

## CAHAYA DAN ALAT OPTIK

### PENDAHULUAN

Bahan Belajar Mandiri (BBM) ini merupakan BBM kedelapan dari mata kuliah Konsep Dasar Fisika untuk SD yang menjelaskan konsep cahaya dan alat optik. Cahaya memiliki peranan sangat penting terutama dalam kehidupan. Bisa Anda bayangkan bila tidak terdapat cahaya di muka bumi ini. Setiap benda dapat kita lihat karena adanya cahaya yang merambat mengenai benda tersebut. Terdapat banyak sekali benda-benda yang dapat memancarkan cahaya. Benda-benda semacam ini dinamakan sumber cahaya. Benda-benda yang bukan sumber cahaya juga dapat kita lihat karena benda itu memantulkan cahaya yang mengenainya.

Konsep cahaya ini erat memiliki keterkaitan dengan pembahasan kita pada BBM sebelumnya, yakni mengenai gelombang. Hal ini dikarenakan cahaya itu sendiri merupakan gelombang. Tentu saja, sifat-sifat gelombang berlaku pada saat kita membahas konsep cahaya.

Dalam BBM ini, akan disajikan dua kegiatan belajar, yaitu:

1. Kegiatan Belajar 1 : Cahaya
2. Kegiatan Belajar 2 : Alat-alat Optik

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan memiliki kompetensi menjelaskan konsep optika, yakni mengenai konsep cahaya dan alat-alat optik. Secara lebih khusus lagi. Anda diharapkan dapat:

1. Menjelaskan pengertian cahaya.
2. Menjelaskan sifat-sifat cahaya.
3. Menjelaskan pemantulan cahaya dan hukum pemantulan.
4. Menjelaskan pemantulan pada cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung
5. Menjelaskan sifat-sifat bayangan pada cermin datar, cermin cekung dan cermin cembung.
6. Menjelaskan pembiasan cahaya dan hukum pembiasan.
7. Menjelaskan pembiasan pada lensa cembung dan lensa cekung.
8. Mendeskripsikan berbagai alat-alat optik.
9. Menjelaskan prinsip kerja alat optik.

Pembelajaran mengenai optika, khususnya cahaya di SD dipelajari di Kelas V Semester 2 dengan Standar Kompetensi “Menerapkan sifat-sifat cahaya melalui kegiatan membuat suatu karya/model” dan Kompetensi Dasar:

- Mendeskripsikan sifat-sifat cahaya
- Membuat suatu karya/model, misalnya periskop atau lensa dari bahan sederhana dengan menerapkan sifat-sifat cahaya.

Agar Anda memperoleh hasil yang maksimal dalam mempelajari BBM ini, ikuti petunjuk pembelajaran berikut ini.

1. Bacalah dengan cermat bagian Pendahuluan BBM ini, sampai Anda memahami betul apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari BBM ini.
2. Bacalah bagian demi bagian, temukan kata-kata kunci dan kata-kata yang Anda anggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata tersebut dalam daftar kata-kata sulit dalam BBM ini atau dalam kamus yang ada.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian dari isi BBM ini melalui pemahaman sendiri, tukar pikiran dengan sesama mahasiswa, dan dosen Anda.
4. Mantapkan pemahanan Anda melalui diskusi dengan sesama teman mahasiswa.
5. Lakukan semua kegiatan yang diajarkan sesuai dengan petunjuk BBM. Karena di dalam pembelajaran BBM ini kita akan melakukan beberapa pengamatan dan percobaan.

# KEGIATAN BELAJAR 1

## CAHAYA

Semua benda di alam pada umumnya dan lingkungan sekitar kita pada khususnya dapat kita lihat karena ada sesuatu yang terpantul atau dipantulkan oleh benda-benda tersebut. Tulisan pada buku, alat-alat tulis, meja, kursi, dan benda-benda disekitarnya dapat dengan mudah kita lihat. Kemudian cobalah Anda masuk ke sebuah ruangan yang gelap. Tentu benda-benda tersebut sudah tidak dapat terlihat lagi, meskipun benda-benda itu tetap berada di tempatnya. Mengapa demikian?

Pada Bahan Belajar Mandiri sebelumnya kita membicarakan bunyi sebagai salah satu contoh gelombang, marilah kita membahas contoh lain dari gelombang: **cahaya**. Ketika kita melihat benda-benda yang ada di sekitar kita, sesungguhnya pada saat bersamaan ada cahaya yang dipantulkan oleh benda-benda itu. Cahaya tersebut berasal dari suatu sumber yang dinamakan sumber cahaya. Pertanyaannya, apa yang dimaksud dengan cahaya? Apa saja yang menjadi sumber cahaya? Bagaimana sifat-sifat cahaya? Mengapa cahaya bisa kita rasakan atau kita amati? Dalam Bahan Belajar Mandiri ini akan dibahas mengenai konsep cahaya, sifat-sifat cahaya sebagai gelombang, pemantulan cahaya dan pembiasan cahaya.

### A. Definisi Cahaya

Cahaya merupakan salah satu contoh gelombang elektromagnetik, yang gelombang yang tidak memerlukan medium sebagai media perambatannya. Misalnya, pada siang hari tampak terang karena cahaya matahari menerangi bumi. Walaupun matahari berada jauh dari bumi dan dipisahkan oleh ruang hampa di ruang angkasa, namun cahaya matahari mampu sampai di bumi.

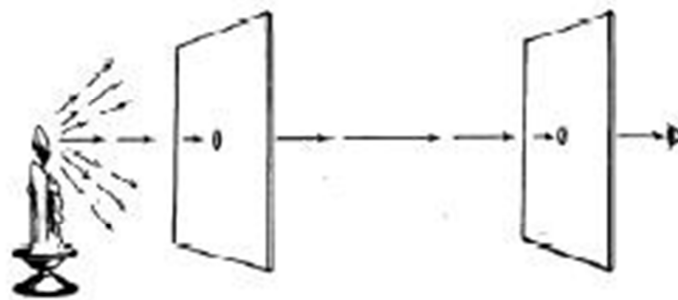
Di sekitar kita, ada banyak sekali benda yang memancarkan cahaya. Benda yang dapat memancarkan cahaya dinamakan *sumber cahaya*. Ada dua macam sumber cahaya, yaitu sumber cahaya alami dan sumber cahaya buatan. Sumber cahaya alami merupakan sumber cahaya yang menghasilkan cahaya secara alamiah dan setiap saat, contohnya matahari dan bintang (Gambar 8.1) Sumber cahaya buatan merupakan sumber cahaya yang memancarkan cahaya karena dibuat oleh manusia, dan tidak tersedia setiap saat, contohnya lampu senter, lampu neon, dan lilin.

Sebagaimana salah satu bentuk gelombang, cahaya memiliki sifat-sifat gelombang, diantaranya cahaya merambat lurus, cahaya dapat dipantulkan dan dapat dibiaskan. Untuk membuktikan bahwa cahaya merambat lurus dapat dilakukan eksperimen sederhana sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.2.



Gambar 8.1. Matahari

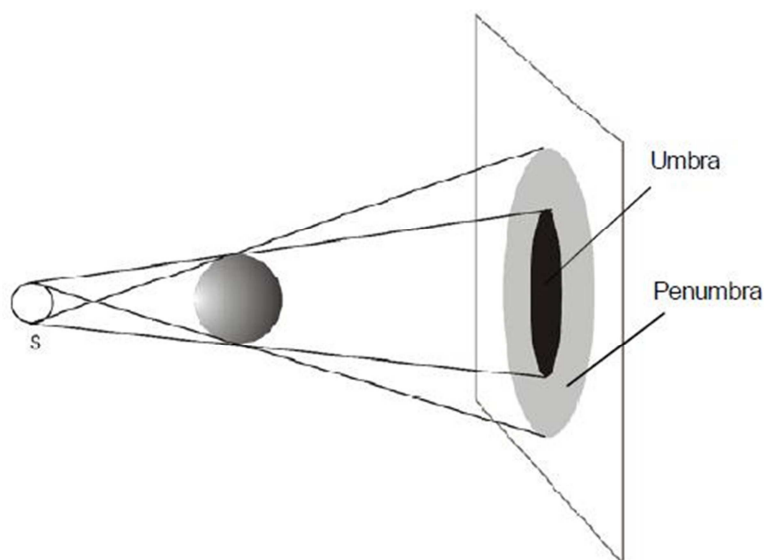
Sumber: Microsoft Encarta Premium 2009



Gambar 8.2. Cahaya merambat lurus.

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Pada saat kita berada di suatu ruangan, cahaya dari lampu akan menerangi ruangan tersebut dan merambat lurus dari sumbernya. Ketika ada sebuah penghalang yang menghalangi cahaya yang datang, maka akan terbentuk daerah gelap di tempat dimana cahaya terhalang. Daerah itu dinamakan daerah bayangan. Apabila sumber cahaya cukup besar, terkadang terbentuk dua bagian bayangan (Gambar8.3). daerah dimana sumber cahaya terhalang seluruhnya dinamakan **umbra** dan daerah dimana cahaya terhalang sebagian dinamakan **penumbra**. Benda-benda gelap yang menghalangi cahaya dinamakan *opaque* atau benda tidak tembus cahaya.

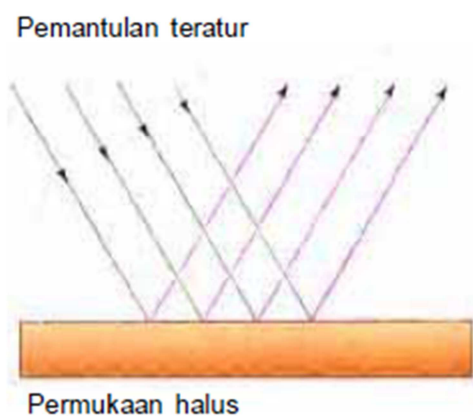


Gambar 8.3. Bayangan umbra dan penumbra

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Tidak semua benda dapat menghalangi cahaya. Benda-benda bening bahkan dapat ditembus cahaya. Misalnya, kaca jendela rumah kita. Pantulan sinar matahari dapat masuk ke ruang tamu rumah kita sehingga ruang tamu tersebut menjadi terang, walaupun ketika itu lampu tidak dinyalakan. Benda-benda bening ini biasanya dinamakan benda *transparans*. Ada benda lain yang dapat meneruskan sebagian cahaya yang datang dan menyebarkan sebagian cahaya yang lainnya. Benda seperti ini dinamakan benda *transluens* atau benda tembus cahaya. Contohnya kain gorden tipis, dan beberapa jenis plastik.

Sifat cahaya lainnya yaitu cahaya dapat dipantulkan. Ketika cahaya mengenai permukaan yang datar dan licin, cahaya akan dipantulkan secara teratur, atau dinamakan **pemantulan teratur** (Gambar 8.4). Misalnya, ketika cahaya mengenai sebuah cermin. Seseorang dapat melihat bayangannya melalui sebuah cermin karena cahaya dipantulkan oleh cermin tersebut.

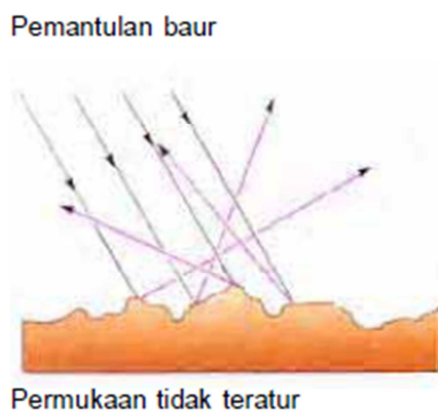


Gambar 8.4. Pemantulan teratur

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Pemantulan oleh sebuah cermin datar memiliki sifat bayangan yang berukuran sama besar dengan ukuran bendanya. Pemantulan oleh cermin cekung memiliki sifat bayangan yang ukurannya lebih besar daripada ukuran bendanya, sedangkan pemantulan oleh cermin cembung memiliki sifat bayangan yang ukurannya lebih kecil daripada ukuran bendanya.

Pemantulan juga tidak selalu mengenai permukaan yang licin dan datar. Adakalanya cahaya dipantulkan oleh permukaan yang kasar, atau biasanya dinamakan **pemantulan baur** (Gambar 8.5). Walaupun pemantulan baur tidak dikehendaki ketika kita berniat untuk melihat bayangan diri kita, akan tetapi pemantulan baur juga sangat berguna dalam kehidupan. Anda perhatikan bahwa pada sebuah ruangan, meskipun lampu pada ruangan tersebut tidak dinyalakan, tetapi ruang tersebut cukup terang pada siang hari. Ini disebabkan cahaya matahari dipantulkan oleh benda-benda di sekitar ruangan tersebut.



Gambar 8.5. Pemantulan baur

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Selain dipantulkan, cahaya dapat pula mengalami pembiasan. Pembiasan cahaya merupakan peristiwa pembelokan cahaya ketika merambat dari suatu medium ke medium lain yang memiliki indeks bias yang berbeda. Pembiasan cahaya terjadi karena adanya perubahan kelajuan gelombang cahaya ketika gelombang cahaya tersebut merambat diantara dua medium berbeda. Gambar 8.6 menunjukkan salah satu contoh pembiasan cahaya.



Gambar 8.6. Pembiasan cahaya

Sumber: IPA untuk SD dan MI Kelas V

Apakah cahaya benar-benar merambat lurus atau berbelok-belok? Bagaimana membuktikan bahwa cahaya dapat dipantulkan dan dapat diuraikan? Untuk lebih jelasnya dalam memahami konsep cahaya ini, marilah kita ikuti Kegiatan Percobaan berikut.

### **Kegiatan Percobaan**

#### **Kegiatan 1**

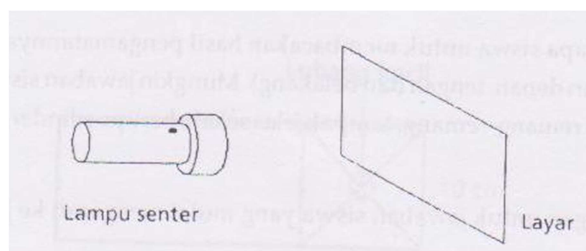
*Kegiatan ini bertujuan untuk memahami perambatan cahaya dan membuktikan bahwa cahaya merambat lurus.*

Alat dan bahan:

- Bak besar
- Lampu senter
- Air sabun
- Kertas putih
- Layar/ karton
- Sisir

Langkah kerja:

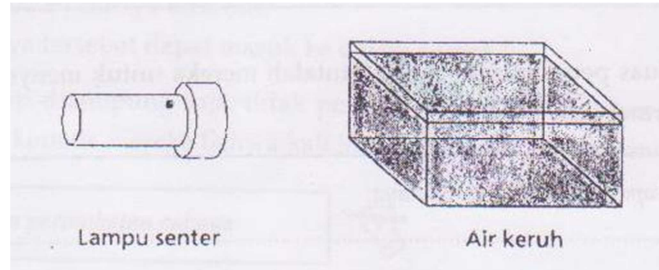
1. Ambillah sebuah senter, nyalakan dan arahkan ke arah layar (kertas putih). Dapatkah Anda melihat berkas cahaya yang keluar dari lampu senter?



