

A. Sifat Cahaya dan Proses Pembentukan Bayangan

Ayo, Kita Pelajari



- Sifat-sifat cahaya
- Pembentukan bayangan pada cermin
- Lensa



Istilah Penting

- Hukum pemantulan cahaya
- Gelombang elektromagnetik
- Pembiasan
- Konvergen
- Divergen
- Titik fokus

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantumu memahami sifat cahaya dan proses pembentukan bayangan pada cermin dan lensa, sehingga kamu dapat memahami prinsip kerja alat-alat optik.

1. Sifat-Sifat Cahaya

Kamu perlu mengetahui dan memahami sifat-sifat cahaya agar dapat mengenali cahaya. Cahaya memiliki beberapa sifat, yaitu merambat lurus, dapat dipantulkan, dapat dibiaskan, dan merupakan gelombang elektromagnetik.

a. Cahaya Merambat Lurus

Pernahkah kamu menyalakan lilin atau lampu di tempat gelap? Jika lilin atau lampu dinyalakan akan dihasilkan cahaya yang dapat menerangi tempat yang gelap. Tahukah kamu bagaimanakah arah rambatan cahaya tersebut? Agar mengetahuinya lakukan kegiatan berikut!



Ayo, Kita Lakukan

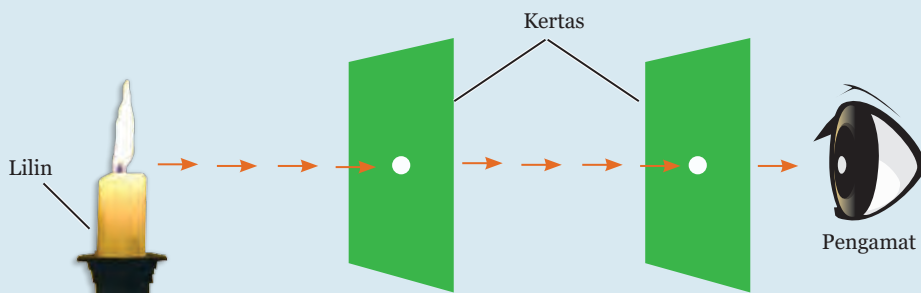
Aktivitas 11.1 Perambatan Cahaya

Apa yang kamu perlukan?

1. Lampu atau lilin
2. Kertas
3. Gunting

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lakukan percobaan ini di tempat gelap atau remang-remang.
2. Lubangi kertas pada bagian tengahnya!
3. Susunlah set percobaan seperti pada Gambar 11.2. Mintalah bantuan temanmu untuk memegang kertas!
4. Nyalakan lampu/lilin. Amati nyala lilin tersebut dengan posisi lubang pada kedua kertas dalam satu garis lurus dengan mata seperti pada Gambar 11.2!
5. Apa yang terjadi jika kedua lubang pada kertas tersebut dan mata tidak berada dalam satu garis lurus?



Sumber: Dok. Kemdikbud

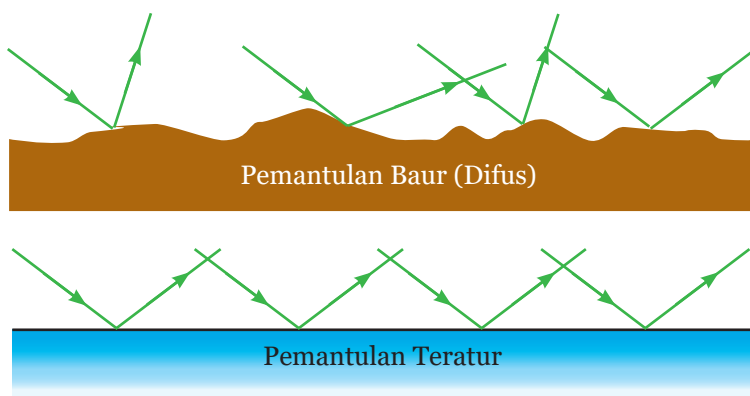
Gambar 11.2 Set Percobaan Perambatan Cahaya

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

b. Cahaya dapat Dipantulkan

Apakah kamu dapat membedakan benda-benda berdasarkan warnanya? Apa yang menyebabkan demikian? Cahaya memiliki sifat dapat dipantulkan jika menumbuk suatu permukaan bidang. Pemantulan yang terjadi dapat berupa pemantulan baur dan pemantulan teratur. Pemantulan baur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang tidak rata, seperti aspal, tembok, dan batang kayu. Pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang rata, seperti cermin datar. Pada pemantulan baur dan pemantulan teratur, sudut pantulan cahaya besarnya selalu sama dengan sudut datang cahaya (perhatikan Gambar 11.3).

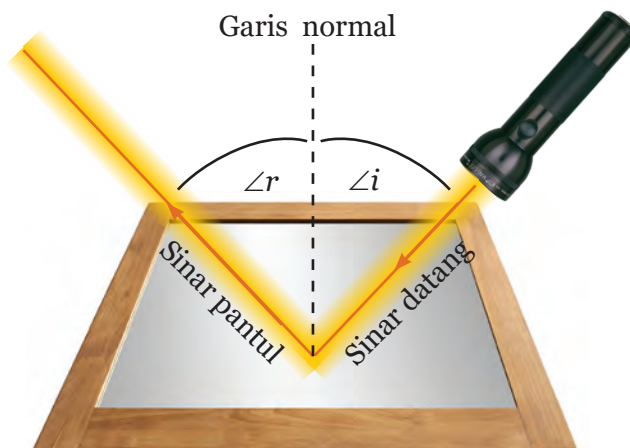


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.3 Pemantulan Baur dan Pemantulan Teratur

Hal tersebut adalah sesuai dengan hukum pemantulan cahaya yang dikemukakan oleh Snellius. Snellius menambahkan konsep garis normal yang merupakan garis khayal yang tegak lurus dengan bidang pantul. Garis normal berguna untuk mempermudah kamu menggambarkan pembentukan bayangan oleh cahaya. Snellius mengemukakan bahwa:

- (1) Sinar datang garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar.
- (2) Besar sudut datang sama dengan besar sudut pantul ($\angle i = \angle r$).



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.4 Proses Pemantulan Cahaya pada Cermin Datar

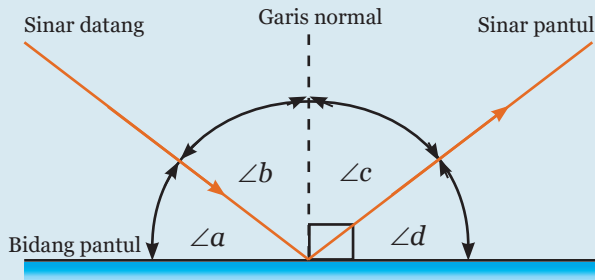
Kemampuan kamu untuk membedakan warna, tidak terlepas dari sifat cahaya. Cahaya yang mengenai benda sebagian akan dipantulkan ke mata dan sebagian lagi akan diserap benda sebagai energi. Misalnya

cahaya yang mengenai benda terlihat berwarna merah. Hal ini berarti spektrum cahaya merah akan dipantulkan oleh benda, sedangkan spektrum warna lainnya akan diserap oleh benda tersebut.



Ayo, Kita Selesaikan

1. Pada gambar di bawah ini, manakah yang menunjukkan sudut datang dan sudut pantul?



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.5 Posisi Sudut Datang dan Sudut Pantul

2. Jika sudut datang sebesar 30° , berapakah besar sudut pantul yang terbentuk?

c. Cahaya dapat Dibiaskan

Bagaimana cahaya dapat dibiaskan? Untuk mengetahuinya ayo lakukan aktivitas berikut.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.2 Mengapa Sendok Terlihat Bengkok?

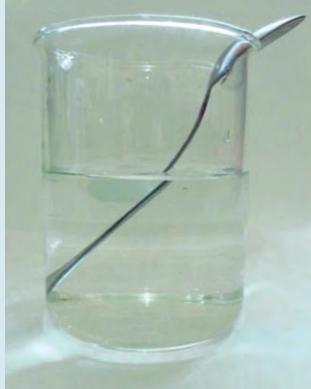
Apa yang kamu perlukan?

