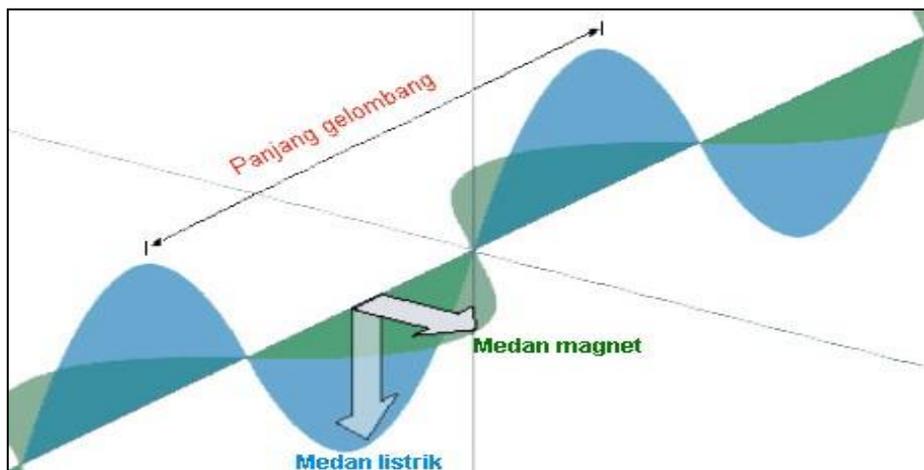


BAB XIV CAHAYA DAN PEMANTULANYA



Sampai sekarang para ahli masih berpendapat bahwa cahaya adalah gelombang elektromagnetik yang perambatannya tidak memerlukan medium. Mengapa mereka berpendapat demikian dan bagaimanakah sifat-sifat pemantulan serta pembiasan cahaya tersebut? Untuk memahami hal tersebut, pelajarilah dengan baik seluruh kegiatan dan uraian berikut ini.



Gambar 14-1. Perambatan gelombang

14.1. CAHAYA SEBAGAI GELOMBANG

Christiaan Huygens (1629-1695) adalah orang yang pertama mengemukakan teori bahwa cahaya adalah perambatan gelombang, sama halnya seperti gelombang bunyi yang merupakan gelombang mekanik.



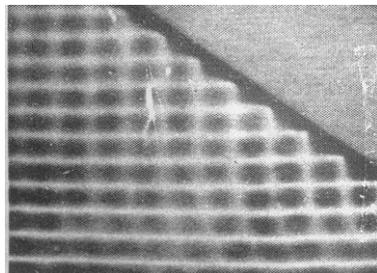
Gambar 14-2. Christiaan

Fenomena yang memperkuat teori cahaya sebagai gelombang, adalah peristiwa *pemantulan*, *pembiasan*, *interferensi* dan *lenturan* cahaya yang merupakan sifat-sifat umum dari semua jenis gelombang.

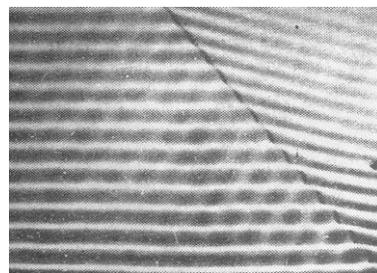
Jika cahaya sebagai gelombang, apakah medium yang dipergunakan untuk merambat?

Permasalahan tersebut muncul karena perambatan gelombang mekanik selalu memerlukan medium, sedangkan cahaya dapat merambat di ruang hampa (vakum),

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Christiaan Huygens mengemukakan hipotesa bahwa medium perambatan cahaya adalah *ether* yang keberadaannya mengisi seluruh ruangan alam semesta ini.