Senter dan layar putih

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

2. Siapkan bak besar. Isilah dengan air dan tambahkan sedikit air sabun sehingga air menjadi sedikit keruh. Nyalakan lampu senter, arahkan pada air keruh dari salah satu sisi kotak. Dapatkah Anda melihat cahaya dalam air keruh? Bagaimana lintasan cahaya tersebut?



Bak berisi air keruh dan senter

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

3. Ulangi langkah ke-2, tempatkan sebuah sisir pada bagian depan lampu senter. Apa yang dilihat siswa? Bagaimana lintasan cahaya dalam air keruh? Apa bedanya dengan yang Anda lihat pada langkah ke-2?
4. Apa yang dapat Anda simpulkan?

## Kegiatan 2

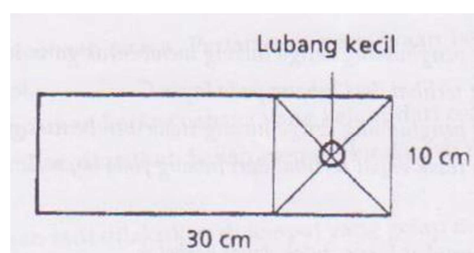
*Kegiatan ini bertujuan untuk memahami perambatan cahaya dan membuktikan bahwa cahaya merambat lurus.*

Alat dan bahan:

- Lilin
- Korek api
- Benang
- Tiga buah layar dari karton

Langkah kerja:

1. Buatlah lubang kecil pada layar di posisi titik yang sama pada ketiga karton tersebut, seperti yang tampak pada gambar berikut.

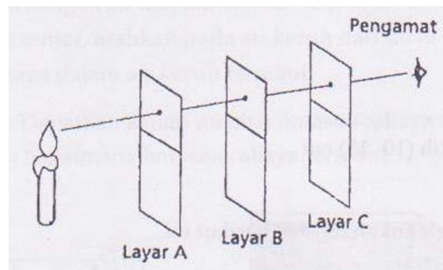


Kertas karton



Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

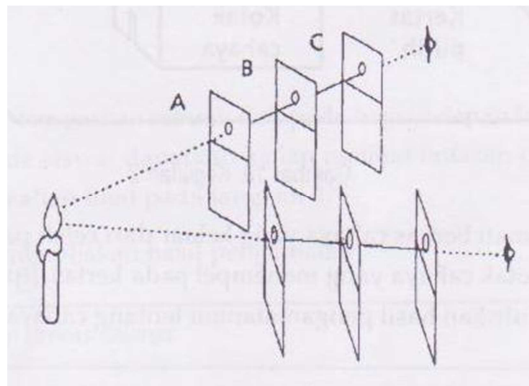
2. Susunlah peralatan seperti tampak pada gambar dibawah. Jika posisi lubang sudah lurus (segaris), amatilah dari belakang lubang pada layar C. Dapatkah Anda melihat cahaya lilin?



Susunan kertas karton

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

3. Geserlah posisi ketiga layar berlubang ke kiri atau ke kanan seperti yang tampak pada gambar berikut. Pastikan ketiga lubang tetap segaris, dengan cara menarik benang melalui lubang-lubang tersebut. Amati! Dapatkah Anda melihat cahaya lilin dari setiap posisi?



Susunan kertas karton setelah digeser

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

4. Aturkan kembali posisi ketiga lubang sehingga berada dalam garis lurus. Kemudian geserlah layar A ke kiri atau ke kanan. Amati apakah benang penghubung ketiga lubang membentuk garis lurus. Lalu amati dari belakang lubang pada layar C, dapatkah Anda melihat cahaya lilin?
5. Lakukan seperti langkah ke-4, tetapi yang digeser layar B. Apakah benang penghubung ketiga lubang membentuk garis lurus. Lalu amati dari belakang lubang pada layar C, dapatkah Anda melihat cahaya lilin?

### Kegiatan 3

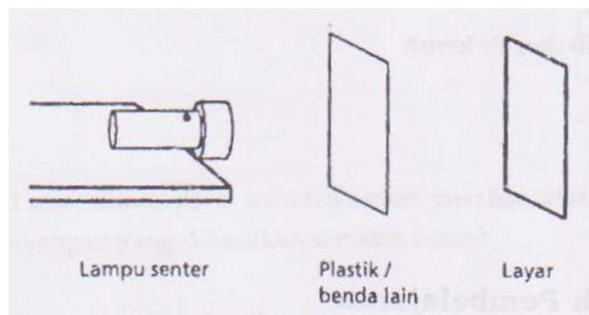
Kegiatan ini bertujuan untuk mengobservasi benda-benda tembus cahaya dan benda tidak tembus cahaya.

Alat dan bahan:

- Lampu senter
- Layar
- Plastik bening
- Karton
- Tisu
- Tripleks
- Gelas kosong
- Gelas berisi air
- Buku tebal
- Air sabun

Langkah kerja:

1. Susunlah lampu senter dan layar sesuai dengan yang tampak pada gambar.



Susunan alat

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

2. Nyalakan lampu senter, tempatkan plastik di antara layar dan senter. Amati cahaya pada layar.
3. Ambil plastik bening, kemudian gantikan dengan benda-benda lain yang telah disiapkan secara bergantian. Amati cahaya pada layar.
4. Catatlah hasil pengamatan pada Tabel berikut.

**Tabel Pengamatan terhadap Benda Bening, Benda Gelap, dan Benda Keruh**

No	Nama Benda	Cahaya pada Layar		
		Terang	Samar-samar	Tidak Tampak
1	Plastik bening (tidak berwarna)			

2	Karton			
3	Tripleks			
4	Gelas kosong			
5	Gelas berisi air jernih			
6	Buku tebal			
7	Tisu			
8	Gelas berisi air keruh/ air sabun			

#### **Kegiatan 4**

*Kegiatan ini bertujuan untuk mengobservasi benda-benda yang sulit ditembus cahaya.*

Alat dan bahan:

- Bak besar
- Lampu senter
- Penyangga lampu senter
- Gelas
- Air sabun/ air susu/ air keruh
- Layar
- Kelereng/ uang logam

Langkah kerja:

1. Letakkan sebuah gelas jernih (tegak) di atas meja demonstrasi.
2. Tuangkan air keruh ke dalam gelas.
3. Prediksikanlah apakah kelereng masih bisa dilihat dengan jelas bila dimasukkan ke dalam air keruh.
4. Masukkan kelereng ke dalam gelas yang diisi air keruh. Amatilah. Apakah kelereng masih dapat dilihat? Cocokkan dengan dugaan Anda.

#### **Kegiatan 5**

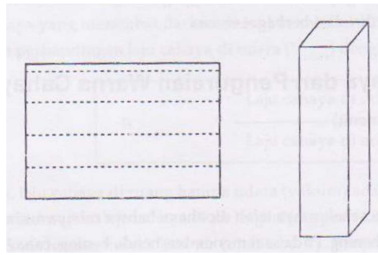
*Kegiatan ini merupakan kegiatan merancang sebuah periskop sederhana.*

Alat dan bahan:

- 2 cermin datar (5x5 cm)
- Kertas karton
- Lem kertas
- Gunting

Langkah kerja:

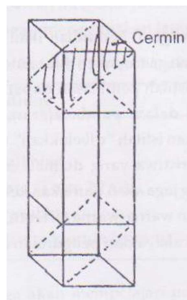
1. Lipatlah kertas/ karton sesuai dengan garis-garis petunjuk untuk membuat .



Lipatan karton

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

2. Gunting salah satu sisi ujung kotak, serta buatlah lubang dengan arah menyerong untuk menempatkan cermin. Atur agar posisi cermin tetap.



Posisi cermin

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

3. Anda telah memiliki periskop sederhana. Tegakkan periskop. Putar-putar posisi periskop agar lubang pengintai mengarah pada suatu objek tertentu.
4. Amati cermin bawah melalui lubang pengintai.
5. Apa yang dapat Anda amati?

## Kegiatan 6

*Kegiatan ini bertujuan untuk mengamati pembelokan cahaya ketika melewati dua media yang berbeda.*

Alat dan bahan:

- Kotak cahaya
- Prisma kaca
- Baterai (1,5 V)
- Kaca datar paralel / balok kaca (1x3x5 cm)
- Kertas HVS/ kertas gambar
- Cangkir
- Uang logam

Langkah kerja:

1. Masukkan uang logam ke dalam cangkir.
2. Amati sambil berjalan mundur sampai uang logam tidak nampak.
3. Jika uang logam sudah tidak nampak lagi, tetaplah Anda berdiri di posisi itu dengan pandangan tetap ke arah cangkir.
4. Mintalah rekan Anda untuk memasukkan air sedikit demi sedikit ke dalam cangkir, usahakan jangan sampai mengubah posisi uang logam.
5. Apa yang Anda temukan dan simpulkan?

### **Kegiatan 7**

*Kegiatan ini bertujuan untuk mengamati pernguraian cahaya putih menjadi berbagai warna cahaya.*

Alat dan bahan:

- Gelar
- Air
- Lampu senter
- Kertas putih
- Kursi

Langkah kerja:

1. Letakkan selembar kertas putih di atas lantai dekat dengan kaki kursi.
2. Buatlah ruangan menjadi gelap, kemudian peganglah lampu senter yang telah dinyalakan dengan sudut tertentu ke arah permukaan air dalam gelas.
3. Perhatikan warna-warna yang terbentuk di permukaan kertas putih.
4. Apa yang dapat Anda simpulkan

Setelah Anda mengikuti Kegiatan Percobaan tersebut, tentu Anda menjadi lebih memahami bagaimana proses perambatan cahaya, bagaimana cahaya merambat lurus, serta bagaimana pemantulan dan pembiasan cahaya. Agar lebih memantapkan pemahaman Anda mengenai konsep cahaya, marilah kita lanjutkan pembahasan kita secara lebih mendalam.

### **B. Gelombang Cahaya**

Disadari atau tidak, cahaya memegang peranan penting dalam proses penerimaan informasi melalui organ mata, yakni melihat. Setiap benda yang ada di sekeliling kita dapat dilihat oleh mata karena adanya cahaya. Cahaya itu sendiri dihasilkan dari suatu sumber cahaya. Setidaknya terdapat

dua jenis sumber cahaya yang kita kenal: sumber cahaya alami, seperti matahari dan bintang-bintang; dan sumber cahaya buatan, seperti lampu senter, lilin, dan sejenisnya.

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik transversal dengan panjang gelombang antara 400 nm hingga 600 nm. Karena merupakan gelombang elektromagnetik, cahaya tidak memerlukan medium sebagai media perambatannya. Artinya, walaupun tidak ada medium, gelombang cahaya dapat merambat dari suatu sumber cahaya ke penerima gelombang cahaya. Misalnya, meskipun kita ketahui bahwa di ruang angkasa itu tidak ada udara (hampa udara), cahaya atau gelombang cahaya, yakni cahaya matahari dapat sampai hingga ke bumi.

Sifat-sifat dari cahaya diantaranya:

- a. Cahaya merambat lurus;
- b. Cahaya dapat menembus benda bening (benda transparan);
- c. Cahaya dapat dipantulkan;
- d. Cahaya dapat dibiaskan (bila melalui dua medium dengan indeks bias yang berbeda);
- e. Cahaya monokromatis (cahaya putih) dapat diuraikan menjadi beberapa cahaya berwarna;
- f. Cahaya memiliki energi;
- g. Cahaya dapat berbentuk gelombang maupun berbentuk partikel;
- h. Cahaya dapat merambat tanpa medium perantara;
- i. Cahaya dipancarkan dalam bentuk radiasi.

### **C. Pemantulan Cahaya**

Salah satu sifat dari gelombang adalah apabila melewati suatu penghalang, maka gelombang akan dipantulkan. Demikian pula halnya untuk gelombang cahaya, apabila melewati suatu permukaan maka akan dipantulkan. Misalnya, ketika cahaya matahari mengenai permukaan air, permukaan benda-benda di sekitar kita, atau yang paling umum yaitu pemantulan pada cermin.

Berdasarkan jenis pemantulannya, pemantulan cahaya terbagi menjadi pemantulan teratur dan pemantulan baur. Pemantulan teratur terjadi manakala berkas cahaya mengenai permukaan atau bidang pantul yang rata (misalnya permukaan cermin datar), sehingga arah sinar pantulnya sejajar. Anda dapat melihat kembali Gambar 8.4. Pemantulan baur terjadi manakala berkas cahaya mengenai permukaan atau bidang pantul yang tidak rata (misalnya permukaan logam kasar atau permukaan tembok), sehingga arah sinar pantulnya menjadi tersebar ke segala arah. Anda dapat melihat kembali Gambar 8.5.

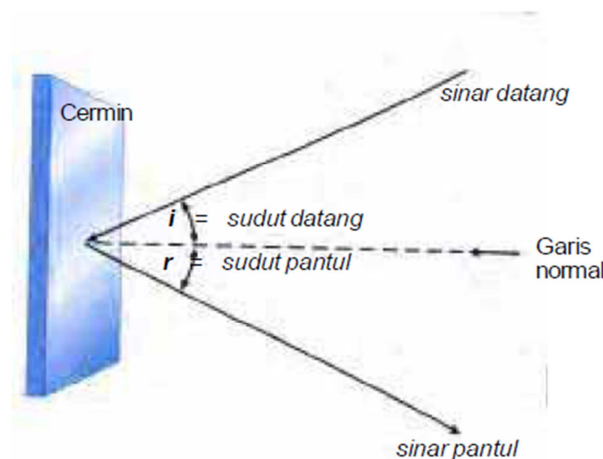
### a. Hukum Pemantulan Cahaya

Cahaya yang mengenai suatu permukaan atau bidang pantul akan dipantulkan. Mekanisme pemantulan yang terjadi dapat diselidiki dengan menggunakan sebuah alat yang dinamakan cakram optik, dan berdasarkan hasil pengukuran diperoleh hukum pemantulan cahaya sebagai berikut:

- Berkas sinar datang, sinar pantul, dan garis normal berada pada bidang datar dan berpotongan di satu titik.
- Sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul.

dimana:

- ✓ garis normal merupakan garis yang tegak lurus bidang pantul;
- ✓ sudut datang merupakan sudut antara sinar datang dan garis normal; dan
- ✓ sudut pantul merupakan sudut antara sinar pantul dan garis normal.