1. Sendok
2. Air
3. Gelas kimia, jika tidak ada gunakan gelas bening



Apa yang harus kamu lakukan?

1. Isi gelas dengan air hingga terisi $\frac{3}{4}$ gelas!
2. Masukkan sendok ke dalam air dengan posisi seperti pada Gambar 11.6!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.6 Set Percobaan Pembiasan

3. Amati bentuk sendok yang berada di atas air dan di dalam air!

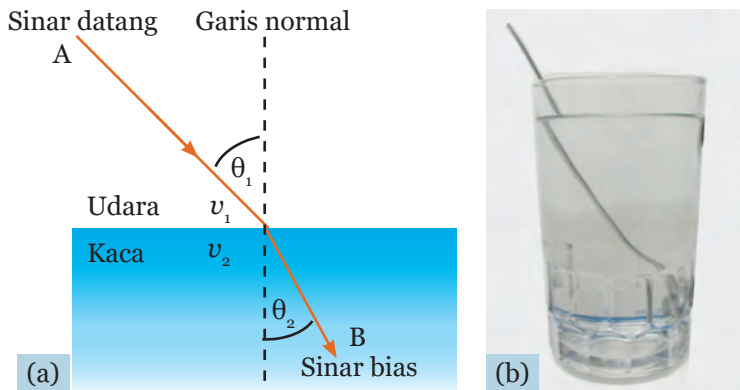
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apa yang terjadi pada sendok? Mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi? Jelaskan!
2. Mengapa cahaya dibiaskan saat melalui medium yang berbeda kerapatannya?
3. Gambarkan diagram yang dapat menjelaskan proses terjadinya pembiasan pada sendok!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Cahaya akan dibiaskan ketika melalui dua medium yang memiliki kerapatan optik yang berbeda. Kecepatan cahaya akan menurun saat dari udara memasuki air atau medium yang lebih rapat. Semakin besar perubahan kecepatan cahaya saat melalui dua medium yang berbeda, akan semakin besar pula efek pembiasan yang terjadi. Namun, pembiasan tidak akan terjadi saat cahaya masuk dengan posisi tegak lurus bidang batas kedua medium.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.7 (a) Pembiasan Berkas Cahaya, (b) Pembiasan pada Sendok di dalam Gelas Berisi Air



Ayo, Kita Pahami

Kamu pasti pernah melihat bayang-bayang benda. Apa sebenarnya bayang-bayang itu? Bayang-bayang terjadi sebagai akibat cahaya merambat pada garis lurus. Bayang-bayang merupakan suatu daerah gelap yang terbentuk pada saat sebuah benda menghalangi cahaya yang mengenai suatu permukaan. Jika sumber cahaya cukup besar, bayang-bayang sering terdiri atas 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.

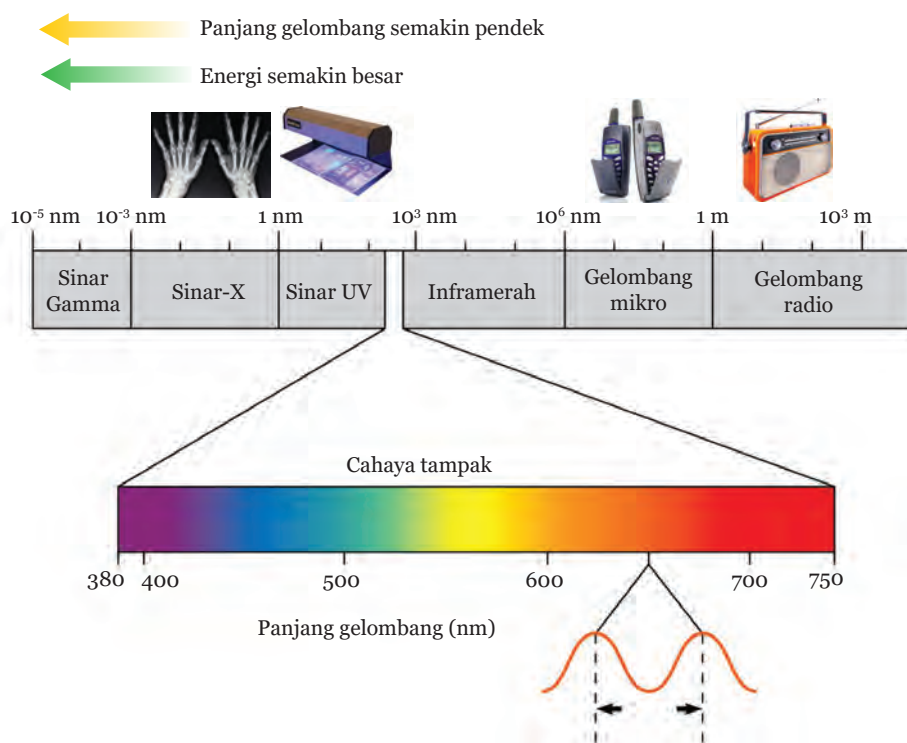
d. Cahaya merupakan Gelombang Elektromagnetik

Bayangkan saat ini kamu sedang berdiri di tepi pantai. Pada saat itu kamu melihat ombak yang sangat besar sedang melaju menuju ke arah kamu. Deburan ombak tersebut hanya memindahkan sejumlah energi dengan memindahkan mediumnya (air laut) karena angin. Hal ini dibuktikan dengan terdengarnya suara ombak (energi gerak menjadi bunyi). Berbeda dengan gelombang laut, cahaya dapat mentransfer energi dari satu tempat ke tempat lainnya tanpa menggunakan



medium. Gelombang cahaya terbentuk karena adanya perubahan medan magnet dan medan listrik secara periodik, sehingga merupakan gelombang elektromagnet.

Salah satu fenomena yang dapat membuktikan bahwa cahaya itu mampu mentransfer energi adalah saat lilin yang dinyalakan di sebuah ruang yang gelap dan kemudian lilin tersebut dapat menerangi ruangan. Contoh lainnya adalah matahari yang memancarkan gelombang cahayanya melalui ruang angkasa (tanpa medium). Gelombang cahaya matahari memancar ke segala arah sampai ke bumi meskipun melalui ruang hampa udara. Hal ini berarti gelombang cahaya dapat merambat pada ruang kosong (hampa udara) tanpa adanya materi. Berdasarkan frekuensinya, gelombang elektromagnetik ada bermacam-macam. Berikut klasifikasi gelombang elektromagnetik yang dikenal dengan spektrum elektromagnetik.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.8 Spektrum Elektromagnetik

Sinar yang dapat dilihat oleh mata manusia adalah bagian yang sangat kecil dari spektrum elektromagnetik. Agar mudah memahaminya, perhatikan Gambar 11.8 yang menunjukkan spektrum cahaya tampak. Cahaya tampak adalah cahaya yang memiliki panjang

gelombang elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh mata manusia. Panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 400 nm sampai 700 nm, yang besarnya seratus kali lebih kecil daripada lebar rambut manusia. Warna cahaya yang dapat kamu lihat tergantung pada panjang gelombang dari gelombang cahaya yang masuk ke mata.

Misalnya seperti cahaya hijau yang memiliki panjang gelombang sekitar 500 nm akan dapat terlihat apabila benda-benda yang berwarna hijau menyerap semua spektrum cahaya yang memiliki panjang gelombang kurang dari 500 nm dan lebih dari 500 nm, serta hanya memantulkan spektrum cahaya yang memiliki panjang gelombang 500 nm saja. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa sebuah benda hanya akan memantulkan spektrum cahaya yang warnanya sama dengan warna permukaan benda tersebut, sehingga kita dapat mengindrai dengan tepat warna-warna benda tersebut.



Ayo, Kita Selesaikan

Setelah kamu mengamati Gambar 11.8 tentang spektrum elektromagnetik, berapakah panjang gelombang cahaya merah dan biru?

