangnya diperlukan dua sinar istimewa.

## Lensa Cekung

lebih tipis daripada bagian tepi. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.27A**, cahaya yang lewat melalui sebuah lensa cekung dibelokkan ke arah tepi lensa atau menjauhi sumbu lensa. Sinar-sinar yang datang sejajar sumbu lensa itu dibiarkan menyebar, sehingga tidak pernah dihasilkan bayangan nyata. Seperti diperlihatkan pada **Gambar 11.27B** sinar-sinar bias itu seperti datang dari titik fokus  $F$ . Bayangan yang dibentuk selalu maya, tegak, dan lebih kecil daripada benda sesungguhnya seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.27B**. Bayangan yang dibentuk lensa cekung mirip dengan bayangan yang dibentuk cermin cembung. Dua-duanya, lensa cekung dan cermin cembung menyebarkan cahaya dan membentuk bayangan maya.

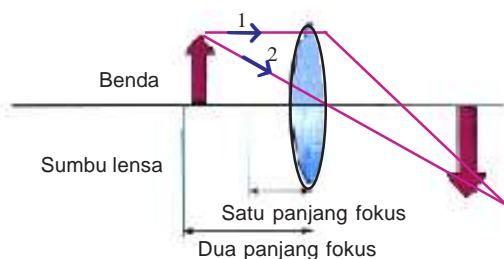
**Gambar 11.26**

Bayangan yang dihasilkan oleh lensa cembung bergantung pada letak benda relatif terhadap panjang fokus lensa.



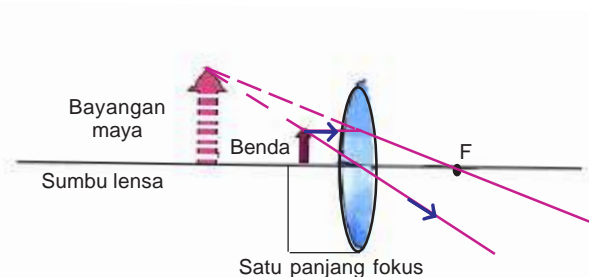
Bayangan nyata terbalik

**A** Jika seseorang mengambil foto sebuah benda yang jauh, kemungkinan sekali benda itu berada lebih dari dua kali panjang fokus lensa kamera. Jika kamu mengikuti jalannya cahaya, kamu akan melihat bahwa bayangan nyata lebih kecil daripada benda, dan terbalik. Lensa matamu juga membentuk bayangan dengan cara yang sama dengan bayangan yang dibentuk oleh sebuah kamera.



Bayangan nyata terbalik

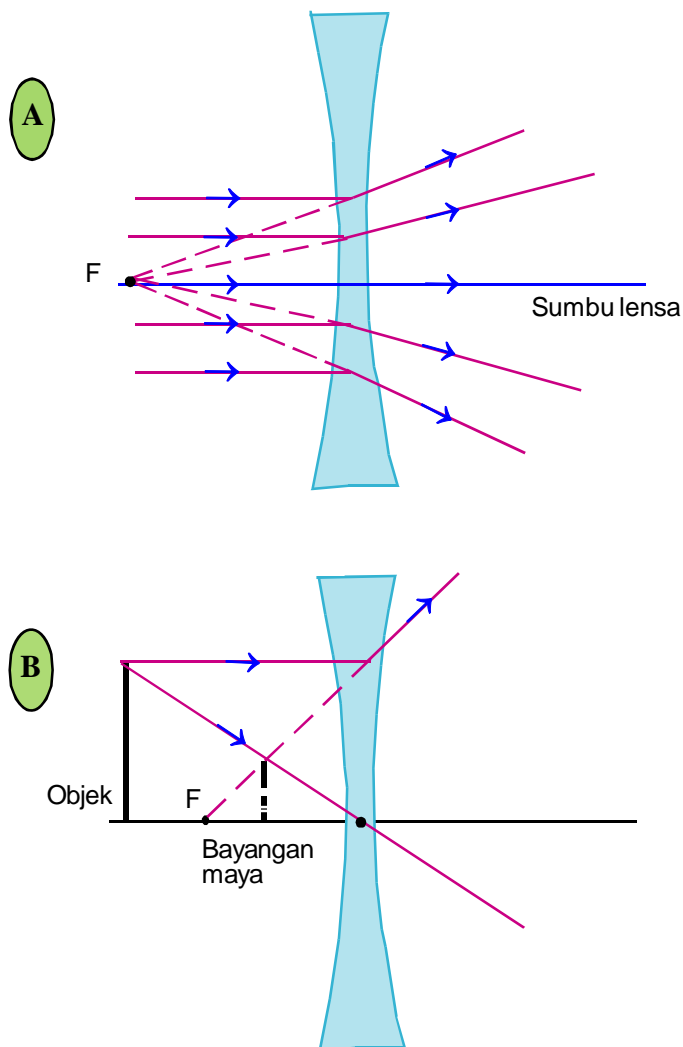
**B** Jika sebuah benda terletak di antara satu dan dua panjang fokus lensa, maka bayangan nyata itu terbalik, dan lebih besar daripada benda tersebut. Cara inilah yang digunakan pada bioskop untuk memproyeksikan sebuah gambar hidup dari film kecil ke sebuah layar yang besar. Cara ini juga digunakan oleh sebuah OHP (overhead projector) yang digunakan di kelasmu.



**C** Pernahkah kamu menggunakan kaca pembesar untuk mengamati benda dari dekat? Kaca pembesar adalah sebuah lensa cembung. Kamu harus memegangnya kurang dari satu panjang fokus terhadap benda yang kamu amati. Sinar-sinar cahaya tersebut tidak dapat dipusatkan, sehingga bayangan yang terbentuk adalah maya, diperbesar, dan tegak. Perhatikan bahwa benda tersebut tampak seperti lebih besar dan lebih jauh daripada yang sebenarnya.

Lensa seharusnya tidak dikacaukan dengan cermin. Di samping ada cermin cembung dan cekung juga ada lensa cembung dan cekung. Tetapi, perlu diingat bahwa *lensa membiaskan cahaya, sedangkan cermin memantulkan cahaya*.

Lensa dapat ditemukan di dalam teropong, kamera, dan mikroskop. Kamu mungkin membayangkan, sebuah lensa harus dari kaca. Air dapat juga digunakan sebagai lensa. Lensa air sangat mirip dengan kaca pembesar. **Lab Mini 11.6** dapat kamu lakukan untuk mengetahui kebenarannya. Pada Subbab selanjutnya, kamu akan mempelajari lebih mendalam tentang alat-alat optik, misalnya kamera, teleskop, dan mikroskop.