Gambar 8.7. Pemantulan cahaya

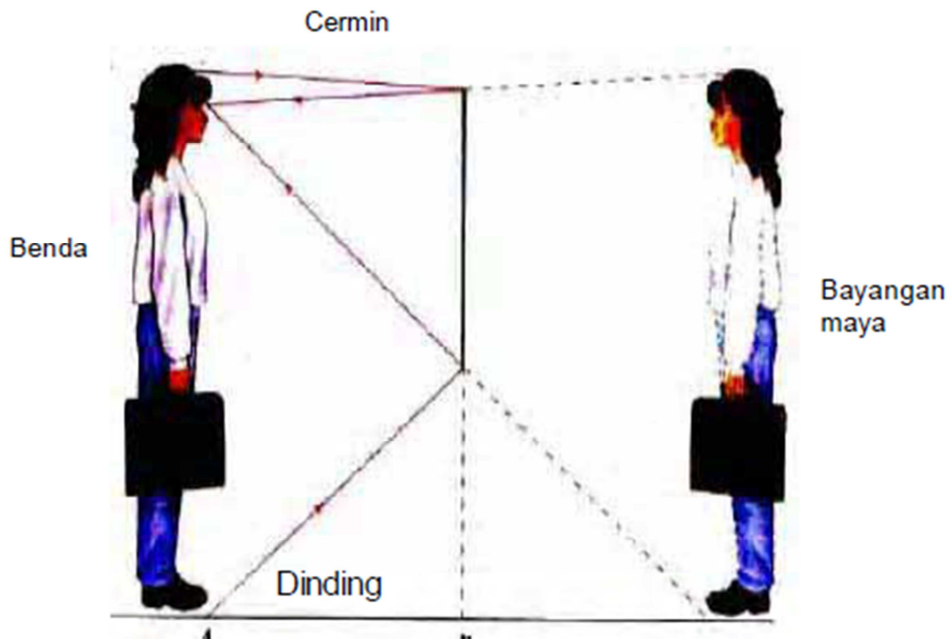
Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

### b. Pemantulan cahaya pada Cermin

Cermin merupakan suatu bidang licin yang dapat memantulkan seluruh cahaya yang jatuh padanya. Secara garis besar cermin dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu cermin datar, cermin cekung dan cermin cembung. Karakteristik pemantulan oleh masing-masing cermin ini berbeda-beda, sehingga pembentukan bayangannya pun akan berbeda-beda pula. Ada dua jenis bayangan yang dibentuk dari pemantulan, yaitu **bayangan nyata** dan **bayangan maya**. Bayangan nyata merupakan bayangan yang terbentuk dari perpotongan garis cahaya-cahaya pantul. Bayangan nyata dapat ditangkap oleh layar. Bayangan maya merupakan bayangan yang terbentuk dari perpotongan perpanjangan garis cahaya-cahaya pantul. Bayangan maya tidak dapat ditangkap oleh layar, tetapi bayangan dapat dilihat di cermin yang dibentuk dari perpanjangan cahaya pantul di belakang cermin.

### i. Pemantulan cahaya pada Cermin Datar

Cermin datar merupakan cermin yang permukaannya pantulnya berupa bidang datar. Cahaya yang jatuh atau mengenai cermin datar akan dipantulkan kembali dan memenuhi hukum pemantulan. Bila sebuah benda diletakkan di depan cermin datar, maka adanya pemantulan cahaya menyebabkan bayangan pada cermin datar, dan bayangan benda terletak pada perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantulnya. Sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin datar adalah **maya**, **tegak**, dan **sama besar**.



Gambar 8.8. Pemantulan pada cermin datar

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

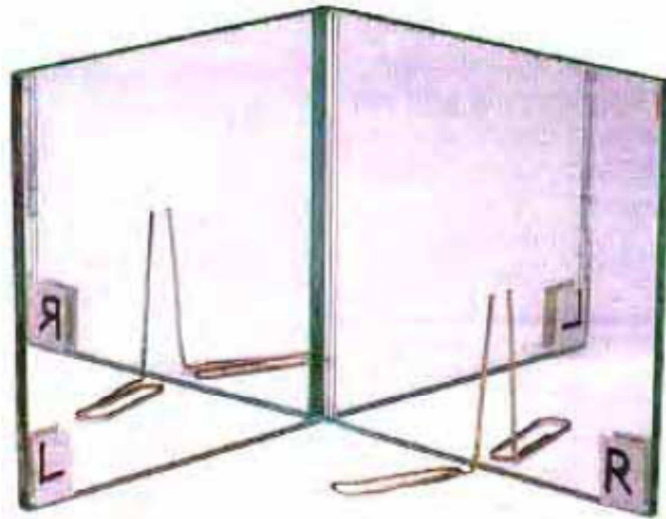
Pada kasus khusus, bila ada dua buah cermin disusun sedemikian rupa hingga membentuk sudut tertentu, maka banyaknya bayangan yang terbentuk adalah:

$$n = \frac{360^\circ}{\theta} - 1$$

dengan :  $n$  = banyaknya bayangan yang terbentuk.

$\theta$  = sudut apit diantara dua cermin.





Gambar 8.9. Pembentukan bayangan pada dua cermin yang membentuk sudut.

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

**Contoh Soal 1:**

Berapakah banyaknya bayangan yang dibentuk dari suatu benda apabila dua buah cermin membentuk sudut  $45^\circ$ ?

Pembahasan:

Diketahui:  $\theta = 45^\circ$

Ditanyakan:  $n = ?$

Jawab:

$$n = \frac{360^\circ}{\theta} - 1 = \frac{360^\circ}{45^\circ} - 1 = 7$$

Jadi, banyaknya bayangan yang terbentuk adalah 7 buah.

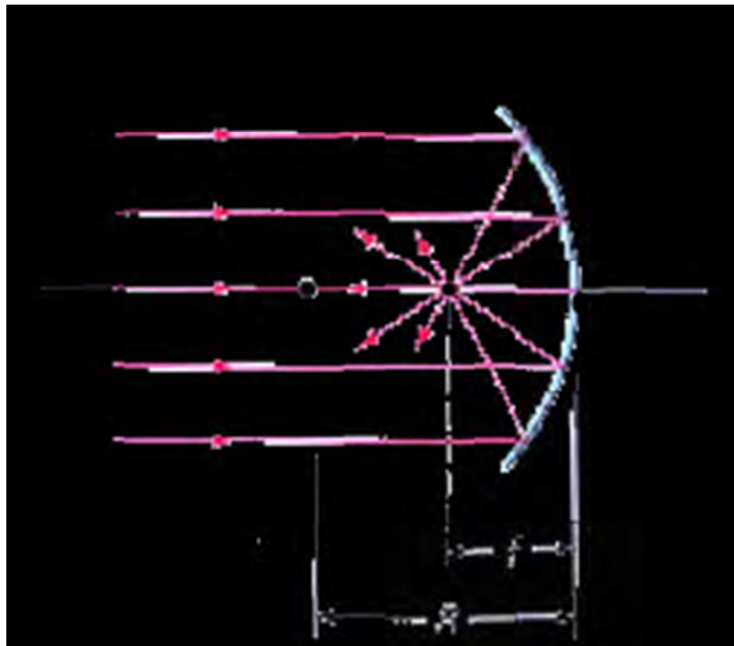
**ii. Pemantulan cahaya pada Cermin Cekung**

Tidak semua permukaan cermin berupa bidang datar. Ada juga cermin yang permukaannya melengkung, seperti cermin cekung dan cermin cembung. Marilah kita mulai pembahasan ini dengan membicarakan cermin cekung terlebih dahulu. Apa itu cermin cekung?

Cermin cekung merupakan cermin yang permukaannya melengkung ke arah dalam. Anda dapat menemukan contoh yang hampir mirip dengan cermin cekung, yaitu pada permukaan sendok bagian dalam atau bagian reflektor sebuah senter.

Pada cermin cekung terdapat beberapa titik penting, yaitu titik fokus (F), titik pusat kelengkungan (C), dan titik pusat optik (A). Pada cermin cekung, jarak antara titik pusat optik

terhadap titik pusat kelengkungan dinamakan jari-jari kelengkungan ( $R$ ), dan nilainya positif. Panjang jari-jari kelengkungan cermin cekung adalah 2 kali panjang jarak fokus. (Gambar 8.10).



Gambar 8.10. Cermin cekung

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Pembentukan bayangan pada cermin cekung dapat digambarkan oleh **tiga sinar istimewa**. Apa saja ketiga sinar istimewa tersebut? Mari kita perhatikan.

1. Sinar 1: Sinar yang datang sejajar dengan sumbu utama cermin dipantulkan melalui titik fokus.
2. Sinar 2: Sinar yang datang melalui titik titik fokus dipantulkan sejajar dengan sumbu cermin.
3. Sinar 3: Sinar yang datang melalui titik pusat kelengkungan cermin dipantulkan kembali sepanjang jalan yang sama pada saat datang.

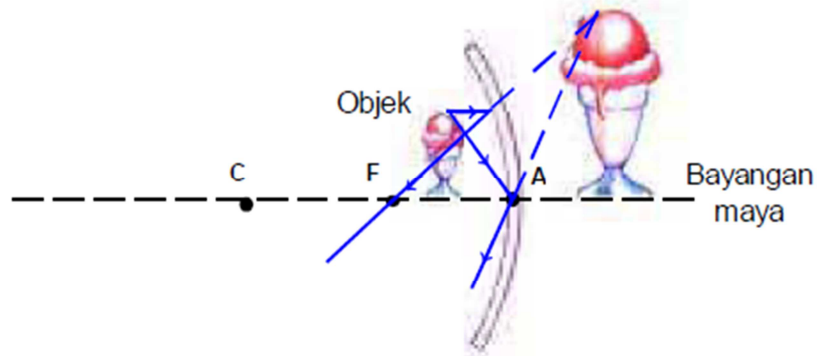
Untuk lebih memahami penjabaran sinar-sinar istimewa ini, perhatikan Gambar 8.11. Sifat-sifat bayangan yang dibentuk atau dihasilkan oleh cermin cekung bergantung pada posisi bendanya. Dengan melukiskan beberapa dari ketiga sinar-sinar istimewa ini, kita dapat menentukan bayangan yang dibentuk oleh cermin cekung berikut sifat-sifat bayangannya.



Gambar 8.11. Tiga sinar istimewa pada cermin cekung

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

**Benda yang terletak di antara titik fokus (F) dan titik pusat optik (A) akan menghasilkan bayangan maya, tegak, diperbesar** (Gambar 8.12). Pada Gambar 8.12, sinar yang datang melalui pusat optik (A) cermin akan dipantulkan dengan sudut pantul yang sama dengan sudut datang dan sinar yang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus.

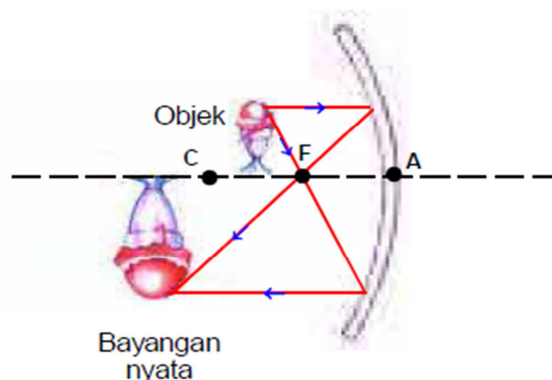


**A** Benda terletak di antara puncak cermin dan titik fokus

Gambar 8.12. Benda terletak di antara titik pusat optik (A) dan titik fokus (F)

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

**Benda yang terletak di antara titik fokus (F) dan titik pusat kelengkungan (C) akan menghasilkan bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar** (Gambar 8.13). Pada gambar 8.13, sinar yang sejajar sumbu utama cermin akan dipantulkan melalui titik fokus dan sinar yang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama cermin.

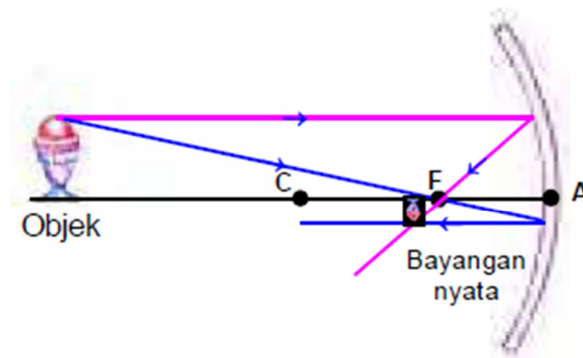


**B** Benda terletak di antara titik fokus dan titik pusat kelengkungan cermin

Gambar 8.13. Benda terletak di antara titik pusat kelengkungan cermin (C) dan titik fokus (F)

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Benda yang terletak di belakang titik pusat kelengkungan cermin (C) akan menghasilkan bayangan **nyata, terbalik, diperkecil** (Gambar 8.14). Pada Gambar 8.14, sinar yang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus dan sinar yang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama cermin.

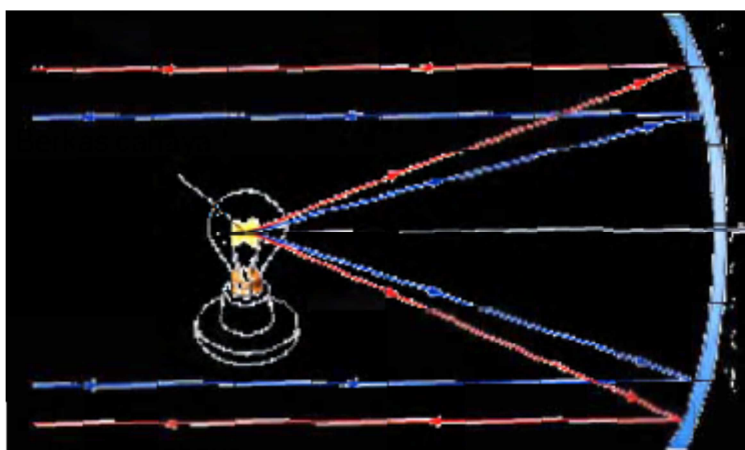


**C** Benda terletak di belakang titik pusat kelengkungan cermin

Gambar 8.14. Benda terletak di belakang titik pusat kelengkungan cermin (C)

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Bagaimana halnya apabila benda berada tepat pada titik fokus cermin? Bila benda diletakkan tepat pada titik fokus cermin, maka cermin akan memantulkan semua sinar sejajar sumbu utama, sehingga tidak ada sinar yang berpotongan. Dengan demikian, **bila benda diletakkan tepat pada titik fokus cermin, maka tidak ada bayangan yang dibentuk (dihasilkan)** (Gambar 8.15).