2. Pembentukan Bayangan pada Cermin

Salah satu kegiatan yang mungkin kamu lakukan sebelum berangkat ke sekolah adalah berdiri di depan cermin, untuk melihat apakah kamu sudah rapi atau belum. Bahkan sering kali dalam perjalanan, kamu ditemani cermin. Tahukah kamu bahwa cermin yang kamu pakai untuk berkaca setiap hari adalah sebuah cermin datar? Jika seberkas cahaya mengenai cermin datar maka cahaya tersebut dipantulkan secara teratur. Peristiwa pemantulan cahaya pada cermin datar menyebabkan pembentukan bayangan benda oleh cermin.





Ayo, Kita Lakukan

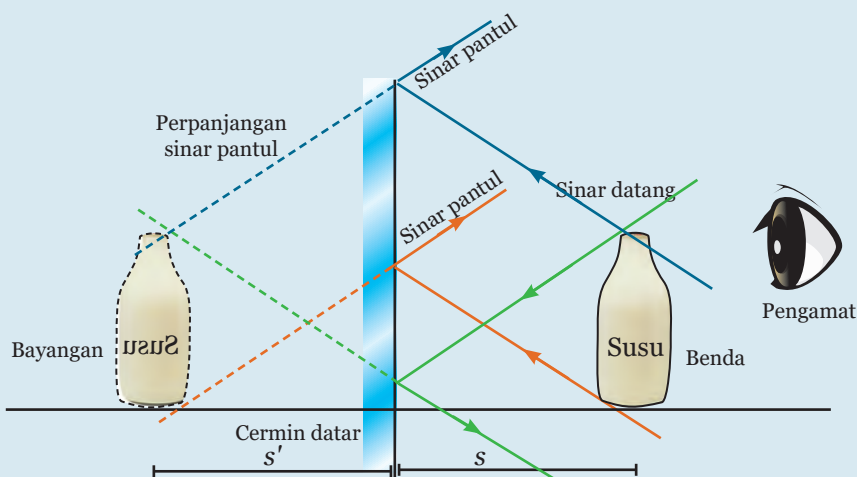
Aktivitas 11.3 Pembentukan Bayangan oleh Cermin Datar

Apa yang kamu perlukan?

1. Cermin datar minimal berukuran $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$.
2. Pensil, pulpen, buku, botol kecil, atau benda lainnya yang ada di sekitar kamu.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan benda, misal botol kecil 15 cm di depan cermin datar!
2. Amati bayangan yang terjadi pada cermin!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.9 Bayangan yang Terbentuk pada Cermin Datar

Lakukan percobaan ini dengan cermat dan teliti agar kamu dapat memahami pembentukan bayangan pada cermin datar. Selain itu, jangan lupa bekerja sama dan berbagi tugaslah dengan teman satu kelompokmu.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Dimanakah letak bayangan yang dapat kamu amati pada cermin?
2. Bagaimanakah ukuran bayangan jika dibandingkan dengan ukuran benda?

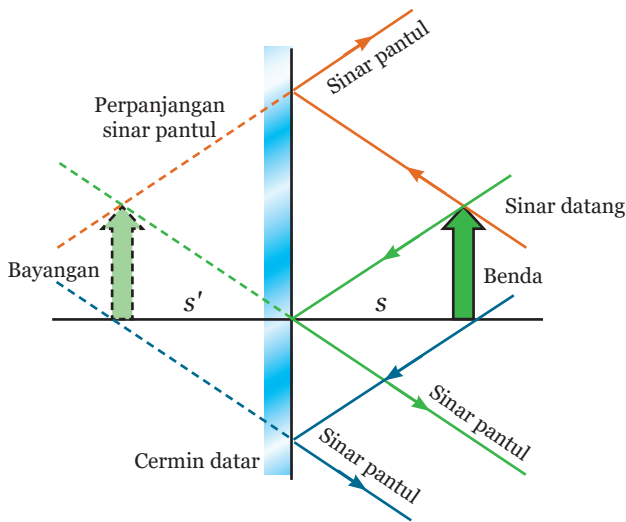
3. Bandingkan jarak benda terhadap cermin dan jarak bayangan terhadap cermin!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

a. Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar

Pada saat menentukan bayangan pada cermin datar melalui diagram sinar, titik bayangan adalah titik potong berkas sinar-sinar pantul. Bayangan bersifat nyata apabila titik potongnya diperoleh dari perpotongan sinar-sinar pantul yang konvergen (mengumpul). Sebaliknya, bayangan bersifat maya apabila titik potongnya merupakan hasil perpanjangan sinar-sinar pantul yang divergen (menyebar).



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.10 Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar

dengan:

s = Jarak benda terhadap cermin

s' = Jarak bayangan terhadap cermin

Bayangan pada cermin datar bersifat maya. Titik bayangan dihasilkan dari perpotongan sinar-sinar pantul yang digambarkan oleh garis putus-putus.

Untuk melukis pembentukan bayangan pada cermin datar dengan diagram sinar, ikutilah langkah-langkah berikut ini.

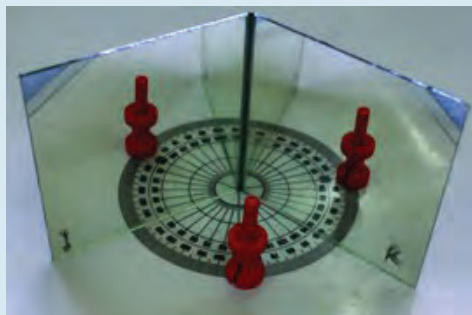
1. Lukis sebuah sinar dari benda menuju cermin dan dipantulkan ke mata, sesuai hukum pemantulan cahaya, yaitu sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul.
2. Lukis sinar kedua sebagaimana langkah pertama.
3. Lukis perpanjangan sinar-sinar pantul tersebut di belakang cermin sehingga berpotongan. Perpotongan sinar-sinar pantul tersebut merupakan bayangan benda.
4. Jika diukur dari cermin, jarak benda terhadap cermin (s) harus sama dengan jarak bayangan terhadap cermin (s').



Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar istilah “cermin seribu bayangan”? Wahana ini biasanya ada di tempat-tempat wisata. Melalui cermin tersebut kamu dapat melihat secara langsung jumlah bayangan yang begitu banyak ketika kamu berada di antara dua cermin datar saling berhadapan dengan sudut tertentu.

Nah, bagaimana hal ini dapat terjadi? Apabila dua buah cermin datar diletakkan saling berhadapan (bagian depan cermin menghadap ke ruang yang sama) dan mengapit besar sudut tertentu, maka kedua cermin ini akan membentuk bayangan yang banyaknya bergantung pada besar sudut antara kedua cermin. Agar kamu dapat memahami penjelasan di atas, perhatikan Gambar 11.11, kemudian lakukan percobaannya!



Sumber: Dok. Kemdikbud

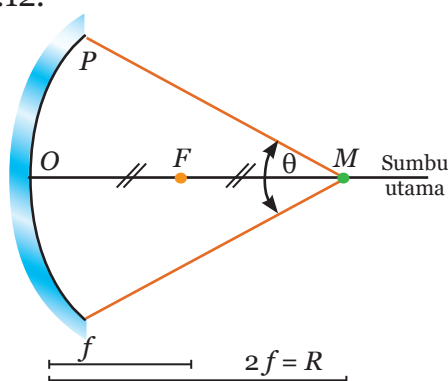
Gambar 11.11 Pembentukan pada Dua Buah Cermin Datar

b. Pembentukan Bayangan pada Cermin Lengkung

Pernahkah kamu mengamati kaca spion yang dipasang di kendaraan? Kaca yang dipasang pada spion adalah contoh dari cermin lengkung. Cermin lengkung adalah cermin yang permukaannya melengkung. Ada dua jenis cermin lengkung sederhana yaitu cermin silinder dan cermin bola. Pada subbab ini, kamu hanya akan mempelajari cermin bola (kelengkungannya merupakan bagian dari kelengkungan bola). Khususnya tentang cermin cekung dan cembung.