## Lab Mini 11.6

Dapatkah lensa dibuat dari cairan?

### Prosedur

1. Potonglah selembar plastik ukuran 10 cm x 10 cm. Tempatkan plastik itu di atas kertas yang berisi tulisan.
2. Teteskan air pada plastik itu. Perhatikan tulisan itu melalui tetesan air tersebut. Apa yang kamu amati?
3. Buatlah tetesan air sedikit lebih besar dan amati tulisan itu lagi. Adakah sesuatu yang berubah?

### Analisis

1. Jenis lensa apakah yang dibentuk oleh tetesan air itu?
2. Apa yang terjadi pada bayangan itu saat kamu menambahkan air atau mengurangi air?
3. Bagaimanakah bayangan tulisan yang terlihat jika kamu menggerakkan lensa air itu menjauhi tulisan yang kamu amati? Cobalah.

**Gambar 11.27**

Sinar cahaya yang melalui lensa cekung menyebar (A). Lensa cekung membentuk bayangan maya. Mirip dengan cermin apakah lensa cekung ini? (B).

## Intisari Subbab



1. Digunakan untuk apakah cermin cembung? Jelaskan.
2. Jelaskan perbedaan antara permukaan cermin datar, cembung, dan cekung.
3. Apa yang akan terjadi seandainya gambar hidup dari film kecil pada bioskop diletakkan di tempat kurang dari satu panjang fokus lensa proyektor film tersebut?
4. Kaca pembesar merupakan lensa sederhana. Jelaskan jenis lensa apakah yang dapat digunakan sebagai kaca pembesar, dan gambarkan lintasan cahayanya untuk menunjukkan pembentukan bayangan tersebut.



### *Bina Keterampilan*

#### **Pengenalan Sebab dan Akibat**

Misalkan kamu menjatuhkan sebuah lampu senter yang mempunyai cermin cekung di dalamnya. Pada saat kamu menghidupkan lampu senter itu, kamu memperhatikan bahwa intensitas cahayanya lebih kecil daripada sebelum kamu menjatuhkannya. Jelaskan, apakah yang mungkin telah terjadi?



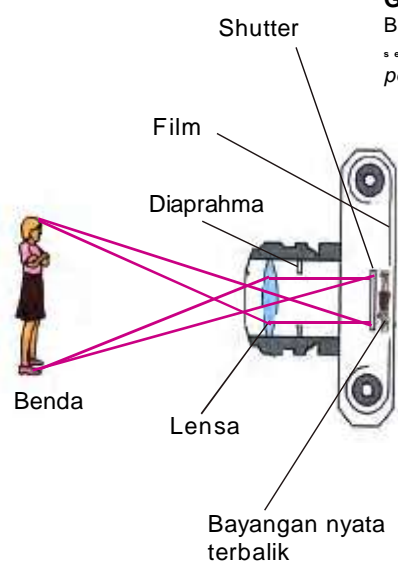
## Kamera

Apakah kamu menyimpan foto-foto favorit kamu dalam album? Pernahkah kamu berfikir tentang bagaimana sebuah kamera memindahkan bayangan ke sebuah film? Sebuah kamera mengumpulkan cahaya melalui sebuah lensa dan memproyeksikan bayangan pada film atau sensor yang peka terhadap cahaya (**Gambar 11.28**).

Pada saat kamu mengambil gambar suatu benda dengan sebuah kamera, cahaya dipantulkan dari benda tersebut dan masuk ke lensa kamera. Kamera memiliki diafragma dan pengatur cahaya (*shutter*) untuk mengatur jumlah cahaya yang masuk ke dalam lensa. Dengan jumlah cahaya yang tepat akan diperoleh foto atau gambar yang jelas. Sementara itu, untuk memperoleh foto yang tajam dan tidak kabur perlu mengatur fokus lensa.

Cahaya yang melalui lensa kamera tersebut memfokuskan bayangan benda pada film foto. Bayangannya nyata, terbalik, dan lebih kecil daripada benda aslinya. Perhatikan persamaan prinsip kerja kamera sederhana ini dengan diagram cahaya lensa cembung. Ukuran bayangan tersebut bergantung pada panjang fokus lensa dan jarak lensa itu pada film tersebut.

Misalkan kamu dan teman kamu memotret benda yang sama dan pada jarak yang sama. Gambar kamu akan kelihatan berbeda dengan gambar temanmu jika kamera yang digunakan mempunyai lensa yang berbeda. Beberapa lensa yang mempunyai panjang fokus pendek menghasilkan bayangan benda yang relatif lebih kecil, namun mencakup banyak obyek di sekelilingnya. Lensa ini dinamakan **lensa sudut lebar**. Karena panjang fokusnya



### Kata-kata IPA

- kamera
- mata
- rabun jauh
- rabun dekat
- lup
- mikroskop
- teleskop

**Gambar 11.28**

Bagian-bagian sebuah kamera sederhana. Apakah bagian paling penting dari sebuah lensa?

Sumber: McLaughlin & Thonson, 1997



Sumber: Dok. Penulis

### Gambar 11.29

Foto ini diambil dengan lensa sudut lebar. Gambar mobil itu lebih kecil, namun mencakup banyak obyek di sekelilingnya. Amati bagaimana perbedaan foto ini dengan foto yang sama pada **Gambar 11.30**

### Gambar 11.30

Foto ini diambil dengan sebuah lensa foto jarak jauh. Foto ini memberikan pandangan jarak-dekat dengan menghilangkan sebagian besar objek di sekitarnya.