Gambar 8.15. Benda terletak pada titik fokus (F)

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

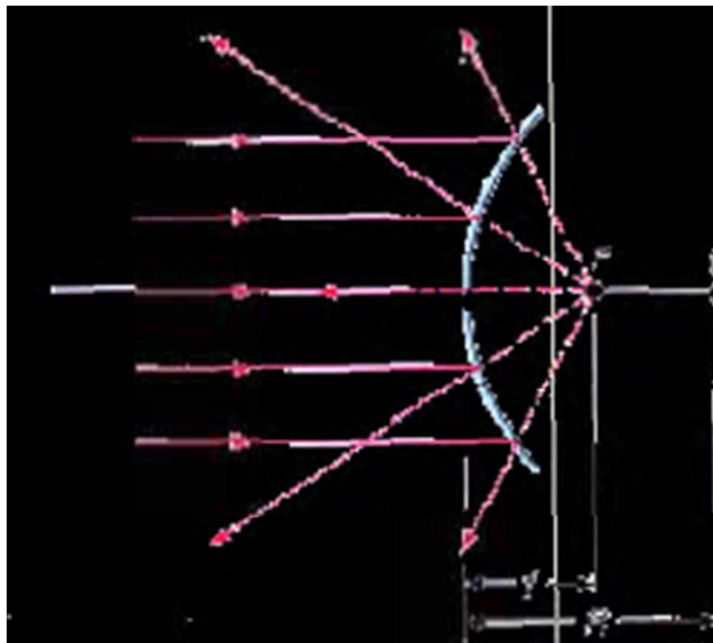
### iii. Pemantulan cahaya pada Cermin Cembung

Sebelumnya dikatakan bahwa cermin yang permukaannya melengkung terdiri dari cermin cekung dan cermin cembung. Anda tentu sudah memahami sifat-sifat bayangan yang dihasilkan

oleh cermin cekung. Selanjutnya kita akan melanjutkan dengan membahas cermin cembung. Spion kendaraan bermotor merupakan salah satu contohnya. Jadi apa yang dimaksud dengan cermin cembung?

Cermin cembung merupakan cermin yang permukaannya melengkung ke arah luar. Bila Anda mengamati bayangan diri sendiri menggunakan cermin cembung, tentu Anda akan melihat bahwa bayangannya akan berukuran lebih kecil daripada diri Anda sendiri. Ya, cermin cembung menghasilkan bayangan yang lebih kecil dari bendanya.

Pada cermin cembung terdapat beberapa titik penting yang mirip dengan pada cermin cekung, yakni titik fokus (F), titik pusat kelengkungan (C), dan titik pusat optik (A). Pada cermin cembung, jarak antara titik pusat optik terhadap titik pusat kelengkungan dinamakan jari-jari kelengkungan (R) dan nilainya negatif. Panjang jari-jari kelengkungan cermin cekung adalah 2 kali panjang jarak fokus. Perhatikan Gambar 8.16.



Gambar 8.16. Cermin cembung

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Sebagaimana halnya pada cermin cekung, pembentukan bayangan pada cermin cembung juga dapat digambarkan oleh **tiga sinar istimewa**. Ketiga sinar istimewa tersebut antara lain:

1. Sinar 1: Sinar yang sejajar sumbu utama cermin dipantulkan seolah-olah keluar dari titik fokus internal.
2. Sinar 2: Sinar yang datang menuju titik fokus internal akan dipantulkan sejajar sumbu utama.
3. Sinar 3: Sinar yang datang menuju titik pusat kelengkungan internal cermin dipantulkan seolah-olah keluar dari titik pusat kelengkungan internal cermin.

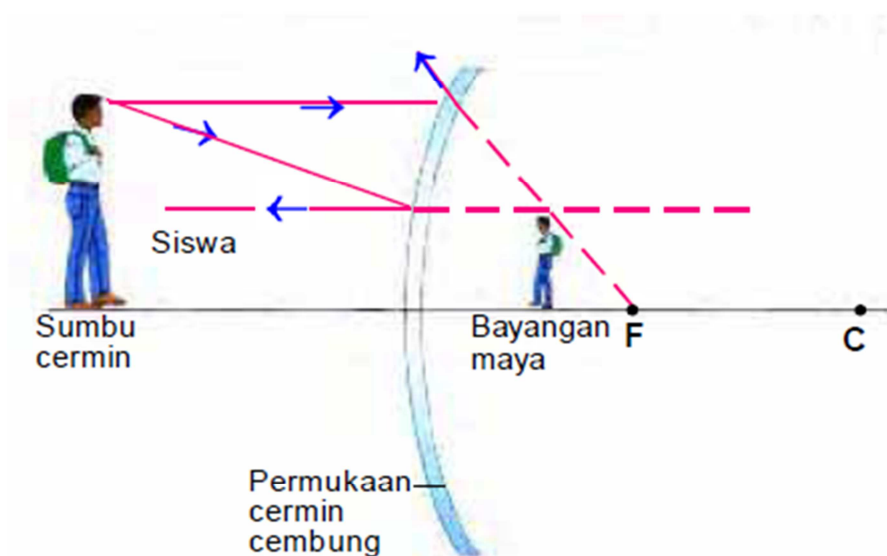
Untuk memahami penjabaran sinar-sinar istimewa di atas perhatikan Gambar 8.17 berikut. Bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung dapat digambarkan dengan bantuan sinar-sinar istimewa tersebut.



Gambar 8.17. Tiga sinar istimewa pada cermin cembung

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

**Benda yang terletak dihadapan cermin cembung akan menghasilkan bayangan maya, tegak, diperkecil** (Gambar 8.18). Pada Gambar 8.18, sinar yang datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan seolah-olah keluar dari titik fokus dan sinar yang menuju titik fokus cermin akan dipantulkan sejajar sumbu utama. Perpotongan perpanjangan sinar yang keluar dari titik fokus dan sinar yang sejajar sumbu utama hasil pantulan sinar yang datang menuju titik fokus membentuk bayangan maya.



Gambar 8.18. Benda terletak di depan cermin cembung

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Perbedaan antara bayangan nyata dan bayangan maya pada cermin dapat dilihat pada Tabel 8.1 berikut.

Tabel 8.1. Perbedaan bayangan nyata dan bayangan maya pada cermin

Bayangan nyata	Bayangan maya
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Merupakan perpotongan dari sinar-sinar pantul</li> <li>- Dapat ditangkap oleh layar</li> <li>- Selalu terbalik</li> <li>- Kadang diperbesar (benda antara F dan C), kadang diperkecil (benda lebih jauh dari C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Merupakan perpotongan dari perpanjangan sinar-sinar pantul</li> <li>- Tidak dapat ditangkap oleh layar</li> <li>- Selalu tegak</li> </ul>

**Persamaan pada Cermin Cekung dan Cermin Cembung**

Baik pada cermin cekung maupun pada cermin cembung, hubungan jarak benda ( $s$ ), jarak bayangan ( $s'$ ), jari-jari kelengkungan cermin ( $R$ ), dan jarak fokus ( $f$ ) dinyatakan oleh persamaan:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

dengan:  $s$  = jarak benda ke cermin (m)  
 $s'$  = jarak bayangan ke cermin (m)  
 $f$  = jarak fokus cermin (m)

Kita ketahui bahwa panjang jari-jari kelengkungan cermin adalah dua kali jarak fokusnya,  $R = 2f$ , atau  $f = \frac{1}{2}R$  sehingga persamaan di atas dapat dituliskan:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R}$$

dengan:  $s$  = jarak benda ke cermin (m)  
 $s'$  = jarak bayangan ke cermin (m)  
 $R$  = jari-jari kelengkungan cermin (m)

Dalam menggunakan persamaan pada cermin cekung maupun cermin cembung, ada sejumlah aturan-aturan tanda berikut.

1. Untuk cermin cekung,  $f$  dan  $R$  bertanda positif (+)
2. Untuk cermin cembung,  $f$  dan  $R$  bertanda negatif (-)
3. Jarak benda ( $s$ ) bertanda positif untuk benda nyata (di depan cermin) dan bertanda negatif untuk benda maya (di belakang cermin)
4. Jarak bayangan ( $s'$ ) bertanda positif untuk bayangan nyata (di depan cermin) dan bertanda negatif untuk bayangan maya (di belakang cermin).

Pembesaran bayangan pada cermin dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$M = \left| \frac{h'}{h} \right| = \left| \frac{s'}{s} \right|$$

Tanda harga mutlak (| |) menyatakan harga M selalu positif.

**Contoh Soal 2:**

Sebuah benda terletak 14 cm di depan cermin cembung yang memiliki jari-jari kelengkungan 20 cm. Berapakah jarak bayangannya?

Penyelesaian:

Diketahui : Jarak benda (s) = 14 cm (di depan cermin)  
Jari-jari kelengkungan (R) = -20 cm (cermin cembung)

Ditanya : Jarak bayangan (s') ?

**Jawab:**

$$\begin{aligned}\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} &= \frac{2}{R} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{2}{R} - \frac{1}{s} \\ &= \frac{2}{-20} - \frac{1}{14} \\ &= \frac{-1}{10} - \frac{1}{14} = \frac{-14 - 10}{140} = \frac{-24}{140} \\ s' &= -\frac{140}{24} = -5,8 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi, jarak bayangannya adalah 5,8 cm di belakang cermin.

**Contoh Soal 3:**

Sebuah benda terletak 10 cm di depan cermin cekung yang jarak fokusnya 15 cm. Hitung berapa jarak bayangannya dan dimana letaknya?

Penyelesaian:

Diketahui : Jarak benda (s) = 10 cm (di depan cermin)  
Jarak fokus (f) = 15 cm (cermin cekung)

Ditanya : Jarak bayangan (s') ?

**Jawab:**

$$\begin{aligned}\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{s} \\ &= \frac{1}{15} - \frac{1}{10} = \frac{2}{30} - \frac{3}{30} = \frac{-1}{30} \\ s' &= -30 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi, jarak bayangannya adalah 30 cm dan terletak di belakang cermin (karena tandanya negatif).



#### Contoh Soal 4:

Sebuah benda terletak 180 cm di depan sebuah cermin cekung yang jari-jari kelengkungannya 120 cm. Bila tinggi benda adalah 30 cm, berapakah tinggi bayangannya?

Penyelesaian:

Diketahui : Jarak benda ( $s$ ) = 180 cm (di depan cermin)

Jari-jari kelengkungan ( $R$ ) = 120 cm (cermin cekung)

Tinggi benda ( $h$ ) = 30 cm

Ditanya : Tinggi bayangan ( $h'$ )?

**Jawab:**

$$\begin{aligned}\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} &= \frac{2}{R} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{2}{R} - \frac{1}{s} \\ &= \frac{2}{120} - \frac{1}{180} = \frac{3}{180} - \frac{1}{180} = \frac{2}{180} \\ s' &= \frac{180}{2} = 90 \text{ cm}\end{aligned}$$

Pembesaran bayangan ( $M$ ):

$$\begin{aligned}M &= \left| \frac{h'}{h} \right| = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{90}{180} \right| = \frac{1}{2} \\ \left| \frac{h'}{h} \right| &= \frac{1}{2} \\ h' &= \frac{1}{2}h = \frac{1}{2}(30) = 15 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi, tinggi bayangannya adalah 15 cm.

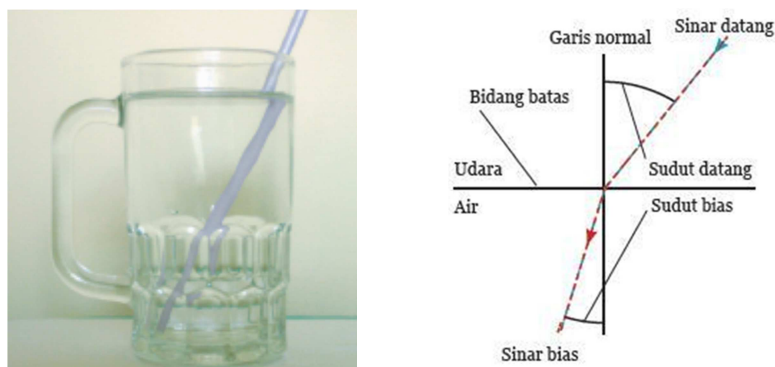
#### D. Pembiasan Cahaya

Pada tinjauan sebelumnya dikatakan bahwa salah satu sifat cahaya merambat lurus. Apa yang terjadi apabila cahaya bergerak melewati zat atau benda lain yang berbeda indeks biasnya, seperti dari udara ke kaca, atau dari udara ke air? Ternyata kecepatan gelombang cahaya berubah dan arah rambatnya mengalami pembelokkan. Peristiwa ini dinamakan **pembiasan cahaya**.

Pembiasan cahaya merupakan pembelokkan gelombang cahaya yang disebabkan adanya perubahan kelajuan gelombang cahaya ketika cahaya merambat melalui dua zat yang indeks biasnya berbeda (Gambar 8.19). Dengan demikian, pembiasan cahaya ini sangat ditentukan oleh indeks bias bahannya.

**a. Indeks bias medium**

Indeks bias suatu zat merupakan perbandingan cepat rambat cahaya pada udara dengan cepat rambat cahaya pada medium atau zat lain. Semakin besar indeks bias suatu benda, semakin besar cahaya dibelokkan oleh zat tersebut. Besarnya pembiasan juga bergantung pada panjang gelombang cahaya. Dalam spektrum cahaya tampak, panjang gelombang cahaya beragam dari gelombang merah dengan panjang gelombang merah yang terpanjang sampai panjang gelombang ungu yang paling pendek.



Gambar 8.19. Pembiasan cahaya pada udara-air

Sumber: Senang Belajar IPA Kelas V SD Depdiknas

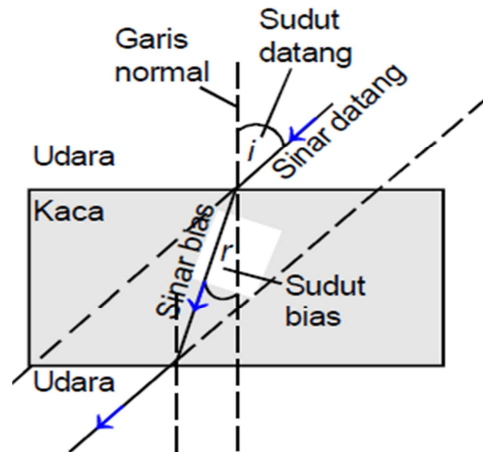
Tabel 8.2. Indeks bias beberapa zat.