Cermin cekung dan cembung irisan permukaannya berbentuk bola. Cermin yang irisan permukaan bola bagian mengkilapnya terdapat di dalam disebut cermin cekung, sedangkan cermin yang irisan permukaan bola bagian mengkilapnya terdapat di luar disebut cermin cembung. Agar dapat memahami unsur-unsur pada cermin cekung dan cembung, perhatikan Gambar 11.12.

Bagian M adalah titik pusat kelengkungan cermin, yaitu titik pusat bola. Titik tengah cermin adalah O . Sumbu utama yaitu, OM , garis yang menghubungkan titik M dan O . Sudut POM adalah sudut buca cermin jika titik P dan M adalah ujung-ujung cermin. Berdasarkan Gambar 11.12, maka kita dapat menentukan unsur-unsur cermin lengkung, yaitu sebagai berikut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.12 Penampang Melintang Cermin Lengkung

a) Pusat kelengkungan cermin

Pusat kelengkungan cermin merupakan titik di pusat bola yang diiris menjadi cermin. Pusat kelengkungan cermin biasanya disimbolkan dengan M .

b) Vertex

Vertex merupakan titik di permukaan cermin dimana sumbu utama bertemu dengan cermin dan disimbolkan dengan O .

c) Titik api (fokus)

Titik api adalah titik bertemunya sinar-sinar pantul yang datangnya sejajar dengan sumbu utama (terletak antara vertex dan pusat) dan disimbolkan dengan F .

d) Jari-jari kelengkungan cermin

Jari-jari kelengkungan cermin adalah jarak dari vertex (O) ke pusat kelengkungan cermin (M). Jari-jari kelengkungan cermin biasanya disimbolkan dengan R .

e) Jarak fokus

Jarak fokus cermin adalah jarak dari vertex ke titik api dan disimbolkan dengan f .

1) Cermin Cekung

Sebelum kamu mempelajari cermin cekung, ayo lakukan aktivitas berikut terlebih dahulu!



Ayo, Kita Lakukan

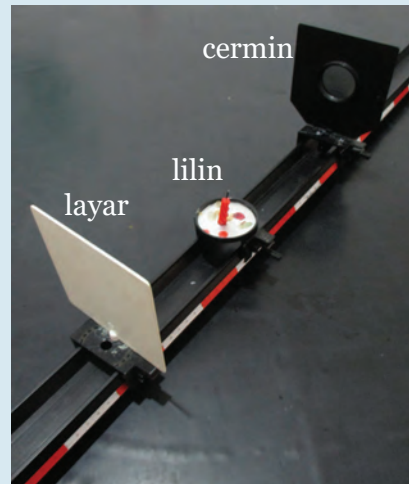
Aktivitas 11.4 Pembentukan Bayangan oleh Cermin Cekung

Apa yang akan kamu lakukan?

Mempelajari hubungan antara titik fokus, jarak benda, dan jarak bayangan pada cermin cekung.

Apa yang kamu perlukan?

1. Penjepit rel sebagai pemegang alat di atas rel presisi 5 buah
2. 1 buah lampu dengan tiang/
1 batang lilin
3. 1 buah cermin cekung
4. Layar putih
5. Bangku optik
6. Penggaris



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.13 Set Percobaan Cermin Cekung

Keterangan: Alat-alat untuk percobaan ini dapat diperoleh pada KIT Optika.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan lilin di bangku optik (rel) di antara cermin cekung dan layar putih. Perhatikan Gambar 11.13!
2. Geser-geserlah letak layar sepanjang mistar bangku optika (rel) hingga diperoleh bayangan yang jelas pada layar putih.
3. Ukur jarak layar dari cermin (sebagai s') dan jarak lilin dari cermin (sebagai s).
4. Catat hasil pengukuran dalam Tabel 11.1
5. Ulangi langkah-langkah di atas dengan mengubah letak benda (s).

Tabel 11.1 Data Jarak Benda dan Bayangan pada Percobaan Cermin Cekung

s (cm)	s' (cm)	$\frac{1}{s}$	$\frac{1}{s'}$	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$

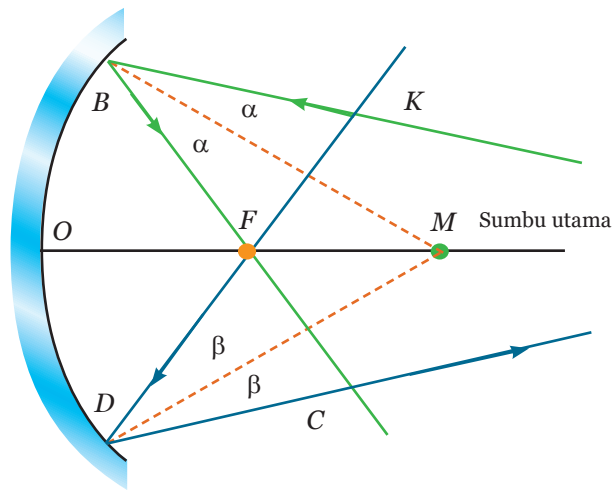
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimana hubungan antara titik fokus, jarak benda, dan jarak bayangan pada cermin cekung?
2. Berapakah jarak fokus cermin cekung yang digunakan dalam percobaan ini?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Hukum pemantulan yang menyatakan besar sudut datang sama dengan sudut pantul, berlaku pula untuk cermin cekung. Pada cermin cekung, garis normal adalah garis yang menghubungkan titik pusat lengkung cermin M dengan titik jatuhnya sinar. Garis normal pada cermin lengkung berubah-ubah, bergantung pada titik jatuh sinar. Misalnya, jika sinar datang dari K mengenai cermin cekung di B , maka garis normalnya adalah garis MB dan sudut datangnya adalah sudut $KBM = \alpha$. Sesuai hukum pemantulan, maka sudut pantulnya, adalah sudut $MBC = \alpha$ dan sinar pantulnya adalah sinar BC .



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.14 Pemantulan pada Cermin Cekung

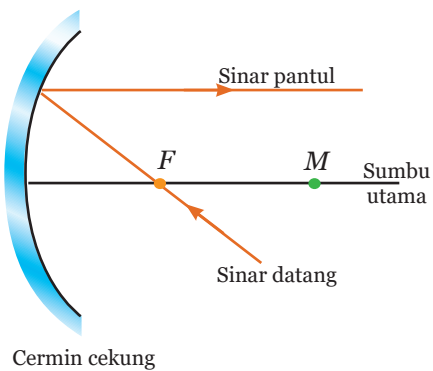
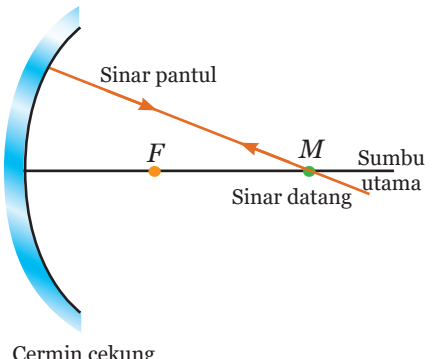
Sinar datang dari K mengenai cermin cekung di D , maka garis normalnya adalah garis MD dan sudut datangnya adalah sudut $KDM = \beta$. Sesuai hukum pemantulan, maka sudut pantulnya, adalah sudut $MDC = \beta$, sedangkan sinar pantulnya adalah sinar DC . Hal yang sama berlaku juga pada cermin cembung.

a) Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cekung

Agar dapat mengetahui pembentukan bayangan pada cermin cekung, kamu dapat menggunakan diagram sinar dan tiga sinar istimewa, seperti pada Tabel 11.2.

Tabel 11.2 Sinar Istimewa pada Cermin Cekung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
a. Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus.	