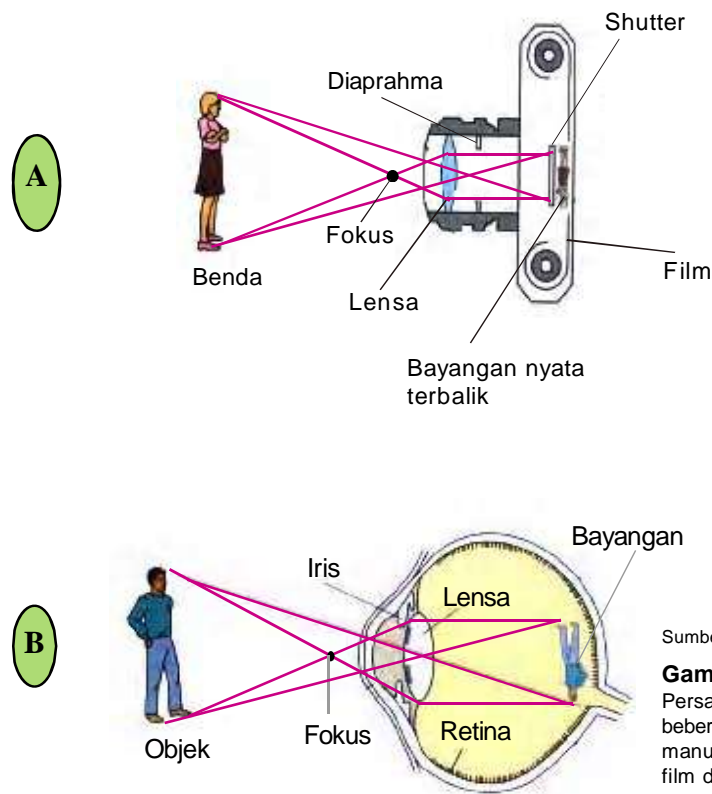
Sumber: Dok. Penulis

pendek, maka untuk memfokuskan bayangan tersebut, lensa itu harus ditempatkan dekat pada film. Foto pada **Gambar 11.29** dipotret dengan lensa sudut-lebar.

**Lensa foto jarak jauh** atau **lensa tele** mempunyai panjang fokus lebih panjang dan ditempatkan lebih jauh dari film dibandingkan lensa sudut lebar. Lensa tele mudah dikenali karena lensa tersebut menonjol dari kamera untuk memperbesar jarak antara lensa dengan film. Bayangan kelihatan diperbesar dan benda kelihatan lebih dekat dari yang sebenarnya, seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.30**. Lensa ini dipilih misalnya ketika memotret benda dari jarak jauh.

## Mata

Seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.31**, dalam beberapa hal, mata memiliki persamaan dengan kamera.



Sumber: McLaughlin & Thonson, 1997

**Gambar 11.31**

Persamaan kamera dan mata. Dalam beberapa hal, kamera menyerupai mata manusia. Sebuah bayangan dibentuk pada film dalam kamera dan pada retina dalam mata.

**Gambar 11.31A** menunjukkan kamera memiliki lensa cembung yang digunakan untuk memfokuskan bayangan pada film. Kamera memiliki diafragma dan *shutter* untuk mengatur cahaya yang masuk ke dalam kamera.

Seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.31B**, mata juga memiliki lensa cembung yang memfokuskan cahaya pada retina. Iris merupakan suatu diafragma yang terbuka dan tertutup untuk mengatur jumlah cahaya yang memasuki mata. Kelopak mata, tidak digambar pada **Gambar 11.31B**, dapat dipandang sebagai *shutter*. Bedanya, *shutter* pada kamera umumnya terbuka selama sepersekian detik, sedangkan kelopak mata pada umumnya sampai beberapa detik, bergantung kapan seseorang membuka atau mengedipkan mata.

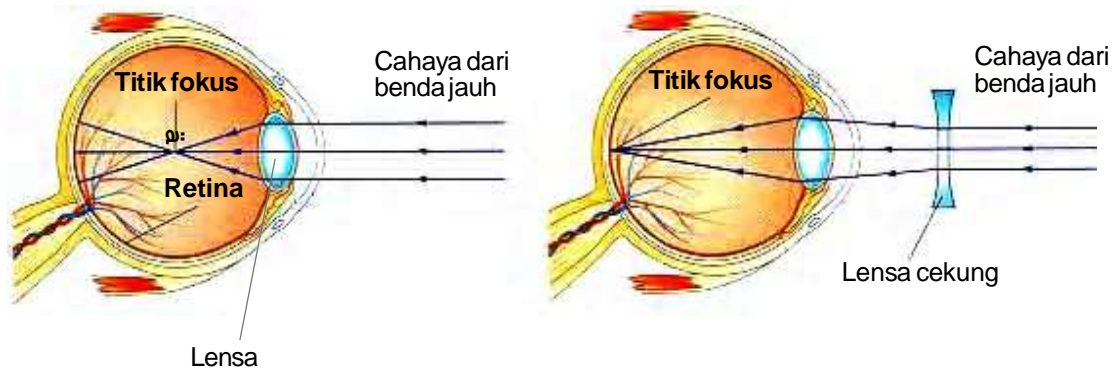
Apakah yang menentukan jelas atau tidaknya penglihatanmu ketika melihat kata-kata pada halaman ini? Kemampuan kamu memfokuskan penglihatan pada kata-kata pada halaman ini bergantung pada apakah bagian-

bagian matamu berfungsi dengan baik. Cahaya masuk ke mata kamu melalui cairan bening mata kamu, yaitu kornea. Cahaya itu kemudian lewat melalui celah terbuka yang disebut pupil. Bagian berwarna dari mata kamu, yaitu iris, mengatur ukuran pupil untuk mengendalikan berapa banyak cahaya dapat lewat melalui sebuah lensa cembung fleksibel di belakang pupil. Cahaya itu kemudian dikumpulkan untuk membentuk bayangan terbalik pada retina. Lensa dalam mata kamu lunak dan otot-otot lentur dalam mata dapat mengubah bentuk lensa mata tersebut menjadi lebih cembung atau pipih. Mengubah bentuk lensa mata menyesuaikan dengan letak benda yang dilihat disebut **mata berakomodasi**.

Pada saat kamu melihat benda yang jauh, kamu membutuhkan panjang fokus lensa yang lebih besar, maka otot-otot mata kamu mengatur bentuk lensa kamu menjadi pipih atau kurang cembung. Pada kondisi seperti ini dikatakan mata melihat tanpa berakomodasi. Pada saat kamu memusatkan pandangan pada benda-benda dekat diperlukan panjang fokus yang lebih pendek. Ini dipenuhi dengan otot-otot mata meningkatkan kelengkungan lensa sehingga lensa tersebut menjadi lebih cembung. Jika jarak benda sama dengan 25 cm, dikatakan mata sedang **berakomodasi maksimum**. Benda yang terletak pada jarak lebih dekat dari 25 cm tidak dapat dilihat dengan jelas atau kabur.