Nama zat	n	Nama zat	n
Udara (0 °C, 76 cmHg)	1,00029	Gliserin	1,48
Hidrogen (0 °C, 76 cmHg)	1,00013	Balsem kanada	1,53
Karbon dioksida (0 °C, 76 cmHg)	1,00045	Karbon disulfida	1,62
Air	1,33	Kaca kuarsa	1,45
Es	1,31	Intan	2,42
Etanol	1,36	Kaca korona	1,53
Benzena	1,50	Kaca flinta	1.58

**b. Hukum Pembiasan**

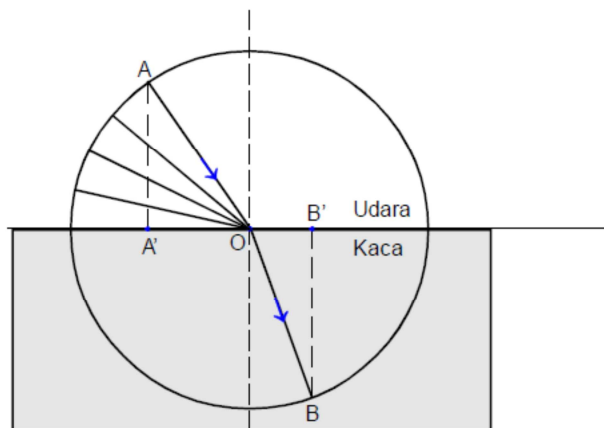
Pada penjelasan sebelumnya dikatakan bahwa ketika cahaya melewati bidang batas dua bahan yang memiliki perbedaan indeks bias, maka cahaya akan dibiaskan. Misalnya, ketika ada seberkas sinar laser yang diarahkan pada sebuah permukaan kaca planparalel (Gambar 8.14), maka berkas sinar laser akan dibelokkan tepat di perbatasan antara udara-kaca. Sinar datang dari udara dibiaskan dalam kaca mendekati garis normal. Demikian pula ketika sinar keluar dari kaca menuju udara, sinar dibiaskan kembali.

Bila besar sudut datangnya sinar diubah-ubah, maka besar sudut sinar bias pun akan berubah (Gambar 8.20). “Perbandingan proyeksi sinar datang dan sinar bias ternyata merupakan bilangan yang tetap”. Orang pertama yang menemukan bahwa terdapat perbandingan yang tetap antara proyeksi sinar datang dengan proyeksi sinar bias adalah seorang ilmuwan Belanda yang bernama Willebrord Snell. Oleh karena itu, pernyataan tersebut dinamakan hukum Snell, atau lebih dikenal dengan hukum Snellius.



Gambar 8.20. Pembiasan sinar laser pada kaca planparalel

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas



Gambar 8.21. Lintasan sinar dari udara-kaca dengan sudut yang berbeda

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

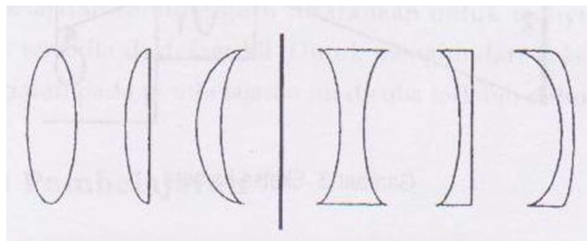
Bagaimana bunyi hukum Snellius? Hukum Snellius atau hukum pembiasan menyatakan bahwa:

- Sinar datang, sinar bias, dan garis normal terletak pada satu bidang datar dan ketiganya berpotongan di satu titik.
- Apabila sinar melalui dua medium yang berbeda, maka hubungan sinar datang, sinar bias, dan indeks bias medium dinyatakan oleh persamaan:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_1}{n_2}$$

### c. Pembiasan pada Lensa

Pada dasarnya pembiasan dapat terjadi pada beberapa benda bening, seperti air, kaca, lensa, prisma, dan sejenisnya. Akan tetapi yang akan dibicarakan disini adalah pembiasan pada lensa, baik lensa cembung (konveks) maupun lensa cekung (konkaf). Lensa cembung merupakan lensa yang bagian tengahnya lebih tebal dibandingkan bagian tepinya. Ada tiga jenis lensa cembung, yaitu lensa cembung ganda (bikonveks), lensa cembung-datar (plankonveks), dan lensa cembung-cekung (konveks-konkaf). Lensa cekung merupakan lensa yang bagian tengahnya lebih tipis dibandingkan bagian tepinya. Ada tiga jenis lensa cekung, yaitu lensa cekung ganda (bikonkaf), lensa cekung-datar (plankonkaf), dan lensa cekung-cembung (konkaf-konveks).

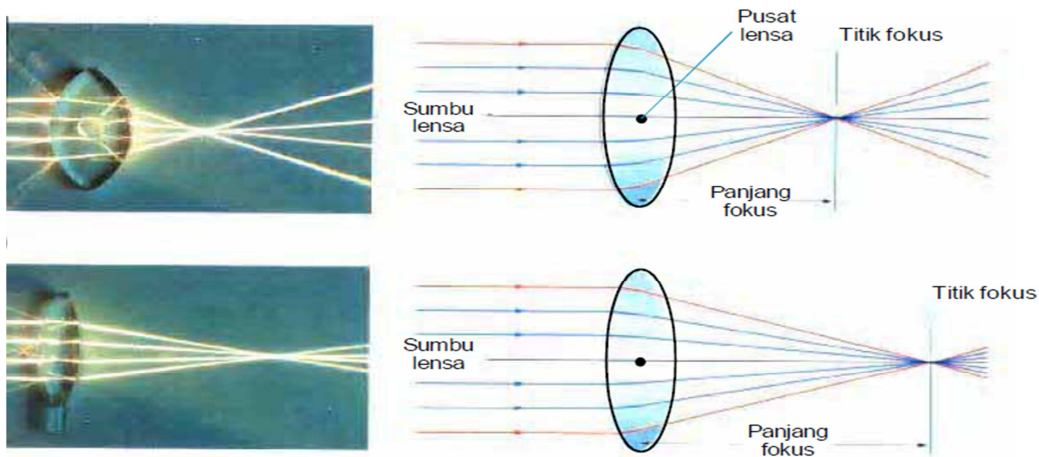


Gambar 8.22 Lensa cembung dan lensa cekung

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

### i. Pembiasan pada Lensa Cembung

Lensa cembung dinamakan pula lensa *konvergen* karena lensa cembung memfokuskan (mengumpulkan) berkas sinar sejajar yang diterimanya. Disini kita hanya akan membahas lensa yang kedua permukaannya cembung (bikonveks). Karena lensa cembung seperti ini memiliki dua buah permukaan lengkung, maka lensa cembung memiliki dua jari-jari kelengkungan dan dua titik fokus. Seperti halnya pada cermin, jari-jari kelengkungan lensa adalah dua kali jarak fokusnya ( $R = 2F$ ). Untuk lensa cembung, jari-jari kelengkungan ( $R$ ) dan titik fokus ( $f$ ) bertanda positif (+), sehingga lensa cembung sering dinamakan *lensa positif*.

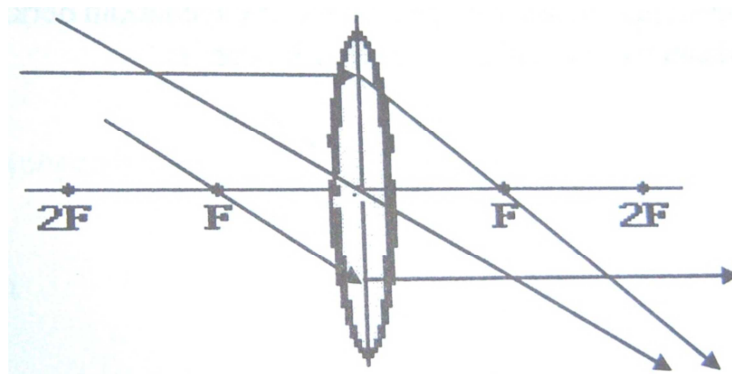


Gambar 8.23. Lensa Cembung

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Dari Gambar 8.23 terlihat bahwa panjang fokus lensa cembung bergantung pada ketebalan lensa itu sendiri. Jika lensanya lebih tebal, maka panjang fokusnya menjadi lebih pendek. Pada pembiasan cahaya oleh lensa cembung dikenal tiga sinar istimewa (Gambar 8.24), yaitu:

- Berkas sinar yang sejajar sumbu utama dibiaskan melalui titik fokus utama (F).
- Berkas sinar yang datang/melalui titik fokus dibiaskan sejajar sumbu utama.
- Berkas sinar yang melalui titik pusat optik (O) diteruskan tanpa dibiaskan.



Gambar 8.24. Sinar istimewa pada lensa cembung

Untuk menentukan bayangan oleh lensa cembung diperlukan sekurang-kurangnya dua berkas sinar utama. Bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung merupakan perpotongan dari sinar-sinar bias atau perpanjangan dari sinar-sinar bias. Apabila bayangannya merupakan perpotongan dari sinar-sinar bias maka bayangannya bersifat nyata, sedangkan apabila bayangannya merupakan perpotongan dari perpanjangan sinar-sinar bias, maka bayangannya bersifat maya.

Sifat bayangan yang dibentuk oleh pembiasan lensa cembung mempunyai beberapa kemungkinan, yaitu:

- Benda terletak di ruang I, yaitu antara O dan F, maka bayangan bersifat maya, tegak, diperbesar.

- Benda terletak di ruang II, yaitu antara  $F$  dan  $2F$ , maka bayangan bersifat nyata, terbalik, diperbesar.
- Benda terletak di ruang III, yaitu di sebelah kiri  $2F$ , maka bayangan bersifat nyata, terbalik diperkecil.
- Benda terletak di titik fokus utama ( $F$ ), maka tidak terbentuk bayangan karena sinar-sinar bias dan perpanjangannya tidak berpotongan (sejajar).
- Benda terletak di pusat kelengkungan lensa (di  $R$ ; dimana  $R = 2F$ ), maka bayangan bersifat nyata, terbalik, sama besar.

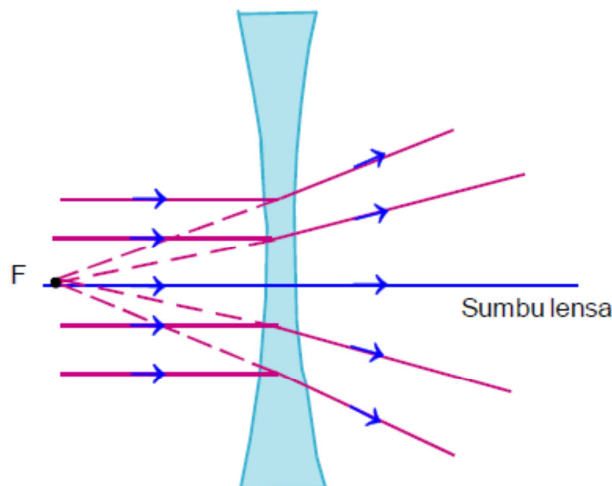
Perbedaan antara bayangan nyata dan bayangan maya pada lensa dapat dilihat pada Tabel 8.3 berikut.

Tabel 8.3. Perbedaan bayangan nyata dan bayangan maya pada lensa

Bayangan nyata	Bayangan maya
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak dapat dilihat langsung</li> <li>- Dapat ditangkap oleh layar</li> <li>- Tidak seletak dengan bendanya (misalnya benda di sebelah kiri, maka bayangannya di sebelah kanan lensa).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat dilihat langsung</li> <li>- Tidak dapat ditangkap oleh layar</li> <li>- Seletak dengan bendanya (misalnya benda di sebelah kiri, maka bayangan juga di sebelah kiri)</li> </ul>

## ii. Pembiasan pada Lensa Cekung

Lensa cekung dinamakan pula lensa *divergen* karena lensa cekung menyebarkan berkas sinar sejajar yang diterimanya. Disini pun kita hanya akan membahas lensa yang kedua permukaannya cekung (bikonkaf). Lensa cekung seperti ini memiliki dua buah permukaan lengkung, sehingga lensa cekung memiliki dua jari-jari kelengkungan dan dua titik fokus. Pada lensa cekung, jari-jari kelengkungan ( $R$ ) dan titik fokus ( $F$ ) bertanda negatif (-), sehingga lensa cekung sering dinamakan *lensa negatif*.

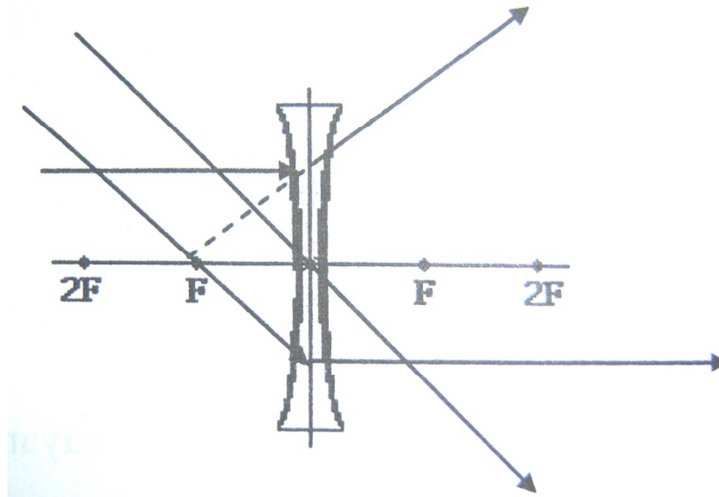


### Gambar 8.25. Lensa Cekung

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Pada pembiasan cahaya oleh lensa cekung juga dikenal tiga sinar istimewa (Gambar 8.26), yaitu:

- Berkas sinar yang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus lensa.
- Berkas sinar yang melalui titik fokus lensa dibiaskan sejajar sumbu utama.
- Berkas sinar yang melalui titik pusat optik lensa tidak dibiaskan.



Gambar 8.26. Sinar istimewa pada lensa cekung

Untuk menentukan bayangan oleh lensa cekung diperlukan sekurang-kurangnya dua berkas sinar utama. Bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung merupakan perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias, sehingga bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung selalu bersifat maya.