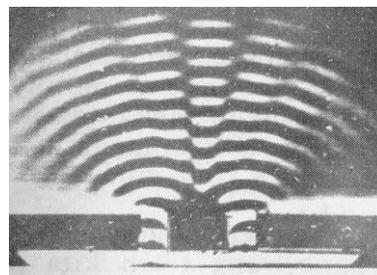
Pemantulan



Pembiasan



Lenturan



Lenturan dan Interferensi

Gambar 14-3. Beberapa sifat-sifat



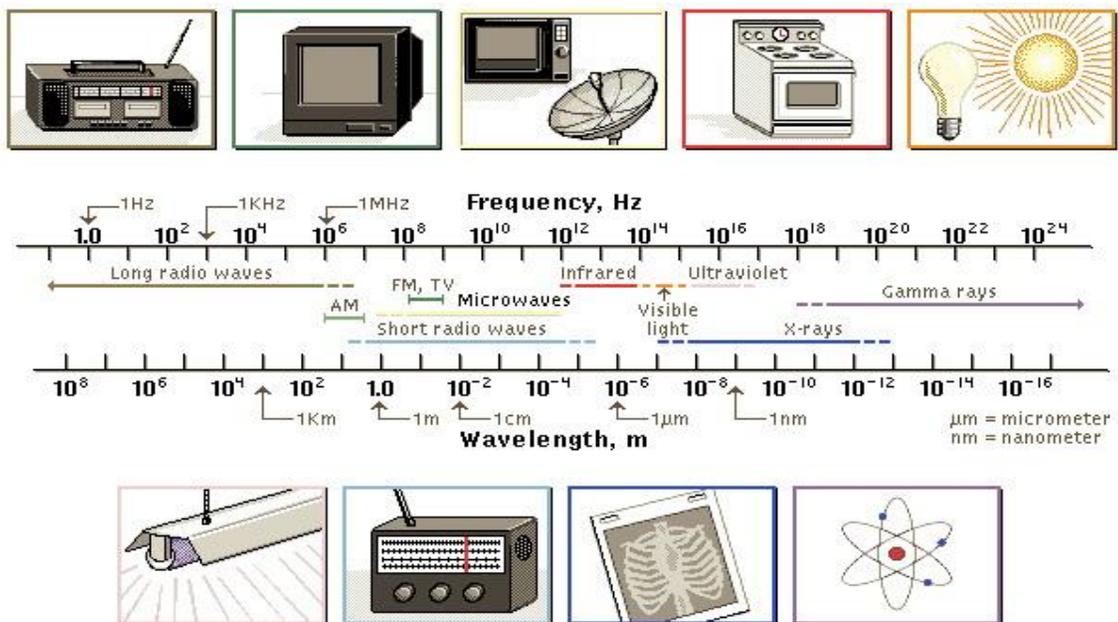
Gambar 14-4. James Clerk

Teori cahaya sebagai gelombang, juga dikemukakan oleh *James Clerk Maxwell* (1831-1879). Tetapi jenis gelombangnya berupa *gelombang elektromagnetik*.

Teori tersebut ia kemukakan berdasarkan pemikiran bahwa perubahan medan listrik dan perubahan medan magnet akan merambat berupa gelombang elektromagnetik dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan cahaya, yaitu $c=3.10^8 \text{ ms}^{-1}$. Berdasarkan pemikiran tersebut, maka disimpulkan bahwa cahaya adalah gelombang elektromagnetik.

Untuk menguji kebenaran hipotesa tentang keberadaan ether yang mengisi seluruh alam semesta, pada tahun 1887 *Albert Michelson* dan *Edward Morley* melakukan percobaan dengan alat *interferometer*. Karena percobaan tersebut gagal membuktikan keberadaan ether, maka disimpulkan zat ether alam itu tidak ada dan *perambatan gelombang elektromagnetik tidak memerlukan medium*.

Secara eksperimen, keberadaan gelombang elektromagnetik baru dapat dibuktikan pada tahun 1888 oleh *Heinrich Hertz* (1857-1894). Berkat kemajuan ilmu dan teknologi, saat ini telah diperoleh berbagai jenis gelombang elektromagnetik seperti yang terlihat pada gambar spektrum gelombang elektromagnetik berikut.