## Memperbaiki Penglihatan Kamu

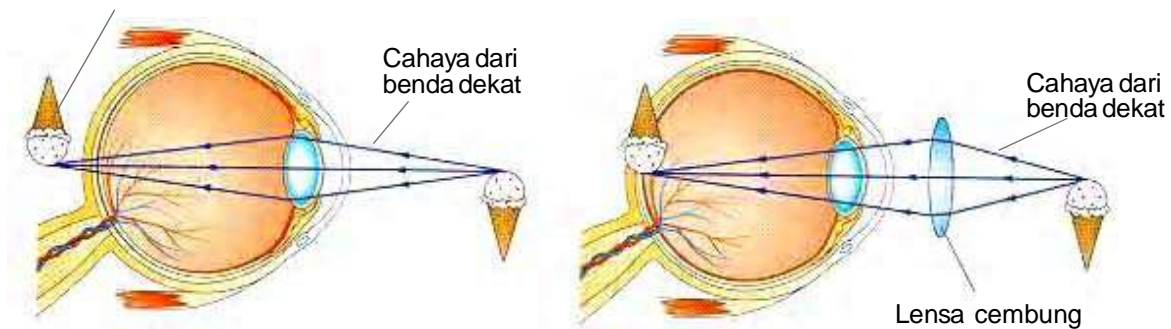
Jika kamu mempunyai penglihatan yang sehat, kamu seharusnya mampu melihat benda secara jelas pada jarak kira-kira 25 cm atau lebih. Banyak orang yang membutuhkan penglihatan mereka dikoreksi. Untuk memperoleh penglihatan normal, bayangan suatu benda harus difokuskan pada retina di alam mata kamu. Jika bayangan itu difokuskan di depan atau di belakang retina, masalah penglihatan akan muncul. **Gambar 11.32A** menunjukkan bayangan yang difokuskan di depan retina. Orang ini menderita rabun jauh. **Gambar 11.32B** menunjukkan bagaimana lensa cekung mengoreksi penderita rabun jauh tersebut (miopi) dengan menyebarkan sinar cahaya sebelum masuk ke mata penderita. **Gambar 11.32B** menunjukkan bayangan yang difokuskan di belakang



**A** Seseorang yang menderita rabun jauh mengalami kesulitan melihat benda-benda jauh secara jelas. Bola mata itu terlalu panjang atau kornea menonjol ke luar, memfokuskan bayangan benda di depan retina sehingga benda itu kelihatan kabur.

**B** Lensa cekung mengoreksi penderita rabun jauh.

Bayangan difokuskan di belakang retina



**C** Orang yang rabun dekat dapat melihat benda-benda jauh, tetapi mereka tidak dapat memfokuskan secara jelas benda-benda dekat. Bola mata mereka terlalu pendek atau kornea mata mereka terlalu datar agar sinar-sinar dapat dikumpulkan pada retina. Sebagai akibatnya, bayangan itu difokuskan di belakang retina.

**D** Lensa cembung mengoreksi penderita rabun jauh.

Sumber: McLaughlin & Thonson, 1997

**Gambar 11.32**

Beberapa masalah penglihatan dapat diatasi dengan mudah dengan menggunakan lensa cekung (A) dan lensa cembung (B). Pelajarilah beberapa kacamata baca. Dapatkah kamu mengata-kan tipe lensa mana yang mereka gunakan?

retina. Orang ini menderita rabun dekat. **Gambar 11.32D** menunjukkan bagaimana penderita rabun dekat dapat dikoreksi dengan lensa cembung.

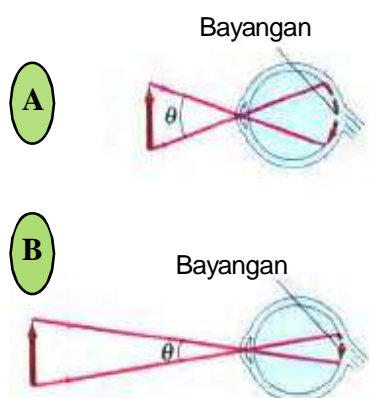
## Kaca Pembesar (Lup)

Seberapa besar suatu objek terlihat dengan mata, dan seberapa jelas kita dapat melihat bagian-bagian kecil pada objek tersebut, bergantung pada ukuran bayangan objek tersebut pada retina. Ukuran bayangan tersebut bergantung pada sudut pada mata yang berhadapan dengan objek

tersebut. Sebagai misal, uang logam seratusan yang dipegang dengan jarak 30 cm dari mata tampak dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan uang logam yang sama yang dipegang dengan jarak 60 cm dari mata tersebut. Ini dikarenakan sudut yang dihadapi dua kali lebih besar (**Gambar 11.32**). Apabila kita ingin mengamati bagian-bagian kecil suatu objek, kita mendekatkan benda tersebut ke mata kita sehingga objek tersebut menghadapi sudut lebih besar. Namun, lensa mata kita hanya dapat menyesuaikan sampai suatu titik tertentu, untuk mata normal jaraknya 25 cm dari mata tersebut, yaitu ketika mata berakomodasi maksimum.

Sebuah kaca pembesar memungkinkan kita untuk menempatkan objek tersebut lebih dekat ke mata kita sehingga objek tersebut menghadapi sudut lebih besar. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.33A**, objek tersebut ditempatkan pada titik fokus atau dekat dengan titik tersebut. Kemudian lensa kaca pembesar tersebut menghasilkan suatu bayangan maya, yang paling sedikit harus berjarak 25 cm dari mata agar mata tersebut dapat memfokuskan dan mengamati bagian-bagian kecil objek tersebut dengan baik.

Membandingkan **Gambar 11.34 A** yang menunjukkan suatu objek yang dilihat dengan kaca pembesar dengan **Gambar 11.34 B** yang menunjukkan objek yang sama yang dilihat dengan tanpa kaca pembesar, tampak bahwa sudut yang dihadapi objek tersebut jauh lebih besar ( $\theta'$ ) apabila menggunakan kaca pembesar dibandingkan bila objek tersebut dilihat tanpa menggunakan kaca pembesar ( $\theta$ ).



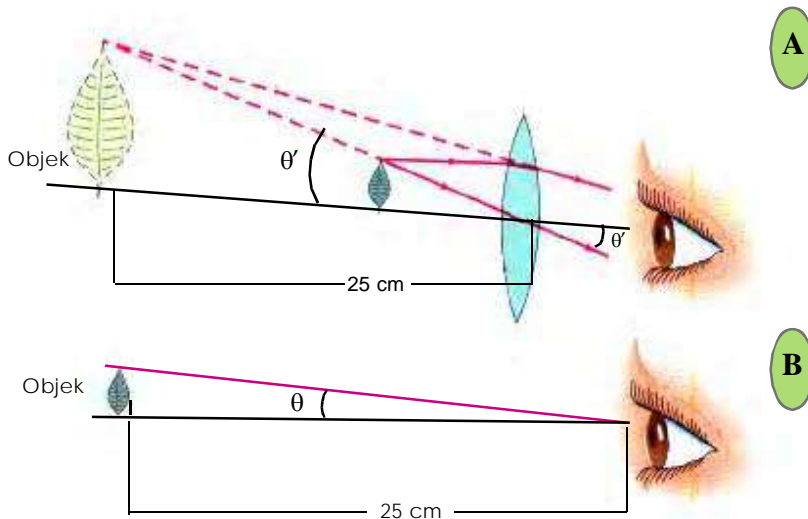
**Gambar 11.33**

Apabila objek yang sama dilihat pada jarak yang lebih dekat, bayangan pada retina tersebut lebih besar, sehingga objek tersebut tampak lebih besar dan bagian-bagian kecil objek tersebut dapat dilihat. Sudut  $\theta'$  yang dihadapi objek tersebut di A lebih besar daripada di B.