#### **Persamaan pada Lensa Cekung dan Lensa Cembung**

Seperti halnya pada cermin cekung dan cermin cembung, hubungan antara jarak benda ( $s$ ), jarak bayangan ( $s'$ ), jari-jari kelengkungan lensa ( $R$ ), dan jarak fokus ( $f$ ) pada lensa cembung dan lensa cekung dinyatakan oleh persamaan:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

dengan:  $s$  = jarak benda (m)

$s'$  = jarak bayangan (m)

$f$  = jarak fokus lensa (m)

Jari-jari kelengkungan lensa adalah dua kali jarak fokusnya,  $R = 2f$ , atau  $f = \frac{1}{2}R$  sehingga persamaan di atas dapat dituliskan:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R}$$

dengan:  $s$  = jarak benda (m)

$s'$  = jarak bayangan (m)

$R$  = jari-jari kelengkungan lensa (m)

Dalam menggunakan persamaan pada lensa cembung maupun lensa cekung, ada sejumlah aturan-aturan tanda berikut.

1. Untuk lensa cembung (+), baik  $f$  maupun  $R$  berharga positif
2. Untuk lensa cekung (-), baik  $f$  maupun  $R$  berharga negatif
3.  $s'$  berharga positif apabila di belakang lensa (untuk bayangan nyata) dan negatif apabila di depan lensa (untuk bayangan maya).
4. Karena benda selalu dianggap ada di depan lensa maka  $s$  selalu berharga positif.

Pembesaran bayangan pada lensa dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$M = \left| \frac{h'}{h} \right| = \left| \frac{s'}{s} \right|$$

Tanda harga mutlak (| |) menyatakan harga  $M$  selalu positif.

### Contoh Soal 5:

Sebuah lensa positif mempunyai jarak fokus 12 cm. Sebuah benda ditempatkan pada jarak 30 cm.

Hitunglah jarak bayangan dan letaknya?

Penyelesaian:

Diketahui : Jarak benda ( $s$ ) = 30 cm

Jarak fokus ( $f$ ) = 12 cm (lensa positif/cembung)

Ditanya : Jarak bayangan ( $s'$ ) ?

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{s} \\ &= \frac{1}{12} - \frac{1}{30} = \frac{5}{60} - \frac{2}{60} = \frac{3}{60} \\ s' &= \frac{60}{3} = 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi, bayangannya terletak 20 cm di belakang lensa (di ruang II).

### Contoh Soal 6:



Sebuah benda terletak 100 cm di depan lensa cekung yang jarak fokusnya 20 cm. Hitung berapa jarak bayangannya?

Penyelesaian:

Diketahui : Jarak benda (s) = 100 cm  
Jarak fokus (f) = -20 cm (lensa cekung/negatif)

Ditanya : Jarak bayangan (s') ?

**Jawab:**

$$\begin{aligned}\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{s} \\ &= \frac{1}{-20} - \frac{1}{100} = -\frac{5}{100} - \frac{1}{100} = -\frac{6}{100} \\ s' &= -\frac{100}{6} = -16,67 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi, bayangannya terletak 16,67 cm di depan lensa.

### Contoh Soal 7:

Sebuah tingginya 4 cm terletak 2 cm di depan lensa cembung yang jarak fokusnya 6 cm. Hitunglah:

- Jarak bayangan ke lensa
- Perbesaran bayangan
- Tinggi bayangan

Penyelesaian:

Diketahui : Jarak benda (s) = 2 cm  
Tinggi benda (h) = 4 cm  
Jarak fokus (f) = 6 cm (lensa cembung/positif)

Ditanya : a) jarak bayangan (s'); b) perbesaran bayangan (M); c) tinggi bayangan (h) ?

**Jawab:**

a) Jarak bayangan:

$$\begin{aligned}\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{s} = \frac{1}{6} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6} - \frac{3}{6} = \frac{-2}{6} \\ s' &= -\frac{6}{2} = -3 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi, bayangan terletak 3 cm di depan lensa (bayangan maya).

b) Perbesaran bayangan:

$$M = \left| \frac{h'}{h} \right| = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{-3}{2} \right| = 1,5 \text{ kali}$$

Jadi, perbesaran bayangannya adalah 1,5 kali.

c) Tinggi bayangan:

$$M = \left| \frac{h'}{h} \right| \rightarrow h' = M \cdot h$$

$$h' = 1,5 \times 4 \text{ cm}$$

$$h' = 6 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi bayangannya adalah 6 cm.

## LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Berapakah bayangan yang dapat dibentuk oleh dua buah cermin datar yang membentuk sudut  $60^\circ$ ?
2. Untuk sebuah cermin cembung yang memiliki jari-jari kelengkungan 30 cm, berapakah jarak bayangan yang dihasilkan bila benda terletak 15 cm di depan cermin cembung?
3. Sebuah cermin cekung memiliki jarak fokus 10 cm. Bila bayangan benda terletak 20 cm di depan cermin, dimanakah letak bendanya?
4. Sebuah lensa positif memiliki jari-jari kelengkungan 25 cm. Bila benda diletakkan di depan lensa dengan jarak 20 cm, berapakah:
  - a. jarak bayangannya?
  - b. Perbesaran bayangannya; bila tinggi bendanya 10 cm.

## RANGKUMAN

Cahaya merupakan salah satu gelombang elektromagnetik; suatu gelombang yang tidak memerlukan medium sebagai media perambatannya. Cahaya dihasilkan oleh suatu sumber cahaya, memiliki panjang gelombang pada rentang antara 400 nm hingga 600 nm. Beberapa sifat-sifat umum dari cahaya diantaranya cahaya dapat menembus benda bening (transparan). Bila mengenai penghalang, maka cahaya akan membentuk bayang-bayang.

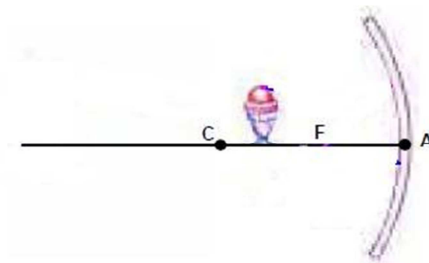
Salah satu sifat lain dari cahaya adalah cahaya dapat mengalami pemantulan apabila mengenai suatu permukaan keras yang mengkilap. Pemantulan itu sendiri ada dua jenis, yakni pemantulan teratur (apabila mengenai permukaan bidang pantul yang rata), dan pemantulan baur (apabila mengenai permukaan bidang pantul yang tidak rata). Salah satu contoh pemantulan adalah pemantulan pada cermin, baik itu cermin datar, cermin cekung, maupun cermin cembung. Pada cermin datar dihasilkan bayangan maya, tegak, dan sama besar, sedangkan untuk cermin cekung



B. 1 dan 3

D. 3 dan 4

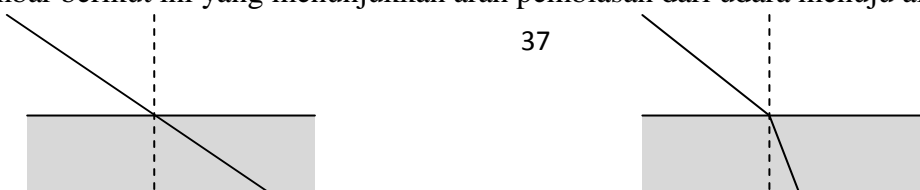
4. Sebuah cermin cembung selalu menghasilkan bayangan yang bersifat ...
- A. nyata, tegak, dan diperbesar
  - B. maya, tegak, dan diperkecil
  - C. maya, terbalik, dan diperbesar
  - D. nyata, terbalik, dan diperkecil
5. Sebuah benda terletak diantara titik fokus dan titik pusat kelengkungan cermin (seperti pada gambar dibawah).



Bayangan yang akan terbentuk bersifat ....

- A. nyata, terbalik, dan diperbesar
  - B. nyata, tegak, dan diperbesar
  - C. maya, terbalik, dan diperkecil
  - D. maya, tegak, dan diperkecil
6. Sifat dari cermin cembung adalah divergen, yang artinya ...
- A. meneruskan cahaya yang datang padanya
  - B. menyebarkan cahaya yang datang padanya
  - C. memfokuskan cahaya yang datang padanya
  - D. membiaskan cahaya yang datang padanya
7. Sebuah benda diletakkan di depan sebuah cermin cekung pada jarak 12 cm sehingga terbentuk bayangan yang berjarak 60 cm dari cermin. Jarak fokus cermin adalah ...
- A. 10 cm
  - B. 20 cm
  - C. 30 cm
  - D. 40 cm

8. Sebuah benda terletak pada jarak 10 cm di depan sebuah cermin cekung yang memiliki panjang fokus 7,5 cm. Bila tinggi benda tersebut adalah 2 cm, maka tinggi dan sifat bayangannya adalah...
- A. 6 cm dan nyata  
B. 30 cm dan nyata  
C. 6 cm dan maya  
D. 30 cm dan maya
9. Sebuah benda diletakkan 15 cm di depan sebuah cermin cembung. Bila jari-jari kelengkungan cermin adalah 60 cm maka bayangan ada pada posisi ...
- A. 4 cm di depan cermin  
B. 4 cm di belakang cermin  
C. 10 cm di depan cermin  
D. 10 cm di belakang cermin
10. Lensa cembung dinamakan juga lensa konvergen, maksudnya adalah ...
- A. meneruskan berkas sinar yang diterimanya  
B. menyebarkan berkas sinar yang diterimanya  
C. memfokuskan berkas sinar yang diterimanya  
D. membiaskan berkas sinar yang diterimanya
11. Sebuah benda diletakkan pada jarak 12 cm di depan lensa positif yang memiliki jarak fokus 4 cm. Berapakah jarak bayangan benda tersebut?
- A. -3 cm  
B. 3 cm  
C. -6 cm  
D. 6 cm
12. Sebuah benda diletakkan pada jarak 15 cm di depan sebuah lensa cekung yang memiliki jarak fokus 10 cm. Bayangan yang akan terbentuk terletak pada ...
- A. 6 cm di belakang lensa  
B. 6 cm di depan lensa  
C. 12 cm di depan lensa  
D. 12 cm di belakang lensa
13. Benda yang diletakkan di depan lensa negatif pada jarak yang lebih besar dari jarak fokusnya selalu menghasilkan bayangan yang bersifat ...
- A. maya dan tegak  
B. maya dan terbalik  
C. nyata dan tegak  
D. nyata dan terbalik
14. Gambar berikut ini yang menunjukkan arah pembiasan dari udara menuju air adalah ...

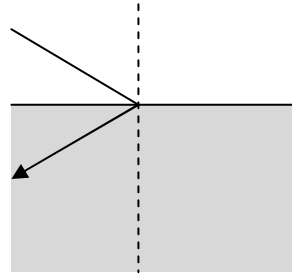
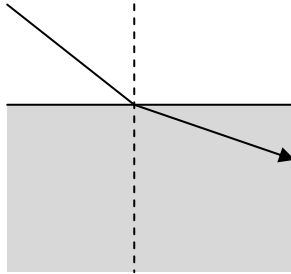


A.

C.

B.

D.



### BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir bahan belajar mandiri ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90% - 100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan Belajar 1 ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

# ALAT-ALAT OPTIK

Pada Kegiatan Belajar sebelumnya kita telah mempelajari bahwa suatu benda dapat kita lihat karena benda-benda tersebut memantulkan cahaya. Bagaimana sifat-sifat cahaya juga telah dibahas sebelumnya, termasuk peristiwa pemantulan cahaya dan pembiasan cahaya. Di dalam fisika terdapat sejumlah peralatan yang memanfaatkan prinsip pembiasan dan pemantulan cahaya. Alat demikian dinamakan **alat optik**.

Pada Kegiatan Belajar ini kita akan melanjutkan pembahasan kita yakni dengan membahas beberapa alat-alat optik yaitu mata sebagai alat optik alamiah, dan sejumlah alat optik buatan seperti lup, kamera, mikroskop, dan teleskop.

### A. Mata

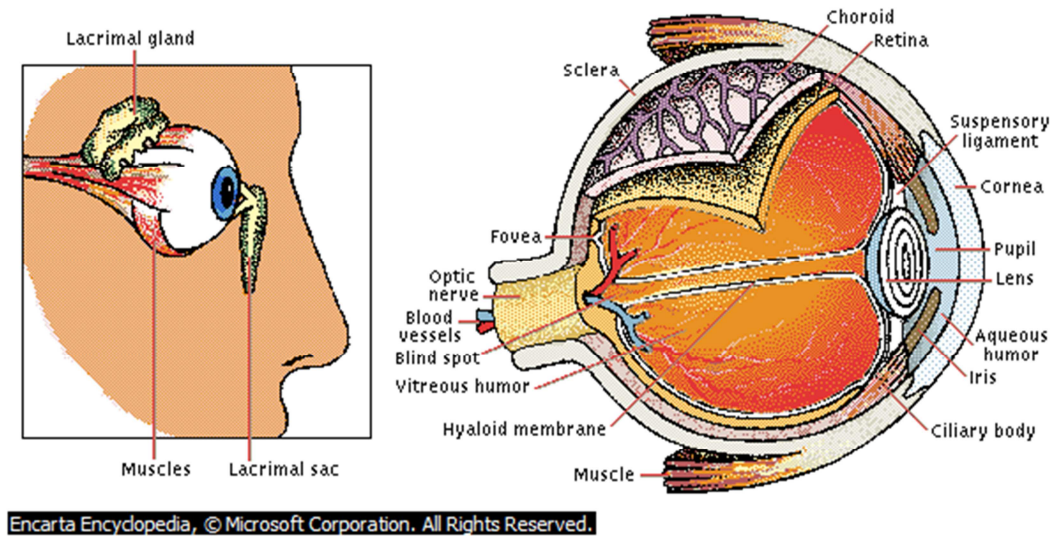
Kemampuan kita dalam melihat suatu benda atau lingkungan sekitar kita tidak terlepas dari peran salah satu alat optik yang kita miliki, yaitu mata. Konstruksi mata berbentuk menyerupai bola dengan permukaan luar melengkung. Pada bagian depan mata terdapat kornea (*cornea*) yang berfungsi untuk melindungi mata bagian dalam. Di belakang kornea terdapat cairan mata (*aqueous humor*) yang berfungsi untuk membiaskan cahaya. Pantulan cahaya dari benda yang masuk ke mata dibiaskan oleh cairan mata dan masuk melalui celah lingkaran yang disebut *pupil*, dan pupil ini dibentuk oleh *iris* yang dapat berkontak sesuai dengan intensitas cahaya yang masuk ke mata. Pada daerah yang terang, pupil akan mengecil, dan sebaliknya, pada daerah yang gelap, pupil akan membesar.