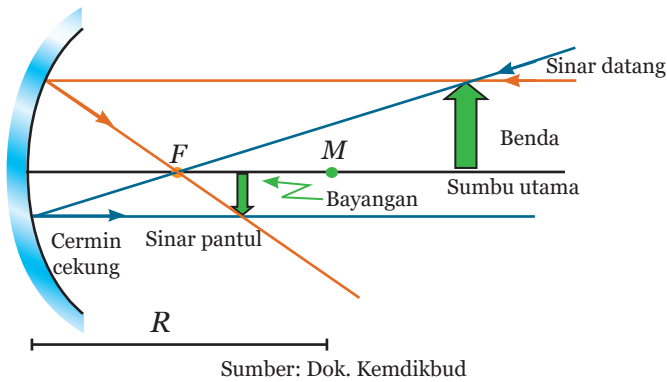
Sinar Istimewa	Diagram Sinar
b. Sinar datang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama.	 <p>Diagram showing a concave mirror (Cermin cekung) with its principal axis (Sumbu utama). A ray (Sinar datang) passes through the focal point (F) and reflects (Sinar pantul) parallel to the principal axis. The center of curvature (M) is also marked on the axis.</p>
c. Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan melalui titik pusat kelengkungan cermin pula.	 <p>Diagram showing a concave mirror (Cermin cekung) with its principal axis (Sumbu utama). A ray (Sinar datang) passes through the center of curvature (M) and reflects (Sinar pantul) back through the center of curvature (M). The focal point (F) is also marked on the axis.</p>

Untuk melukis bayangan pada cermin cekung diperlukan minimal dua buah sinar istimewa. Akan tetapi, hasil akan lebih baik dan meyakinkan jika dilukis dengan tiga sinar istimewa sekaligus dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Pilih sebuah titik pada bagian ujung atas benda dan lukis dua sinar datang melalui titik tersebut menuju cermin.
2. Setelah sinar-sinar datang tersebut mengenai cermin, pantulkan kedua sinar tersebut sesuai kaidah sinar istimewa cermin cekung.
3. Tandai titik potong sinar pantul sebagai tempat bayangan benda.
4. Lukis perpotongan sinar-sinar pantul tersebut.

b) Melukis Pembentukan Bayangan oleh Cermin Cekung

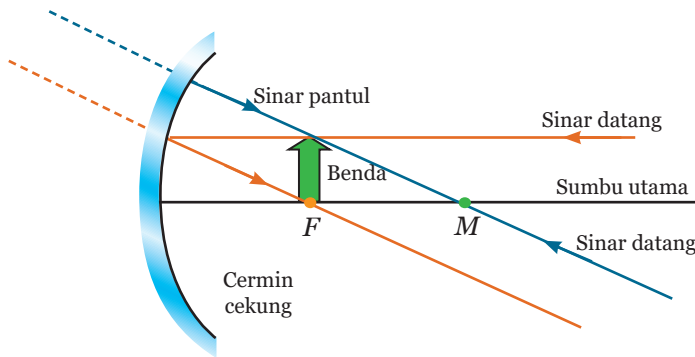
- Benda berada pada jarak lebih dari R



Gambar 11.15 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada pada Jarak Lebih dari R pada Cermin Cekung

Bagaimana sifat-sifat bayangan yang terbentuk? Berdasarkan gambar tersebut, bayangan yang terbentuk bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil.

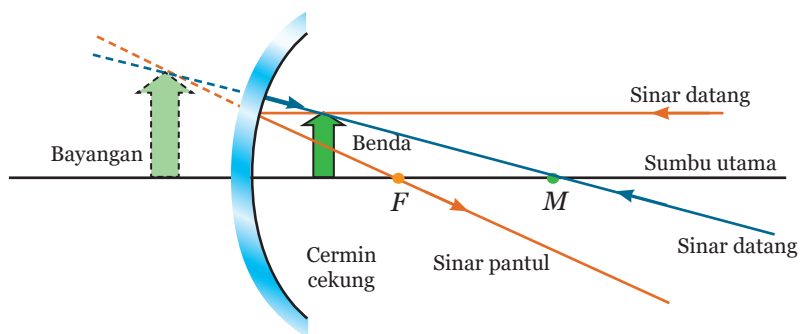
- Benda di titik fokus F



Gambar 11.16 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada pada Titik Fokus pada Cermin Cekung

Dimanakah letak bayangan yang terbentuk? Berdasarkan gambar tersebut, tidak terbentuk bayangan atau bayangan terletak di tempat yang jauh tak terhingga.

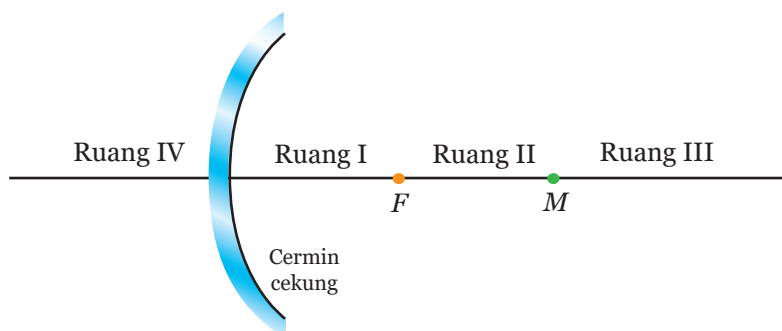
- Benda di antara cermin dan F



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.17 Pembentukan Bayangan jika Benda Berada di Antara Titik Fokus dan Cermin Cekung

Bagaimana sifat-sifat bayangan yang terbentuk? Berdasarkan gambar tersebut bayangan yang terbentuk bersifat maya, tegak, dan diperbesar. Selain penggunaan diagram sinar dan tiga sinar istimewa, agar lebih mudah memahami letak benda dan letak bayangan, kamu dapat memahami pembagian nomor ruang pada cermin lengkung (Dalil Esbach). Pembagian nomor ruang pada cermin cekung, dapat dilihat pada Gambar 11.18.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.18 Pembagian Ruang pada Cermin Cekung menurut Dalil Esbach

Misalnya benda diletakkan pada jarak lebih dari M (ruang III), bayangan yang terbentuk akan berada pada jarak antara F dan M (ruang II). Hal ini disebabkan menurut dalil Esbach jumlah ruang benda dengan ruang bayangan adalah sama dengan 5 ($R_{\text{benda}} + R_{\text{bayangan}} = 5$).

c) Persamaan Cermin Cekung

Persamaan cermin cekung menyatakan hubungan kuantitatif antara jarak benda ke cermin (s), jarak bayangan ke cermin (s'), dan panjang fokus (f).

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

dengan :

f = Jarak fokus (cm)

s = Jarak benda ke cermin (cm)

s' = Jarak bayangan (layar) ke cermin (cm)

Selain persamaan tersebut kamu juga harus mengetahui perbesaran bayangan yang dihasilkan oleh cermin cekung. Rumus perbesaran pada cermin cekung adalah

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

dengan :

M = Perbesaran

s = Jarak benda ke cermin

h = Tinggi benda

s' = Jarak bayangan (layar) ke cermin

h' = Tinggi bayangan

Catatan:

h' positif (+) menyatakan bayangan adalah tegak (dan maya)

h' negatif (-) menyatakan bayangan adalah terbalik (dan nyata)



Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal:

Sebuah benda diletakkan 10 cm di depan cermin cekung. Jika jarak fokus cermin tersebut 6 cm, tentukan jarak bayangan yang dibentuk, nyatakan sifat-sifatnya dan buatlah gambar diagram sinarnya!