## Mikroskop

Alat apakah yang kamu gunakan untuk melihat sel, sehelai rambut, atau amuba? Kamu mungkin pernah mendengar namanya, yaitu mikroskop. Sebuah **mikroskop** menggunakan lensa-lensa. Lensa cembung dengan panjang fokus relatif pendek untuk memperbesar benda-benda kecil yang jaraknya dekat. Lensa-lensa tersebut berfungsi sebagai lensa objektif dan lensa okuler.

**Gambar 11.35** menunjukkan susunan lensa-lensa dalam sebuah mikroskop. Untuk memperoleh angka pembesaran yang dikehendaki, mikroskop tersebut



**A**

**Gambar 11.34**

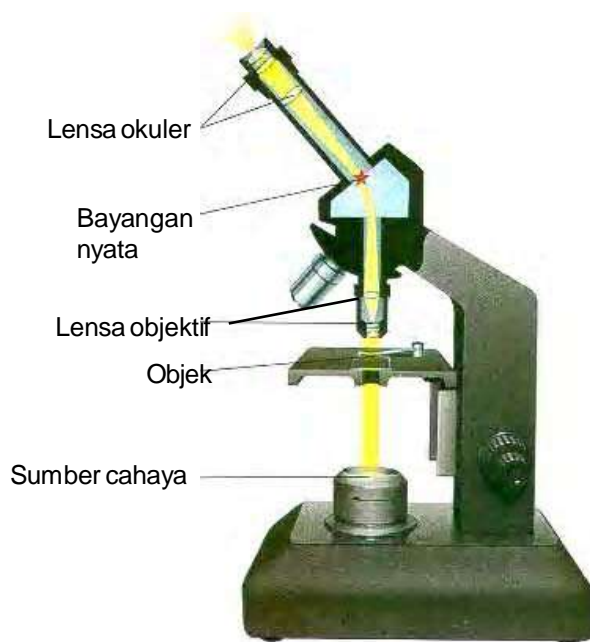
A. Objek yang dilihat dengan kaca pembesar menghadapi sudut  $\theta'$  yang lebih besar.

B. Objek yang dilihat tanpa kaca pembesar menghadapi sudut  $\theta$  yang lebih kecil.

**B**

(Sumber: McLaughlin & Thonson, 1997)

menggunakan dua lensa okuler dan dua lensa objektif. Benda yang diamati ditempatkan pada sebuah slide transparan dan disinari dari bawah. **Gambar 11.36** menunjukkan diagram cahaya sebuah mikroskop untuk mata melihat dengan berakomodasi. Cahaya tersebut melalui lensa objektif dan membentuk bayangan nyata  $I_1$  yang diperbesar. Bayangan itu diperbesar sebab benda itu terletak di antara satu dan dua jarak fokus lensa objektif tersebut. Bayangan nyata tersebut diperbesar lagi oleh lensa okuler untuk menghasilkan bayangan maya yang diperbesar  $I_2$ . Susunan lensa seperti ini memungkinkan menghasilkan bayangan ratusan kali lebih besar dari objek aslinya.

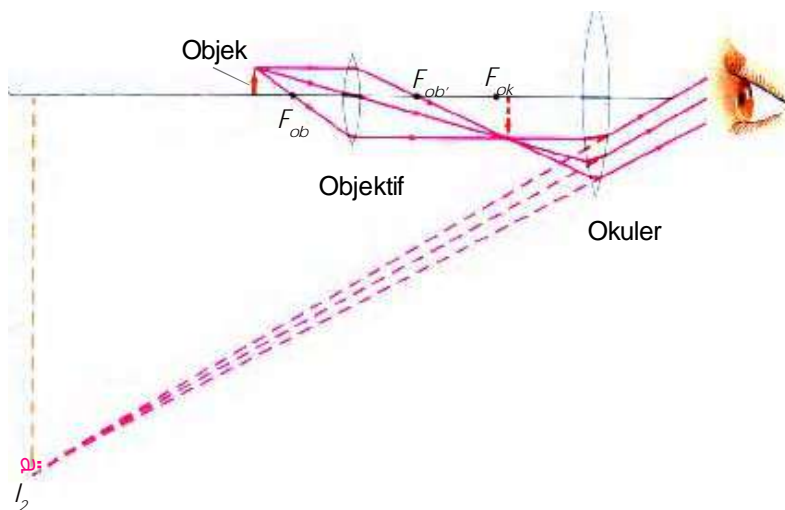


**Gambar 11.35**

Susunan lensa-lensa dalam sebuah mikroskop.

**Gambar 11.36**

Diagram sinar mikroskop. Melalui lensa objektif, objek tersebut membentuk bayangan nyata  $I_1$  yang diperbesar.  $I_1$  tersebut diperbesar lagi oleh lensa okuler untuk menghasilkan bayangan maya  $I_2$  yang jauh lebih besar.



Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

## Teleskop

Mempelajari alat-alat optik yang diuraikan terdahulu, kamu dapat menyimpulkan bahwa cermin-cermin dan lensa-lensa merupakan komponen yang sangat penting dari alat-alat optik, yaitu alat yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat membantu mata manusia dalam mengadakan pengamatan. Dalam bagian ini, kamu akan mempelajari alat optik lain, yaitu teleskop.

Pernahkah kamu melihat bulan melalui teleskop? Dengan sebuah teleskop yang baik, kamu dapat melihat kawah dan ciri-ciri lain di permukaan bulan secara jelas. Teleskop dirancang untuk mengumpulkan cahaya dari benda-benda yang jauh. Sekarang banyak informasi yang dapat kita peroleh tentang bulan, planet, galaksi, dan benda angkasa lainnya melalui teleskop.