Pembiasan cahaya yang masuk ke mata diatur oleh lensa mata yang dapat berakomodasi. Daya akomodasi merupakan kemampuan lensa untuk dapat memipih atau menebal sesuai dengan jarak benda yang dilihat. Lensa mata akan berakomodasi bila melihat benda-benda yang dekat (dalam hal ini keadaan lensa mata menjadi cembung) dan lensa mata tidak berakomodasi ketika melihat benda-benda yang jauh (dalam hal ini keadaan lensa mata menjadi pipih). Kemampuan lensa mata untuk menebal dan memipih ini diatur oleh otot siliar (*ciliary body*).

Pada prinsipnya lensa mata berfungsi untuk memfokuskan cahaya menuju ke *retina* yang terhubung ke syaraf-syaraf optik (*optic nerve*) yang kemudian diubah menjadi sinyal-sinyal yang diteruskan ke otak, sehingga kita memperoleh kesan melihat benda. Bayangan

benda yang jatuh di retina bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil. Bagian-bagian mata diperlihatkan pada Gambar 8.27.

Jangkauan penglihatan mata pada saat tidak berakomodasi dinamakan **titik jauh** (*punctum remotum*), sedangkan jangkauan penglihatan mata pada saat berakomodasi maksimum dinamakan **titik dekat** (*punctum proxium*). Untuk mata normal (*emetropi*), titik jauhnya berada di jarak tak hingga ( $\infty$ ) dan titik dekatnya berada di sekitar 25 cm.



Gambar 8.27. Bagian-bagian mata

Sumber: Microsoft Encarta Premium 2009

## Cacat Mata dan Memperbaiki Penglihatan

Jika kita memiliki penglihatan yang baik, maka semestinya kita dapat melihat benda secara jelas pada jarak 25 cm atau lebih. Namun pada kenyataannya banyak orang yang merasa memerlukan koreksi pada penglihatan. Ketidaknormalan penglihatan dinamakan cacat mata (*aberasi*). Terdapat beberapa cacat mata yang akan kita bicarakan disini, antara lain rabun jauh (*miopi*), rabun dekat (*hipermetropi*), mata tua (*presbiopi*), dan asigmatisma (*silindris*). Untuk memperoleh penglihatan normal, bayangan suatu benda harus difokuskan tepat pada retina.

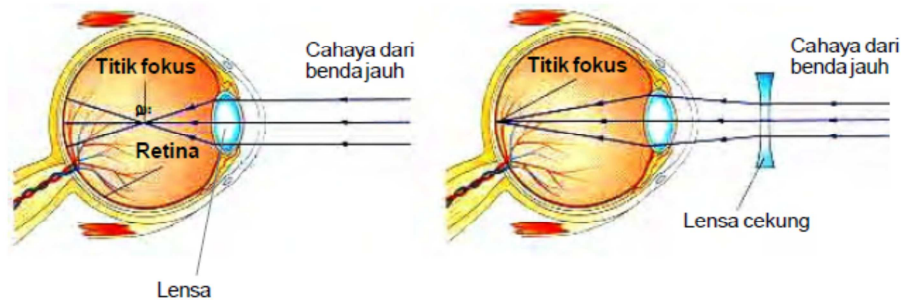
### 1. Rabun jauh (*miopi*)

Rabun jauh merupakan salah satu cacat mata dimana mata tidak dapat melihat benda-benda yang jauh. Hal ini terjadi karena lensa mata tidak dapat memipih sebagaimana mestinya, sehingga bayangan yang terbentuk jatuh di depan retina (tidak jatuh tepat pada



retina). Mata rabun jauh mempunyai titik jauh pada jarak tertentu dan titik dekatnya lebih kecil daripada titik dekat mata normal.

Cacat mata rabun jauh dapat diperbaiki dengan menggunakan kacamata berlensa cekung (negatif), sehingga benda-benda yang letaknya jauh itu dibentuk bayangan maya yang lebih dekat dengan mata dan oleh lensa mata bayangan itu kembali dibuat bayangan nyata tepat pada retina.



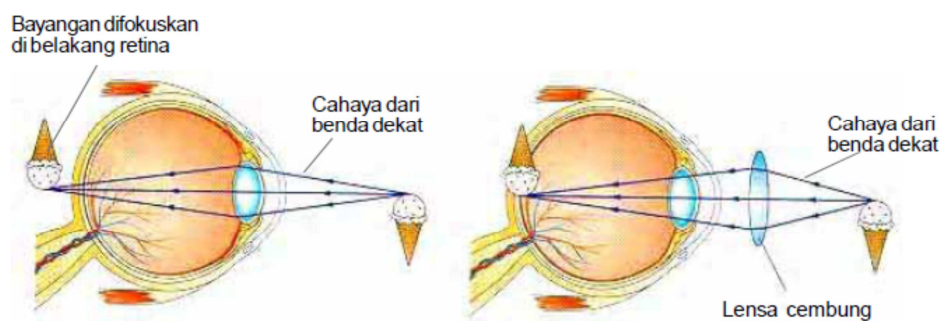
Gambar 8.28. Mata rabun jauh dan koreksinya

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

## 2. Rabun dekat (*hipermetropi*)

Rabun dekat merupakan salah satu cacat mata dimana mata tidak dapat melihat benda-benda yang dekat. Rabun dekat disebabkan oleh ketidakmampuan lensa mata untuk menebal (mencembung) sebagaimana mestinya ketika digunakan untuk melihat benda pada jarak yang dekat. Lensa mata terlalu pipih sehingga menyebabkan titik dekat mata tidak lagi sekitar 25 cm tetapi bergeser ke titik yang lebih besar dari itu.

Cacat mata rabun dekat dapat diperbaiki dengan menggunakan kacamata berlensa cembung (positif), sehingga dari benda-benda yang dekat dibentuk bayangan maya yang tegak dan diperbesar, dan oleh lensa mata bayangan tersebut menjadi objek yang dapat menghasilkan bayangan baru yang nyata, terbalik, diperkecil, dan jatuh tepat pada retina.



Gambar 8.29. Mata rabun dekat dan koreksinya

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

### 3. Mata tua (*presbiopi*)

Mata tua atau presbiopi merupakan cacat mata yang berupa pengurangan daya akomodasi mata dan umumnya terjadi pada usia lanjut. Pada mata tua, baik titik dekat maupun titik jauh mata sudah bergeser dari keadaan normalnya. Hal ini disebabkan otot-otot mata sudah tidak lagi mampu berakomodasi secara sempurna. Cacat mata tua dapat diatasi dengan menggunakan kacamata berlensa ganda (kacamata *bifocal*), yaitu kacamata yang pada bagian bawahnya merupakan lensa positif (untuk melihat benda-benda dekat), dan pada bagian atasnya merupakan lensa negatif (untuk melihat benda-benda jauh).

### 4. Asigmatisma (*silindris*)

Asigmatisma atau silindris merupakan cacat mata dimana mata tidak dapat membedakan garis-garis horisontal dan vertikal secara bersamaan. Hal ini karena kornea mata tidak mempunyai jari-jari kelengkungan yang tetap atau tidak berbentuk sferis. Cacat mata asigmatisma dapat diatasi dengan menggunakan kacamata berlensa silindris.

## B. Kamera

Kita telah membahas mengenai mata, bagian-bagiannya serta beberapa gangguan pada mata. Ada satu jenis alat optik yang memiliki cara kerja mirip dengan cara kerja mata, yaitu kamera. Kamera merupakan alat optik yang berfungsi untuk mengambil gambar suatu objek atau benda. Jenis-jenis kamera yang dikenal diantaranya kamera *autofokus*, kamera *single-lens reflex* (SLR), dan kamera digital (Gambar 8.30).



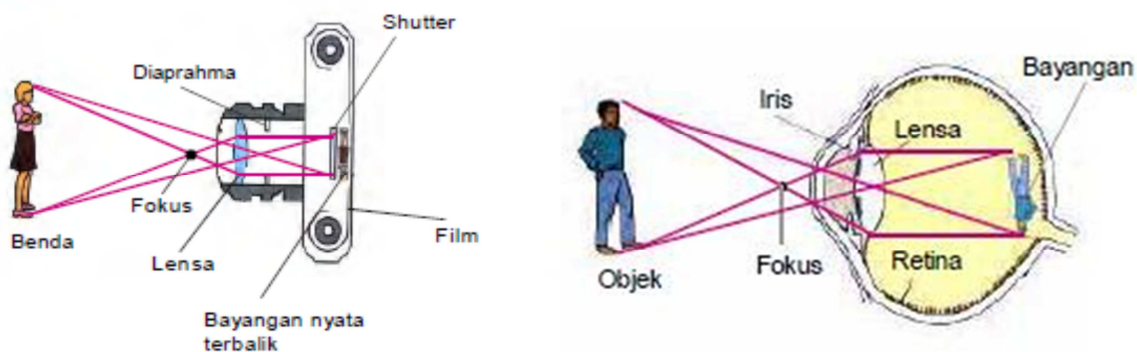
Gambar 8.30. Jenis-jenis kamera

Sumber: Microsoft Encarta Premium 2009

Pada dasarnya kamera terdiri dari beberapa bagian, diantaranya:

- Lensa cembung (+), yang berfungsi untuk membiaskan cahaya sehingga terbentuk bayangan benda di film.
- Film, yang berfungsi untuk menangkap bayangan.
- Diafragma, yaitu alat pengatur banyak sedikitnya cahaya yang boleh masuk.
- Penutup lensa.

Ketika kita mengambil gambar sebuah benda dengan menggunakan kamera, cahaya yang dipantulkan oleh benda tersebut masuk ke lensa kamera. Banyaknya cahaya yang masuk ke dalam kamera diatur oleh diafragma (mirip dengan pupil pada mata), dan pengatur cahaya (shutter). Untuk menghasilkan kualitas gambar yang baik dan tajam, maka perlu diatur fokus lensanya, yaitu dengan memajukan atau memundurkan lensa tersebut. Dengan pengaturan yang tepat, maka pantulan bayangan benda tersebut akan tepat jatuh pada film foto (film foto mirip dengan retina pada mata). Bayangan gambar yang dihasilkan pada kamera bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil. Untuk melihat persamaan pembentukan bayangan pada kamera dan pada mata, Anda dapat melihatnya pada Gambar 8.31.

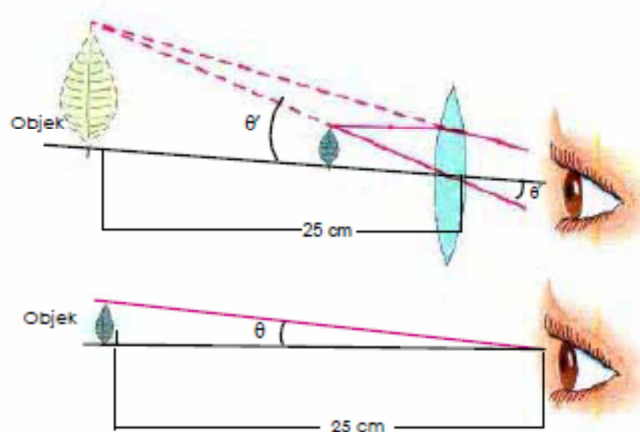


Gambar 8.31. Persamaan pembentukan bayangan pada kamera dan mata

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

### C. Lup

Lup atau kaca pembesar merupakan sebuah alat optik yang terdiri dari sebuah lensa cembung rangkap (*bikonveks*). Lup berfungsi untuk melihat benda-benda kecil agar tampak lebih besar. Bayangan yang dibentuk oleh lup bersifat maya, tegak, dan diperbesar. Pembentukan bayangan dengan dan tanpa menggunakan lup atau kaca pembesar dapat Anda lihat pada Gambar 8.32.



Gambar 8.32. Pembentukan bayangan dengan menggunakan lup (*atas*) dan tanpa lup (*bawah*)

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Pembesaran bayangan yang dihasilkan oleh lup bergantung pada keadaan akomodasi mata. Dengan menggunakan persamaan lensa, dapat kita peroleh bahwa besar pembesaran bayangan oleh lup adalah sebagai berikut:

- Untuk keadaan mata berakomodasi maksimum, pembesaran bayangan dinyatakan oleh persamaan:

$$M = \frac{25}{f} + 1$$

- Untuk keadaan mata tidak berakomodasi, pembesaran bayangan dinyatakan oleh persamaan:

$$M = \frac{25}{f}$$

dengan  $f$  merupakan jarak fokus lensa (lup).

### Contoh Soal 8:

Sebuah lup digunakan untuk melihat sebuah benda. Bila jarak fokus lensa adalah 5 cm dan keadaan mata tidak berakomodasi, tentukanlah pembesaran bayangannya!

Penyelesaian:

Diketahui : Jarak fokus ( $f$ ) = 5 cm (mata tidak berakomodasi)

Ditanya : Perbesaran bayangan ( $M$ )?

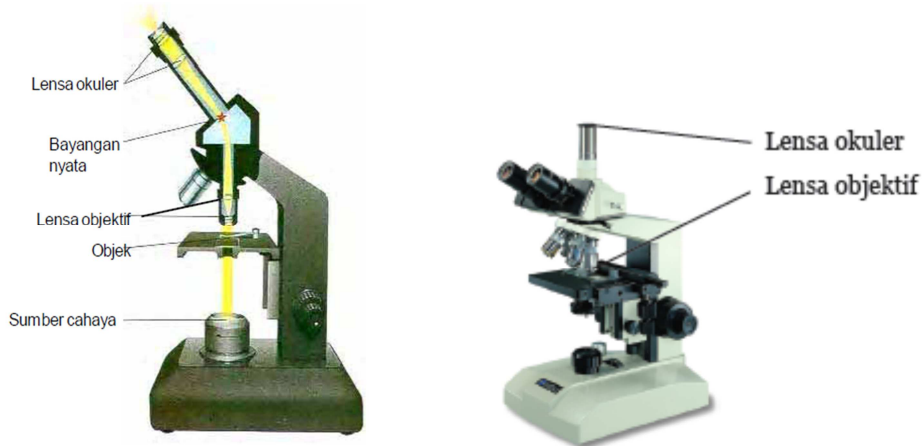
**Jawab:**

$$M = \frac{25}{f} = \frac{25}{5} = 5 \text{ kali}$$

Jadi, pembesaran bayangannya oleh lensa (lup) adalah 5 kali.