Gambar 14-5. Spektrum Gelombang

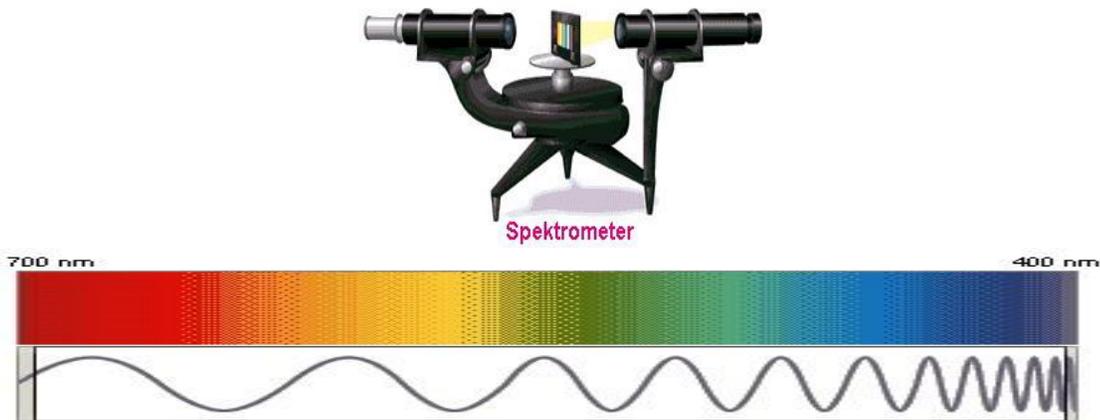
Selain *cahaya tampak*, masih ada jenis gelombang elektromagnetik lain yang tidak dapat kita lihat, yaitu *cahaya infra merah*, *cahaya ultra ungu*, *gelombang radio*, *gelombang TV*, *gelombang radar*, *sinar X (rotgen)* dan *sinar γ (gamma)* seperti yang dihasilkan oleh unsur-unsur radioaktif.

Semua gelombang elektromagnetik memiliki kecepatan merambat yang sama di dalam ruang vakum, yaitu $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Akan tetapi masing-masing jenis gelombang elektromagnetik tersebut memiliki perbedaan dalam frekuensi dan panjang gelombang. Sama seperti jenis gelombang yang lainnya, hubungan antara kecepatan, frekuensi dan panjang gelombang dari gelombang elektromagnetik adalah :

$$c = f \lambda \dots\dots\dots (14-1)$$

- Dengan : c = kecepatan, satuannya (ms^{-1})
- f = frekuensi, satuannya (Hz)
- λ = panjang gelombang, satuannya (m)

Sesungguhnya cahaya matahari yang kita lihat putih, adalah terdiri dari beberapa warna cahaya, yaitu *merah*, *jingga*, *kuning*, *hijau*, *biru*, *nila* dan *ungu*, seperti warna pelangi yang sering kita lihat diangkasa. Masing-masing warna memiliki perbedaan frekuensi dan panjang gelombang, sehingga energinyapun berbeda-beda. Hal itu dapat diselidiki dengan menggunakan alat spektrometer.



Gambar 14-6. spektrometer dan spektrum

Tugas diskusi 14-1

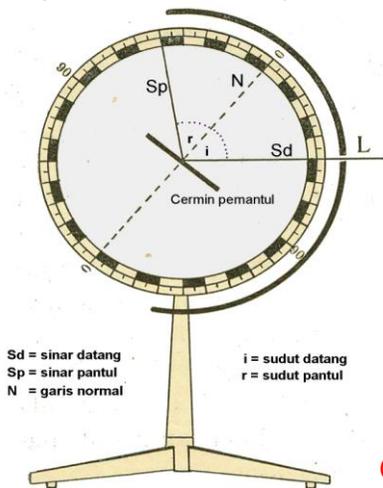
Berdasarkan data panjang gelombang dalam gambar 14-6, coba kalian diskusikan, berapakah frekuensi sinar merah dan sinar ungu pada spektrum cahaya matahari tersebut? Cocokkan hasil perhitungan itu dengan data yang tercantum pada spektrum gelombang elektromagnetik gambar 14-5, apakah sesuai? Ingat $1 \text{ nm (nanometer)} = 10^{-9} \text{ m}$