Sekitar tahun 1600, pembuat lensa di Belanda membangun sebuah teleskop untuk mengamati benda-benda yang jauh. Pada tahun 1609 Galileo membangun dan menggunakan teleskop sendiri untuk menemukan bulannya Jupiter, fase-fase Venus, dan beberapa seluk beluk galaksi Milky Way. Sekarang para ilmuwan menggunakan beberapa jenis teleskop dengan berbagai perbaikan rancangan. **Gambar 11.37** menunjukkan bagaimana sebuah teleskop dapat memperbaiki penglihatan kita terhadap bulan.

**Gambar 11.37**

Bulan dapat dilihat lebih rinci apabila dilihat melalui sebuah teleskop.



Sumber: McLaughlin & Thonson, 1997

## Teleskop Bias

Sebuah teleskop yang umum adalah **teleskop bias**. Sebuah teleskop bias sederhana menggunakan dua buah lensa untuk mengumpulkan dan memfokuskan cahaya dari benda-benda jauh. **Gambar 11.38** adalah diagram sebuah teleskop bias untuk mata melihat dengan berakomodasi.

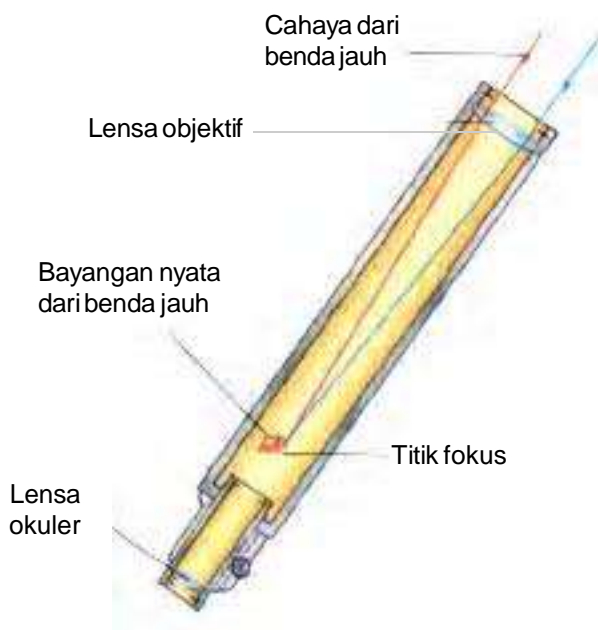
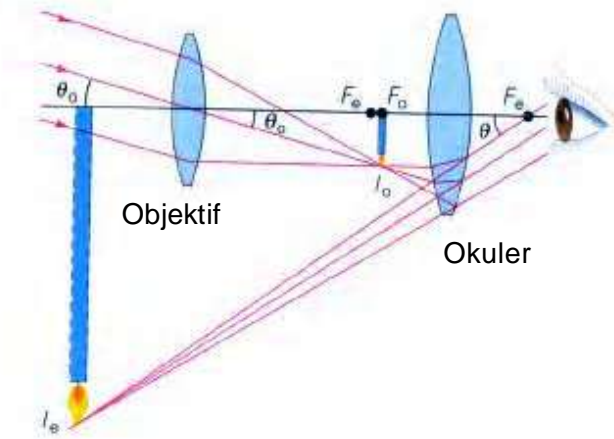
Bagaimana bekerjanya teleskop bias tersebut sehingga dapat memperbaiki penglihatan kita terhadap benda-benda jauh dapat dijelaskan dengan **Gambar 11.39**. Komponen utama jenis teleskop ini adalah lensa objektif dan lensa okuler. Lensa objektif tersebut merupakan sebuah lensa cembung besar dengan panjang fokus panjang, dan lensa okuler yang dapat digerak-gerakkan dan memiliki panjang fokus yang relatif pendek. Sinar-sinar dari suatu objek jauh pada dasarnya paralel dan membentuk suatu bayangan ( $I_o$ ) pada titik fokus objektif ( $F_o$ ). Bayangan ini bertindak sebagai suatu objek untuk okuler, yang digerak-gerakkan sedemikian rupa sehingga bayangan tersebut tepat jatuh di dekat dan di dalam titik fokusnya ( $F_e$ ). Suatu bayangan yang besar, terbalik, dan maya ( $I_e$ ) terlihat oleh pengamat.

Ada beberapa masalah berhubungan dengan teleskop bias. Lensa objektif harus lebih besar agar

memungkinkan masuknya cahaya yang cukup banyak untuk membentuk bayangan yang terang. Lensa kaca yang berat ini sulit dibuat dan mahal. Berat lensa itu sendiri dapat menyebabkan lensa itu melengkung dan bayangan menjadi rusak.

**Gambar11.38**

Sinar-sinar paralel dari satu titik pada suatu objek jauh dikumpulkan ke suatu fokus oleh lensa objektif pada fokusnya. Bayangan ini ( $I_o$ ) dibesarkan oleh lensa okuler untuk membentuk bayangan akhir ( $I_e$ ) yang jauh lebih besar.

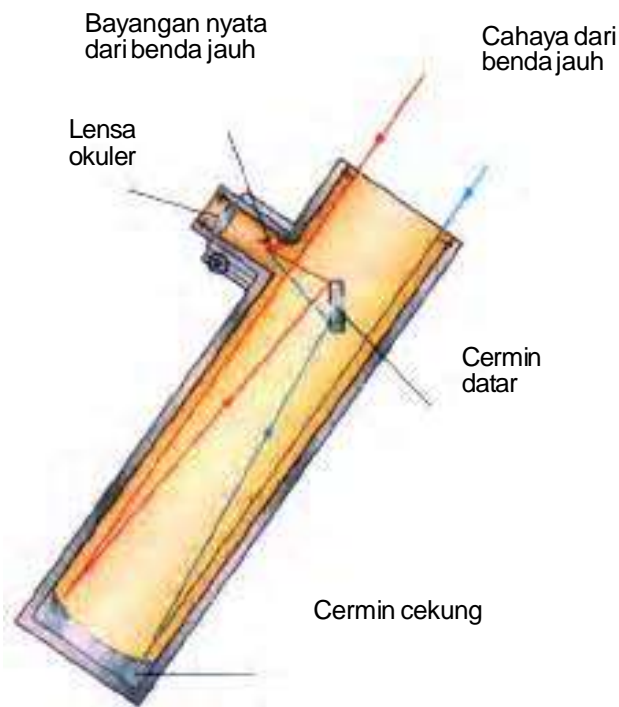


**A Teleskop bias**

**A** Cahaya masuk ke teleskop bias melalui sebuah lensa cembung yang disebut dengan lensa objektif. Bayangan nyata yang dibentuk oleh lensa ini diperbesar oleh lensa cembung kedua yang disebut dengan lensa okuler dengan panjang fokus yang lebih pendek. Kamu melihat bayangan diperbesar, terbalik, dan maya dari bayangan nyata.