## D. Mikroskop

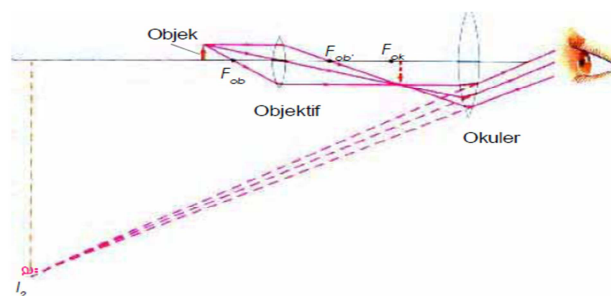
Mikroskop merupakan alat optik yang berfungsi untuk melihat benda-benda kecil (mikro) seperti bakteri, penampang sel, dan sejenisnya. Pertama kali mikroskop dibuat oleh seorang ilmuwan Belanda, Antoni van Leeuwenhoek (1632 – 1723), yang terdiri dari gabungan dua buah lensa cembung. Dengan menggunakan mikroskop sederhana bisa dihasilkan pembesaran bayangan hingga kira-kira 300 kali lebih besar dari bendanya. Gambar penampang sebuah mikroskop diperlihatkan pada Gambar 8.33.



Gambar 8.33. Penampang sebuah mikroskop

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas; IPA untuk SD dan MI Kelas V

Pada dasarnya sebuah mikroskop terdiri dari dua buah lensa cembung (bikonvek). Lensa cembung pertama terletak di dekat mata, dinamakan **lensa okuler**, dan lensa cembung kedua terletak di dekat benda, dinamakan lensa **objektif**. Ketika kita mengamati sebuah benda dengan menggunakan sebuah mikroskop, maka bayangan benda dihasilkan oleh lensa objektif di belakang lensa objektif. Kemudian bagi lensa okuler, bayangan ini menjadi benda, sehingga dihasilkan bayangan akhir oleh lensa okuler yang berukuran beberapa kali lebih besar. Proses perjalanan sinar pada mikroskop dapat dilihat pada Gambar 8.34.



Gambar 8.34. Perjalanan sinar pada mikroskop

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

## E. Teleskop

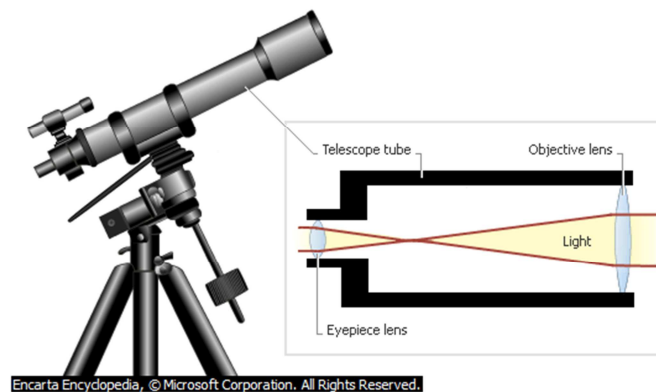
Teleskop atau teropong merupakan sebuah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang letaknya jauh agar tampak lebih dekat dan jelas. Teleskop pertama kali ditemukan oleh Galileo Galilei (1564 – 1642) pada tahun 1609. Gambar 8.35 memperlihatkan teleskop pertama yang dibuat oleh Galileo.



Gambar 8.35. Teleskop Galileo

Sumber: Microsoft Encarta Premium 2009

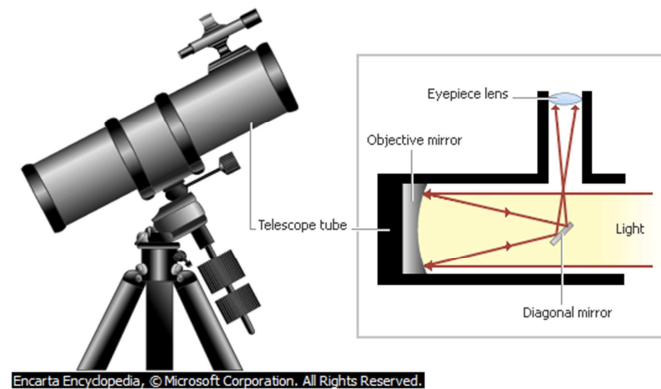
Pada dasarnya ada dua jenis teleskop yaitu **teleskop bias** dan **teleskop pantul**. Hal ini didasarkan pada cara kerjanya yang berdasarkan prinsip pembiasan dan prinsip pemantulan. Teleskop bias ini bekerja berdasarkan prinsip pembiasan, sehingga teleskop jenis ini menggunakan sejumlah lensa. Seperti halnya mikroskop, teleskop bias menggunakan lensa objektif dan lensa okuler. Beberapa contoh teleskop bias diantaranya teleskop bintang atau teleskop astronomi, teleskop bumi, teleskop panggung, dan teleskop prisma atau teleskop binokuler. Struktur teleskop bias diperlihatkan pada Gambar 8.36.



Gambar 8.36. Teleskop bias

Sumber: Microsoft Encarta Premium 2009

Disamping teleskop bias, ada yang dinamakan teleskop pantul, atau disebut juga teleskop Newtonian. Teleskop pantul ini bekerja berdasarkan prinsip pembiasan dan pemantulan, sehingga teleskop jenis ini menggunakan sejumlah lensa dan cermin. Teleskop pantul menggunakan cermin cekung sebagai objektif dan lensa cembung sebagai okuler. Struktur teleskop pantul diperlihatkan pada Gambar 8.37.



Gambar 8.37. Teleskop pantul

Sumber: Microsoft Encarta Premium 2009

## LATIHAN

1. Bila Anda memiliki sebuah lup dengan pembesaran 6 kali dan ketika digunakan melihat benda dengan kondisi mata berakomodasi maksimum, berapakah jarak fokus lensa lup tersebut?

## RANGKUMAN

Alat optik merupakan alat-alat fisis yang memanfaatkan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya. Beberapa alat optik diantaranya mata, lup, kamera, mikroskop, dan teleskop. Mata merupakan alat optik alami yang dialami manusia. Pembentukan bayangan yang jatuh di retina (pada mata) bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil. Pada mata normal umumnya dapat melihat pada jarak 25 cm (titik dekat mata) hingga jarak tak terhingga (titik jauh mata). Ada beberapa kejadian dimana terjadi ketidaknormalan penglihatan atau cacat mata. Beberapa cacat mata yang biasanya terjadi diantaranya rabun jauh (*miopi*), rabun dekat (*hipermetropi*), mata tua (*presbiopi*), dan asigmatisme (*silindris*).

Kamera merupakan alat optik yang berfungsi untuk mengambil gambar suatu objek atau benda. Kamera memiliki cara kerja yang mirip dengan cara kerja mata. Oleh karena itu pembentukan bayangan pada kamera memiliki sifat bayangan yang sama dengan bayangan

yang dibentuk oleh mata, yaitu nyata, terbalik, dan diperkecil. Lup adalah alat optik yang terdiri dari sebuah lensa cembung rangkap (*bikonveks*), dan disebut juga kaca pembesar. Lup berfungsi untuk melihat benda-benda kecil agar tampak lebih besar. Pembentukan bayangan oleh lup bersifat maya, tegak, dan diperbesar. Mikroskop merupakan alat optik yang berfungsi untuk melihat benda-benda kecil (mikro) seperti bakteri, penampang sel, dan sejenisnya. Mikroskop terdiri dari dua buah gabungan lensa cembung: lensa okuler dan lensa objektif. Mikroskop dapat menghasilkan pembesaran bayangan benda mikro hingga beberapa kali lebih besar. Berbeda halnya dengan mikroskop yang digunakan untuk melihat benda-benda mikro, teleskop merupakan alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang letaknya jauh agar tampak lebih dekat dan jelas. Ada dua jenis teleskop yang biasa digunakan, yaitu teleskop bias dan teleskop pantul. Teleskop bias menggunakan sejumlah lensa dan bekerja berdasarkan prinsip pembiasan, sedangkan teleskop pantul menggunakan sejumlah lensa dan cermin dan bekerja berdasarkan prinsip pembiasan dan pemantulan.

## TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Mata merupakan alat optik alamiah yang dimiliki manusia. Pembentukan bayangan yang jatuh pada retina bersifat ...
  - A. nyata, terbalik, diperbesar
  - B. nyata, terbalik, diperkecil
  - C. maya, tegak, diperbesar
  - D. maya, terbalik, diperkecil
2. Pernyataan berikut ini yang tidak sesuai untuk mata normal adalah ...
  - A. Titik dekat mata berada pada jarak 25 cm
  - B. Mata berada dalam keadaan tidak berakomodasi ketika melihat benda pada jarak tak hingga.
  - C. Titik *punctum remotum* mata berada pada jarak 1 meter.
  - D. Mata berada dalam keadaan berakomodasi maksimum ketika melihat benda pada jarak titik dekat mata.
3. Ketidaknormalan mata (cacat mata) dimana mata tidak dapat membedakan garis-garis horisontal dan vertikal secara bersamaan adalah ...
  - A. silindris
  - B. miopi
  - C. hipermetropi
  - D. presbiopi



4. Sebuah lup digunakan untuk mengamati tulisan yang tertera pada sebuah peta. Bila keadaan mata pada saat mengamati tulisan tersebut adalah berakomodasi maksimum dan jarak fokus lensa adalah 5 cm, maka pembesaran bayangannya adalah ...
- A. 5 kali  
B. 6 kali  
C. 7 kali  
D. 8 kali
5. Alat-alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda kecil (mikro) seperti bakteri, penampang sel, dan sejenisnya adalah ...
- A. teleskop  
B. lup  
C. stetoskop  
D. mikroskop
6. Teleskop yang dinamakan juga dengan nama teleskop Newtonian adalah jenis teleskop yang terdiri dari ...
- A. Satu buah lensa cembung  
B. Dua buah lensa cembung  
C. Sejumlah lensa cembung  
D. Sejumlah lensa cembung dan cermin

### **BALIKAN DAN TINDAK LANJUT**

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir bahan belajar mandiri ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

- 90% - 100% = Baik Sekali  
80% - 89% = Baik  
70% - 79% = Cukup  
< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan Belajar 2 ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila

tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

## KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

### *Tes Formatif 1*

1. D, gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang dapat merambat pada ruang hampa.
2. C, salah satu sifat cahaya adalah tidak memerlukan medium dalam perambatannya.
3. C, pemantulan baur ditunjukkan oleh Gambar 2 dan 3.
4. B, cermin cembung menghasilkan bayangan maya, tegak, diperkecil.
5. A, benda diantara jarak fokus dan titik pusat kelengkungan akan menghasilkan bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar.
6. B, divergen artinya menyebarkan cahaya yang datang padanya.
7. A, jarak fokus cermin adalah 10 cm (gunakan persamaan pada cermin cekung)
8. A, tinggi bayangannya adalah 6 cm dan bersifat nyata.
9. D, bayangan terletak pada 10 cm di belakang cermin.
10. C, konvergen maksudnya adalah memfokuskan berkas sinar yang diterimanya.
11. D, jarak bayangan adalah 6 cm di belakang lensa (nyata).
12. B, jarak bayangan adalah 6 cm di depan lensa (maya).
13. A, sifat bayangan yang dihasilkan benda yang diletakkan di depan lensa negatif pada jarak yang lebih besar daripada jarak fokusnya bersifat maya dan tegak.
14. C, pembiasan cahaya dari udara menuju air menghasilkan sinar bias yang lebih mendekati garis normal.

### *Tes Formatif 2*

1. B, sifat bayangan yang jatuh pada retina adalah nyata, terbalik, diperkecil.
2. C, titik *punctum remotum* (titik jauh) mata normal berada pada jarak tak hingga.
3. A, silindris atau asigmatisma merupakan salah satu cacat mata dimana mata tidak dapat membedakan garis-garis horisontal dan vertikal secara bersamaan.

4. B, pembesaran bayangan untuk mata berakomodasi maksimum adalah

$$M = \frac{25}{f} + 1 = \frac{25}{5} + 1 = 6 \text{ kali.}$$

5. D, alat untuk melihat benda-benda kecil (mikro) adalah mikroskop.  
6. D, teleskop Newtonian dinamakan juga teleskop pantul, terdiri dari sejumlah lensa cembung dan cermin.

## GLOSARIUM

Asigmatisma	: silindris; cacat mata dimana mata tidak dapat membedakan garis-garis horisontal dan vertikal secara bersamaan.
Emetropi	: mata normal
Gel. elektromagnetik	: gelombang yang tidak memerlukan medium sebagai media perambatannya.
Hipermetropi	: rabun dekat; cacat mata dimana mata tidak dapat melihat benda-benda dekat.
Konkaf	: lensa cekung; lensa yang bagian tengahnya lebih tipis daripada bagian tepinya.
Konveks	: lensa cembung; lensa yang bagian tengahnya lebih tebal daripada bagian tepinya.
Miopi	: rabun jauh; cacat mata dimana mata tidak dapat melihat benda-benda
Opaque	: benda-benda yang tidak dapat ditembus cahaya; benda-benda gelap.
Penumbra	: daerah bayangan dimana sumber cahaya terhalang sebagian.
Presbiopi	: mata tua; cacat mata berupa pengurangan daya akomodasi mata akibat penambahan usia (biasanya terjadi pada usia lanjut).
Punctum proximum	: titik dekat mata; jangkauan penglihatan mata pada saat mata berakomodasi maksimum.
Punctum remotum	: titik jauh mata; jangkauan penglihatan mata pada saat tidak berakomodasi.
Transluens	: benda-benda yang meneruskan sebagian cahaya yang datang dan menyebarkan sebagian cahaya yang lainnya.
Transparan	: benda-benda yang dapat meneruskan seluruh cahaya yang datang (benda-benda yang dapat ditembus cahaya); benda-benda bening.
Umbra	: daerah bayangan dimana sumber cahaya terhalang seluruhnya. jauh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Halliday, D., Resnick, R. (1997). *Physics* , terjemahan: Patur Silaban dan Erwin Sucipto. Jakarta: Erlangga.
- Microsoft Encarta Premium 2009
- Muslim, dkk. (2006). *Konsep Dasar Fisika*. Bandung. UPI Press
- Pratiwi, P.R. dkk. (2008). *CTL Ilmu Pengetahuan Alam SMP Kelas VIII*. Jakarta: Depdiknas.
- Rositawaty, S & Aris Muharam. (2008). *Senangnya Belajar IPA Kelas 5*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas.
- Sulistiyanto, H & Edy Wiyono. (2008). *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SD/MI Kelas V*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas.
- Tim SEQIP. (2003). *Buku IPA Guru Kelas 5*. Jakarta: Dirjen Dikdasmen Depdiknas
- Tipler, P.A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.