Diketahui:

Jarak benda (s) = 10 cm (di ruang II)

Jarak fokus cermin = 6 cm

Ditanyakan: jarak bayangan (s'), sifat bayangan, dan gambar diagram

Jawab:

Jarak bayangan

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

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{10} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{6} - \frac{1}{10} = \frac{1}{s'}$$

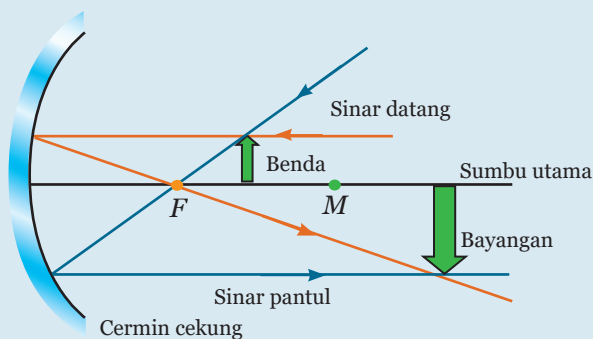
$$\frac{5 - 3}{30} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$$

Perbesaran bayangan

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{15}{10} \right| = 1,5$$

Gambar diagram sinar



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.19 Gambar Diagram Sinar pada Cermin Cekung

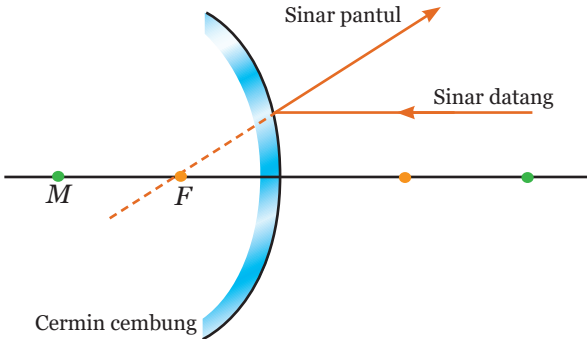
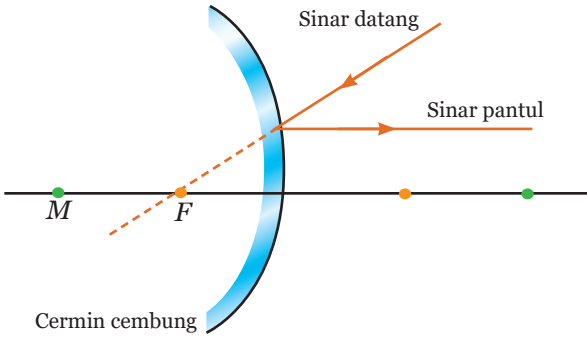
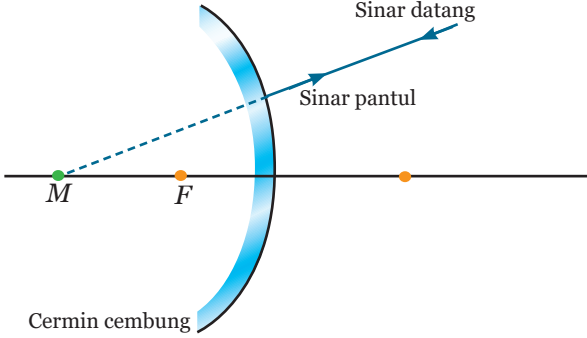
Berdasarkan hasil perhitungan dan diagram sinar, bayangan yang diperoleh bersifat nyata (bayangan berada di depan cermin cekung), terbalik (perhatikan hasil diagram sinar), dan diperbesar (perhatikan hasil gambar diagram sinar dan hasil perhitungan M).

2) Cermin Cembung

a) Sinar-Sinar Istimewa pada Cermin Cembung

Pada cermin cembung juga berlaku hukum-hukum pemantulan, yaitu besarnya sudut datang sama dengan besarnya sudut pantul. Sinar istimewa dan diagram sinar pada cermin cembung dapat dilihat pada Tabel 11.3.

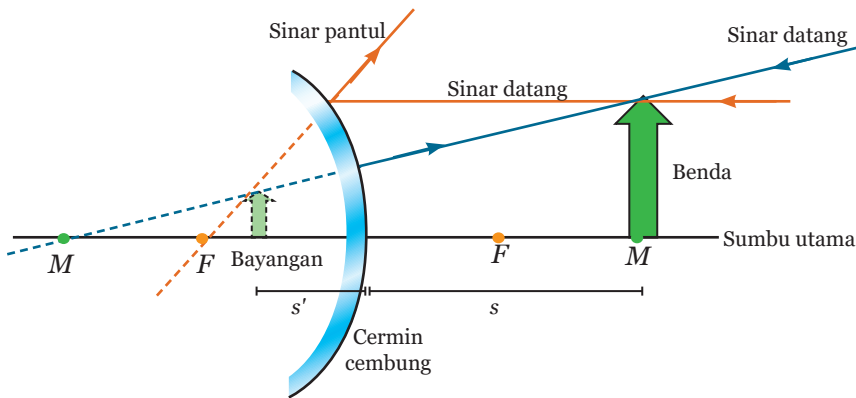
Tabel 11.3 Sinar Istimewa pada Cermin Cembung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
a) Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah dari titik fokus (F).	 <p>The diagram shows a convex mirror with its principal axis. A dashed line represents the extension of the axis, with the center of curvature M and focal point F marked on it. Three parallel incident rays (Sinar datang) travel from right to left. They reflect off the mirror surface as diverging rays (Sinar pantul) that appear to originate from the focal point F behind the mirror.</p>
b) Sinar yang datang menuju titik fokus (F) dipantulkan sejajar sumbu utama.	 <p>The diagram shows a convex mirror with its principal axis. A dashed line represents the extension of the axis, with the center of curvature M and focal point F marked on it. Three incident rays (Sinar datang) travel from right to left and are directed towards the focal point F. They reflect off the mirror surface as parallel rays (Sinar pantul) traveling from left to right.</p>
c) Sinar yang datang menuju titik pusat kelengkungan cermin seolah-olah dipantulkan berasal dari titik pusat kelengkungan tersebut.	 <p>The diagram shows a convex mirror with its principal axis. A dashed line represents the extension of the axis, with the center of curvature M and focal point F marked on it. Three incident rays (Sinar datang) travel from right to left and are directed towards the center of curvature M. They reflect off the mirror surface as rays (Sinar pantul) that travel back along the same path towards M.</p>

Untuk melukis bayangan pada cermin cembung dibutuhkan minimal dua buah sinar istimewa dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- (1) Pilih sebuah titik pada bagian ujung atas benda dan lukis dua sinar datang melalui titik tersebut menuju cermin.
- (2) Setelah sinar-sinar datang tersebut mengenai cermin, pantulkan kedua sinar tersebut sesuai kaidah sinar istimewa pada cermin cembung.
- (3) Tandai titik potong sinar-sinar pantul atau perpanjangan sinar-sinar pantul sebagai tempat bayangan benda.
- (4) Lukis bayangan benda pada perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul tersebut.

Contoh lukisan pembentukan bayangan pada cermin cembung sebagai berikut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.20 Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung, Bayangan yang Terbentuk Bersifat Maya dan Tegak

Jika benda diletakkan di depan cermin cembung, maka bayangan yang terbentuk akan bersifat maya, tegak, dan diperkecil. Coba amati pembentukan bayangan pada kaca spion motor atau mobil! Dapatkah kamu menjelaskannya?



Ayo, Kita Selesaikan

Setelah memahami cara melukiskan bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung, coba sekarang lukiskan letak bayangan benda jika:

- Benda diletakkan pada jarak lebih dari R
- Benda diletakkan di titik fokus
- Benda diletakkan di antara cermin dan titik fokus

b) Persamaan Cermin Cembung

Masih ingatkah kamu dengan persamaan pada cermin cekung? Rumus-rumus yang berlaku untuk cermin cekung juga berlaku untuk cermin cembung. Namun, ada hal yang perlu diperhatikan yaitu titik fokus F dan titik pusat kelengkungan cermin M untuk cermin cembung terletak di belakang cermin. Oleh karena itu, dalam menggunakan persamaan cermin cembung jarak fokus (f) dan jari-jari cermin (R) selalu dimasukkan bertanda negatif. Dengan catatan bahwa dalam cermin cembung harga f dan R bernilai negatif ($-$).



Ayo, Kita Pahami

Contoh soal:

Sebuah cermin cembung memiliki jari-jari kelengkungan 30 cm. Jika benda diletakkan pada jarak 10 cm di depan cermin cembung, tentukan jarak bayangan yang dibentuknya, nyatakan sifat-sifatnya, dan buatlah gambar diagram sinar!