**Gambar 11.39**

Teleskop pantul dan teleskop bias mengumpulkan cahaya untuk membentuk bayangan benda yang jauh.



**B** Cahaya masuk ke teleskop pantul dan dipantulkan oleh cermin cekung ke cermin datar, cermin datar memantulkan sinar dan menghasilkan bayangan nyata terbalik dalam teleskop. Lensa okuler kemudian memper-besar bayangan ini.

**Gambar 11.40**

teleskop bias mengumpulkan cahaya untuk membentuk bayangan benda yang jauh.

**B** **Teleskop pantul**

Sumber: McLaughlin & Thonson, 1997

## Teleskop Pantul

Karena adanya permasalahan seperti yang telah dijelaskan pada teleskop bias tersebut, kebanyakan teleskop besar adalah teleskop pantul. **Teleskop pantul** menggunakan sebuah cermin cekung, sebuah cermin datar, dan sebuah lensa cembung untuk mengumpulkan dan memfokuskan cahaya dari benda jauh. **Gambar 6.78B** adalah diagram dari sebuah teleskop pantul.

Kadang-kadang kamu ingin melihat benda-benda jauh sedemikian rupa sehingga kelihatan tegak. Bayangkan seandainya kamu menonton pertandingan baseball melalui teropong jika bayangannya terbalik. Prinsip kerja teropong sama dengan teleskop pantul, kecuali ada dua set lensa yang dipasang, yaitu satu buah untuk tiap mata. Lensa ketiga atau sepasang prisma pemantul ditambahkan pada teropong untuk membalikkan bayangan yang terbalik agar kelihatan tegak. Teropong Bumi seperti yang digunakan untuk mengamati burung, juga dirancang untuk menghasilkan bayangan yang tegak.

## Intisari Subbab



1. Pada saat menggunakan slide proyektor, mengapa slide dimasukkan dalam proyektor secara terbalik?
2. Jenis lensa apakah yang akan kamu gunakan untuk mengamati laba-laba kecil di atas meja kamu?
3. Berfikir Kritis: Jika kamu mengalami kesulitan membaca tulisan di papan tulis dari baris belakang, kemungkinan besar apakah yang mengganggu penglihatan kamu? Bagaimana cara mengatasinya?
4. Bandingkan dan bedakan teleskop bias dan teleskop pantul.
5. Jika kamu ingin memotret setangkai bunga pada serumpun pohon bunga mawar, jenis lensa apakah yang kamu gunakan? Jelaskan mengapa kamu menggunakan lensa tersebut.
6. **Befikir Kritis.** Alat optik mana teleskop, mikroskop, atau kamera yang dapat membentuk bayangan paling mirip dengan mata kamu? Jelaskan!



### *Bina Keterampilan*

#### Peta Konsep

Cermin-cermin dan lensa-lensa adalah alat-alat optik yang paling sederhana. Buatlah sebuah peta konsep yang menunjukkan beberapa penggunaan tiap-tiap bentuk cermin dan lensa. Jika kamu membutuhkan bantuan, lihat kembali peta



## Rangkuman



### A. Sifat-Sifat Cahaya

1. Kamu dapat melihat benda apabila ada cahaya yang dipantulkan oleh benda dan masuk ke dalam matamu.
2. Hukum pemantulan cahaya menyatakan bahwa sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul.
3. Pada pembiasan cahaya, apabila cahaya datang menuju medium lebih rapat, maka cahaya dibiaskan mendekati garis normal. Sedangkan apabila cahaya datang menuju medium lebih renggang, maka cahaya dibiaskan menjauhi garis normal.
4. Warna-warna dalam pelangi berasal dari cahaya matahari yang terurai oleh titik-titik air hujan.

### B. Cermin dan Lensa

1. Cermin datar dan cermin cembung menghasilkan bayangan maya. Cermin cekung dapat menghasilkan bayangan nyata atau maya.
2. Cermin datar digunakan untuk bercermin. Cermin cekung digunakan untuk menciptakan berkas cahaya lampu senter dan memperbesar bayangan. Kaca spion dan cermin di toko-toko adalah cermin cembung.
3. Lensa cembung membentuk bayangan nyata atau maya. Lensa cekung membentuk bayangan maya.
4. Lensa cembung mengumpulkan cahaya. Lensa cekung menyebarkan cahaya.

### C. Alat-alat Optik

1. Lensa korektif dapat digunakan untuk memfokuskan bayangan pada retina. Orang rabun jauh harus memakai lensa cekung, dan orang rabun dekat harus menggunakan lensa cembung.
2. Teleskop bias menggunakan lensa cembung untuk memperbesar benda-benda jauh. Teleskop pantul menggunakan cermin datar dan cekung dan sebuah lensa cembung untuk memperbesar benda-benda jauh.
3. Cahaya yang melalui lensa dari sebuah kamera difokuskan pada film foto di dalam kamera. Bayangan pada film adalah nyata, terbalik, dan lebih kecil daripada benda yang difoto.



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata kunci IPA berikut dengan pernyataan di bawahnya (tidak semua kata kunci diigunakan)

- a. bayang-bayang
  - b. bayangan maya
  - c. bayangan nyata
  - d. cermin cekung
  - e. cermin cembung
  - f. cermin datar
  - g. dispersi cahaya
  - h. indeks bias
  - i. lensa cekung
  - j. lensa cembung
  - k. panjang fokus
  - l. pemantulan
  - m. pembiasan
  - n. titik fokus
  - o. mikroskop
  - p. teleskop pantul
  - q. teleskop bias
  - r. lensa telefoto
  - s. lensa sudut lebar
  - t. lensa objektif
1. daerah gelap yang terbentuk pada saat sebuah benda menghalangi cahaya
  2. terjadi ketika cahaya mengenai benda dan dipantulkan oleh benda itu
  3. pembelokan arah rambat cahaya yang disebabkan oleh perubahan kelajuan cahaya pada saat cahaya merambat dari satu zat ke zat lainnya
  4. perbandingan kelajuan cahaya di udara dengan kelajuan cahaya di dalam zat tertentu
  5. peristiwa terurainya cahaya menjadi berbagai warna
  6. sepotong kaca datar yang dilapisi dengan bahan yang bersifat memantulkan cahaya
  7. bayangan yang tidak dapat ditangkap dengan layar
  8. sebuah cermin dengan permukaan melengkung ke dalam
  9. sebuah titik pada sumbu optik tempat bertemunya pantulan seluruh sinar sejajar sumbu optik
  10. jarak dari pusat cermin ke titik fokus
  11. jenis cermin dengan permukaan melengkung ke luar
  12. sebuah lensa dengan bagian tengah lebih tebal daripada bagian tepi
  13. lensa dengan bagian tengah lebih tipis daripada bagian tepi
  14. bayangan yang terbentuk dimana sinar-sinar cahaya benar-benar bertemu
  15. lensa yang mengumpulkan cahaya dari sebuah benda jauh pada titik fokusnya
  16. teleskop yang menggunakan dua buah lensa cembung
  17. alat yang digunakan untuk mempelajari benda-benda sangat kecil
  18. teleskop yang menggunakan cermin cekung dan lensa cembung
  19. lensa yang memiliki panjang fokus lebih panjang dibandingkan dengan lensa sudut lebar

---

## Pengecekan Konsep

---

Pilihlah kata atau ungkapan untuk melengkapi kalimat berikut ini.

1. Apabila matamu ditutup, kamu tidak dapat melihat benda-benda di sekitarmu, karena ....
  - a. tidak ada cahaya yang keluar dari mata ke benda
  - b. tidak ada cahaya yang masuk dari benda ke mata
  - c. benda-benda tidak menerima cahaya
  - d. benda-benda tidak memantulkan cahaya
2. Sebuah benda yang memantulkan cahaya dan melengkung ke dalam disebut ....
  - a. cermin datar
  - b. cermin cekung
  - c. cermin cembung
  - d. lensa cekung
3. Cermin yang dapat memperbesar bayangan adalah ....
  - a. cembung
  - b. datar
  - c. cekung
  - d. bening
4. Bola lampu dalam sebuah lampu senter atau lampu sorot ditempatkan pada titik fokus dari sebuah ....
  - a. lensa cekung
  - b. lensa cembung
  - c. cermin cekung
  - d. cermin cembung
5. Lensa-lensa membentuk bayangan dengan ....
  - a. pemantulan atau pembiasan
  - b. pemantulan cahaya
  - c. pembiasan cahaya
  - d. dispersi cahaya
6. Lensa cekung membelokkan cahaya ke arah ....
  - a. sumbu optik
  - b. pusat optik
  - c. tepi lensa
  - d. titik fokus
7. Ketika cahaya dari udara memasuki air, maka cahaya itu ....
  - a. diperlambat
  - b. dipercepat
  - c. bergerak pada kecepatan 300.000 km/s
  - d. bergerak sama dengan kecepatan suara
8. ... tebal bagian tengah dan tipis pada bagian tepi.
  - a. cermin cekung
  - b. cermin datar
  - c. lensa cekung
  - d. lensa cembung
9. Bayangan yang dibentuk oleh cermin datar adalah ....
  - a. nyata dan berbalik sisi
  - b. nyata dan tegak
  - c. tegak dan berbalik sisi
  - d. maya dan terbalik
10. Manakah pernyataan berikut yang benar tentang bayangan nyata?
  - a. Bayangan nyata berbalik sisi.
  - b. Bayangan nyata lebih besar daripada bendanya.
  - c. Bayangan nyata dapat diproyeksikan pada layar.
  - d. Bayangan nyata tampak di belakang cermin.
11. Orang rabun dekat harus memakai ....
  - a. lensa datar
  - b. lensa cembung
  - c. lensa cekung
  - d. lensa cekung tidak beraturan
12. Teleskop pantul tidak menggunakan sebuah ....
  - a. cermin datar
  - b. cermin cekung
  - c. lensa cembung
  - d. lensa cekung

---

## Pemahaman Konsep

---

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dalam Buku Catatanmu dengan menggunakan kalimat lengkap.

1. Apakah persamaan dan perbedaan pemantulan cahaya oleh sebuah dinding putih dan oleh sebuah cermin?
2. Jelaskan sifat cahaya manakah yang membantu menghasilkan pelangi?
3. Jelaskan bagaimana sebuah cermin cekung memantulkan cahaya yang datang sejajar sumbu optik. Jelaskan pula bagaimana cermin cekung memantulkan cahaya yang datang melalui titik fokus?
4. Lensa cembung sering disebut dengan lensa pengumpul (konvergen), sedangkan lensa cekung sering disebut sebagai lensa penyebar (divergen). Jelaskan perbedaan nama ini berdasarkan bagaimana tiap-tiap jenis lensa membiaskan cahaya.
5. Bandingkan dan bedakan penggunaan teleskop dan mikroskop. Teleskop jenis mana yang dibuat hampir sama dengan mikroskop?

---

## Berfikir Kritis

---

1. Warna cahaya manakah yang paling berubah kecepatannya pada saat cahaya itu melalui sebuah prisma? Jelaskan.
2. Apakah yang akan terjadi jika lensa proyektor bioskop berada pada jarak lebih kecil daripada satu panjang fokus terhadap film?
3. Jika kamu seorang tukang optik, lensa jenis apa yang akan kamu resepkan untuk pasien yang tidak dapat memfokuskan secara jelas pada benda-benda dekat?
4. Dapatkah sebuah teleskop pantul bekerja sebagaimana mestinya jika cermin

cekungnya diganti dengan sebuah cermin cembung? Jelaskan.

5. Kamu hanya mempunyai cukup uang untuk membeli satu lensa untuk kamera kamu. Tipe lensa apakah yang akan paling berguna? Jelaskan.

---

## Pengembangan Keterampilan

---

1. **Klasifikasi dan Membuat Tabel:** Buatlah tabel untuk mengklasifikasikan jenis bayangan yang dibentuk oleh cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung.
2. **Pengamatan dan Inferensi:** Inferensikan pengaruh lensa mata yang keras dan kaku pada penglihatan manusia. Apakah hal ini membuat mata kurang lebih seperti sebuah kamera sederhana.
3. **Mengenali Sebab dan Akibat:** Bedakan dan uraikan sebab dan akibat masalah penglihatan di bawah ini: rabun jauh, rabun dekat, dan astigmatisme.
4. **Perumusan Hipotesis:** Berlian kasar yang belum diasah kurang memiliki kilauan berlian dibandingkan dengan berlian yang telah dipotong dengan sebuah pemotong permata. Kemukakan sebuah hipotesis untuk menjelaskan pengamatan ini.