Diketahui:

Jarak benda (s) = 10 cm (di ruang I)

Jarak fokus cermin (f) = $\frac{1}{2}$ jari-jari kelengkungan = $\frac{1}{2} \times 30$ cm
= 15 cm

Ditanyakan: jarak bayangan, sifat bayangan, dan gambar diagram sinar

Jawab:

Jarak bayangan

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

$$\frac{1}{-15} = \frac{1}{10} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-15} - \frac{1}{10} = \frac{1}{s'}$$

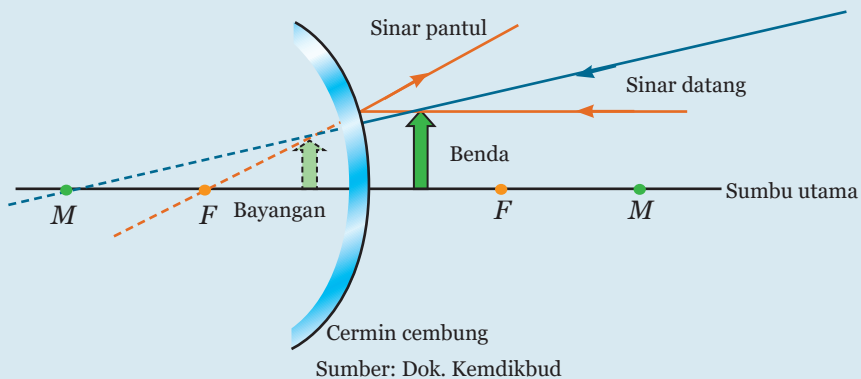
$$\frac{-2 - 3}{30} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = \frac{30}{-5} = -6 \text{ cm}$$

Perbesaran bayangan

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{-6}{10} \right| = 0,6$$

Gambar diagram sinar



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.21 Gambar Diagram Sinar pada Cermin Cembung

Berdasarkan hasil perhitungan dan diagram sinar, bayangan yang diperoleh bersifat maya (bayangan berada di belakang cermin), tegak (perhatikan hasil diagram sinar), dan diperkecil (perhatikan hasil diagram sinar dan hasil perhitungan M).



Ayo, Kita Diskusikan

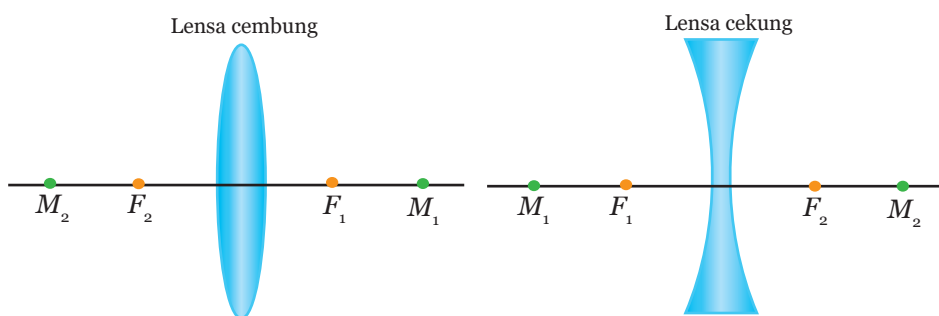
1. Sebuah benda diletakkan di depan cermin cekung pada jarak 4 cm. Jika titik fokus cermin tersebut adalah 8 cm, berapa jarak bayangan terhadap benda? Gambar dan sebutkan sifat bayangan yang terbentuk!
2. Sebuah benda diletakkan di depan cermin cembung pada jarak 3 cm. Jika titik fokus cermin tersebut adalah 6 cm, berapa jarak bayangan terhadap benda? Gambar dan sebutkan sifat bayangan yang terbentuk!

3. Lensa

a. Pembentukan Bayangan pada Lensa

Pernahkah kamu menggunakan lup? Lup memiliki bagian utama berupa lensa cembung yang berfungsi untuk memperbesar bayangan benda yang akan diteliti. Lensa adalah benda bening yang memiliki permukaan berbentuk cekung atau cembung dan berfungsi untuk membiaskan cahaya.

Lensa secara umum ada yang berbentuk cembung dan cekung. Jika dipegang, lensa cembung bagian tengahnya lebih tebal dari bagian pinggir. Lensa cekung bagian tengahnya lebih tipis dari bagian pinggirnya. Perhatikan Gambar 11.22!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.22 Lensa Cembung dan Lensa Cekung

b. Sinar-Sinar istimewa pada Pembiasan Cahaya oleh Lensa Cembung

Sebelum mempelajari pembiasan cahaya oleh lensa cembung lebih lanjut, ayo lakukan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.5 Pembentukan Bayangan pada Lensa Cembung

Apa yang akan kamu lakukan?

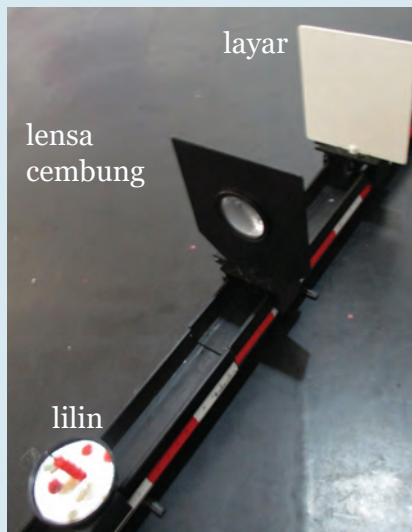
Mempelajari hubungan antara titik fokus, jarak benda, dan jarak bayangan pada lensa cembung.

Apa yang kamu perlukan?

1. Penjepit rel sebagai pemegang alat di atas rel presisi 5 buah
2. 1 buah lampu dengan tiang/lilin
3. 1 buah lensa cembung
4. Layar putih
5. Bangku optik

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan lilin di bangku optik (rel) di depan lensa cembung. Perhatikan Gambar 11.23!
2. Geser-geserlah letak layar pada mistar bangku optik (rel) hingga didapatkan bayangan yang jelas pada layar putih!
3. Ukur jarak layar dari lensa (sebagai s') dan jarak lilin dari lensa (sebagai s)!
4. Catat hasil pengukuran dalam Tabel 11.4.
5. Ulangi langkah-langkah di atas dengan mengubah letak benda (s).



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.23 Set Percobaan Lensa Cembung

Tabel 11.4 Data Jarak Benda dan Bayangan pada Percobaan Lensa Cembung

s (cm)	s' (cm)	$\frac{1}{s}$	$\frac{1}{s'}$	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$

Apa yang perlu kamu diskusikan?

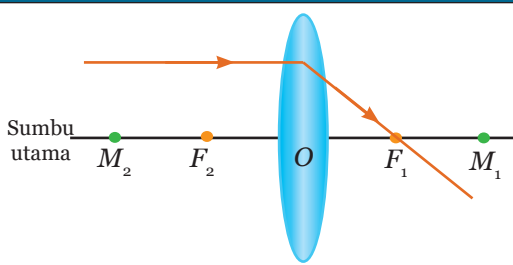
1. Bagaimana hubungan antara titik fokus, jarak benda, dan jarak bayangan pada lensa cembung?
2. Berapakah jarak fokus lensa cembung yang digunakan dalam percobaan ini?
3. Berapakah kekuatan lensa yang digunakan dalam percobaan ini?

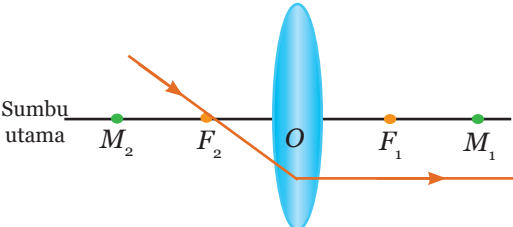
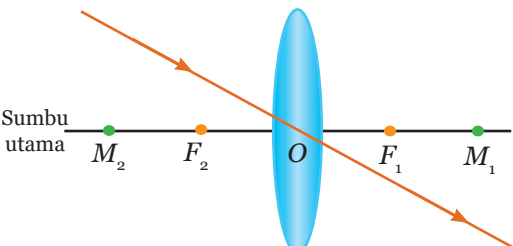
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Penerapan hukum pembiasan cahaya pada benda ternyata menentukan sinar-sinar istimewa pada pembiasan cahaya oleh lensa cembung. Sinar-sinar istimewa pada lensa cembung dapat dilihat pada Tabel 11.5.

Tabel 11.5 Sinar Istimewa pada Lensa Cembung

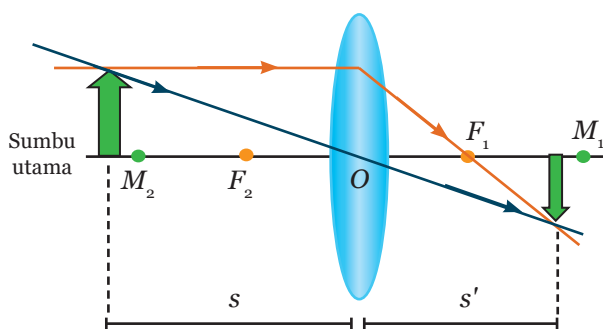
Sinar Istimewa	Diagram Sinar
a) Suatu sinar datang sejajar sumbu utama lensa akan dibiaskan menuju titik fokus aktif (F_1) di belakang lensa.	

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
b) Suatu sinar datang melalui titik fokus pasif (F_2) di depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama.	
c) Suatu sinar datang melalui pusat optik lensa (O) akan diteruskan tanpa dibiaskan.	

Ingatlah kembali tentang peristiwa pembiasan! Saat melalui 2 medium yang berbeda, besar kecepatan cahaya akan berubah, sehingga cahaya akan tampak dibelokkan, seperti pada peristiwa sendok yang tampak bengkok bila diletakkan di dalam gelas berisi air.

b. Melukis Pembentukan Bayangan pada Lensa Cembung Menggunakan Diagram Sinar

Bagaimanakah cara melukis pembentukan bayangan pada lensa? Jika sebuah benda diletakkan di depan lensa cembung akan membentuk bayangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.24.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.24 Pembentukan Bayangan oleh Lensa Cembung

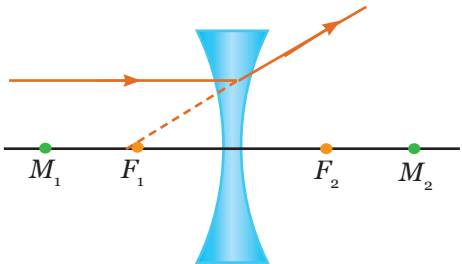
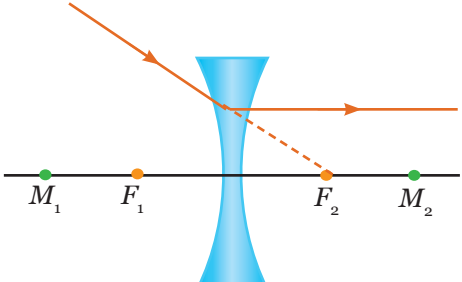
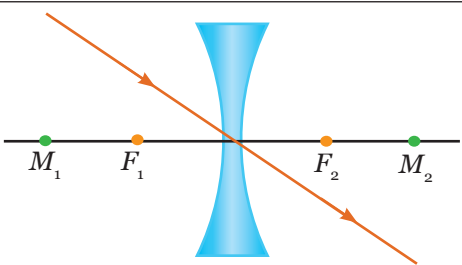
Pembentukan bayangan pada lensa cembung membutuhkan sekurang-kurangnya dua sinar istimewa. Sifat bayangan yang terbentuk pada lensa cembung bergantung pada posisi benda. Setelah memahami

cara melukiskan bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung, coba sekarang lukiskan letak bayangan benda jika benda diletakkan di antara fokus dan lensa cembung!

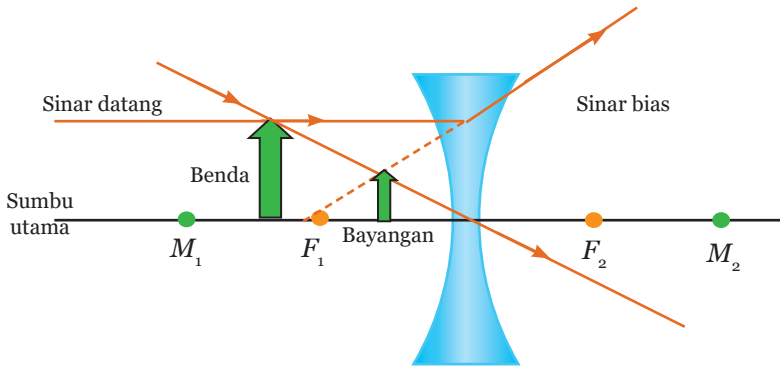
c. Pembiasan pada Lensa Cekung

Pada pembiasan lensa cekung juga berlaku sinar-sinar istimewa ketika kita hendak membuat bayangan pada lensa. Sinar-sinar istimewa pada pembiasan cahaya oleh lensa cekung dapat dilihat pada Tabel 11.6.

Tabel 11.6 Sinar Istimewa pada Lensa Cekung

Sinar Istimewa	Ilustrasi Sinar
Sinar datang sejajar sumbu utama lensa seolah-olah dibiaskan berasal dari titik fokus aktif (F) di depan lensa.	
Sinar datang seolah-olah menuju titik fokus pasif (F) di depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama.	
Sinar datang melalui pusat optik lensa (O) akan diteruskan tanpa dibiaskan.	

Jika ketiga sinar istimewa yang berasal dari sebuah benda dilukiskan pada satu lensa, maka akan terbentuk bayangan benda seperti Gambar 11. 25.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.25 Pembentukan Bayangan oleh Lensa Cekung

Sifat bayangan yang terbentuk pada lensa cekung bergantung pada posisi benda. Sifat bayangan pada lensa cekung dapat ditentukan melalui bantuan diagram sinar dan sinar-sinar istimewa. Selain melalui kegiatan di atas, sifat-sifat bayangan benda oleh lensa cekung juga dapat ditentukan melalui Dalil Esbach seperti pada lensa cembung. Perhatikan kembali Dalil Esbach yang sudah pernah kamu pelajari sebelumnya, dan perhatikan Gambar 11.25.

Catatan: Pada lensa cekung, benda yang terletak di depan lensa akan selalu menghasilkan bayangan maya, tegak, diperkecil, dan terletak di depan lensa.

d. Persamaan pada Lensa

Persamaan pada lensa cembung sama dengan persamaan pada lensa cekung. Hubungan antara jarak fokus (f), jarak bayangan (s'), dan jarak benda (s) adalah sebagai berikut.

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

Perbesarannya,

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

Pada lensa cembung, titik fokus bernilai positif (sama seperti pada cermin cekung), sedangkan pada lensa cekung, titik fokus bernilai negatif (sama seperti pada cermin cembung).

Setiap lensa mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam mengumpulkan atau menyebarkan sinar. Kemampuan lensa dalam mengumpulkan atau menyebarkan sinar disebut kuat lensa (D) dan memiliki satuan dioptri. Kuat lensa merupakan kebalikan dari panjang fokus. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

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

Dengan syarat f harus dinyatakan dalam meter (m). Jika f dalam sentimeter (cm) maka rumusnya menjadi:

$$D = \frac{100}{f}$$



Ayo, Kita Diskusikan

1. Sebuah lensa cembung memiliki titik fokus 10 cm. Jika benda diletakkan pada jarak 20 cm, dimanakah letak bayangan benda dan berapakah perbesarannya? Sebutkan pula sifat bayangan yang terbentuk! Buatlah diagram sinarnya!
2. Sebuah lensa cekung memiliki titik fokus 10 cm. Jika benda diletakkan pada jarak 30 cm, dimanakah letak bayangan benda dan berapakah perbesarannya? Sebutkan pula sifat bayangan yang terbentuk! Buatlah diagram sinarnya!