5. Sebelum cermin dan jarum pentul diangkat, beri tanda letak cermin dengan garis dan letak jarum pentul dengan titik. Kemudian tarik garis AB dan CD sehingga berpotongan pada garis cermin.. Maka garis AB sebagai sinar datang dan CD sebagai sinar pantul.
6. Buat garis normal (N) yang tegak lurus dengan cermin, tepat di titik sinar tersebut dipantulkan. Kemudian ukur berapa besar sudut datang (i) dan sudut pantul (r).
7. Ulangi percobaan tersebut beberapa kali, dengan mengubah-ubah kemiringan jarum A dan B sehingga besar sudut datangnya berbeda-beda. Catat semua data yang diperoleh dalam bentuk tabel.

Pertanyaan :

Kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut?

Dengan menggunakan alat keping optik seperti gambar 14-7, kita dapat menyelidiki sifat-sifat pemantulan cahaya.



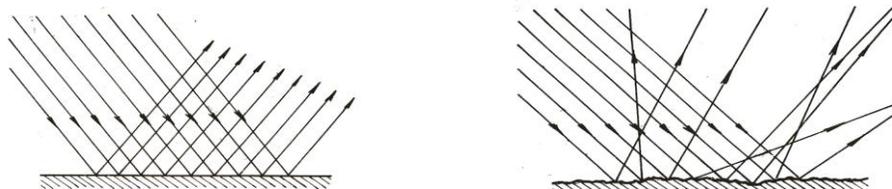
Dari celah sempit (L) kita masukkan seberkas sinar datang sehingga mengenai permukaan cermin datar. Perambatan sinar datang (Sd) dan sinar pantul (Sp) dapat dilihat pada bidang keping optik. Berapa besar sudut datang (i) dan sudut pantul (r) dapat diukur dengan menggunakan busur derajat pada bidang keping optik tersebut. Karena bidang keping optik dapat berputar, maka besar sudut datang dapat diatur agar sesuai dengan keinginan kita.

Gambar 14-7. Keping optik dan pemantulan

Jika arah sinar datang diubah, maka arah sinar pantul juga berubah. Tetapi selalu berlaku *hukum pemantulan cahaya* sebagai berikut :

1. Sinar datang, garis normal dan sinar pantul berada dalam satu bidang
2. Besar sudut datang (i) selalu sama dengan besar sudut pantul (r)

Berdasarkan hukum pemantulan tersebut, maka berkas cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan yang tidak rata (kasar) dapat menuju kesegala arah. Pemantulan itulah yang disebut sebagai *pemantulan difus* atau *pemantulan baur*.



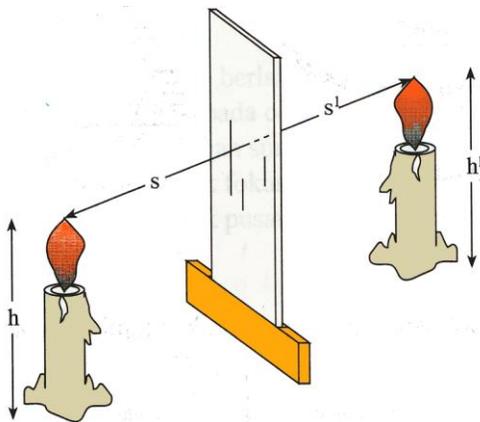
Gambar 14-8. Pemantulan sempurna dan

Suatu kamar yang menggunakan sistem penerangan difus akan terasa lebih sejuk dan tidak menyilaukan, sebab cahaya lampunya dapat tersebar secara merata keseluruh ruangan tersebut.

2. Pembentukan bayangan pada cermin datar

Dilihat dari bentuk permukaannya, maka ada cermin datar dan cermin lengkung. Ada dua jenis cermin lengkung yaitu cermin cekung dan cermin cembung. Apakah kegunaan masing-masing cermin tersebut?

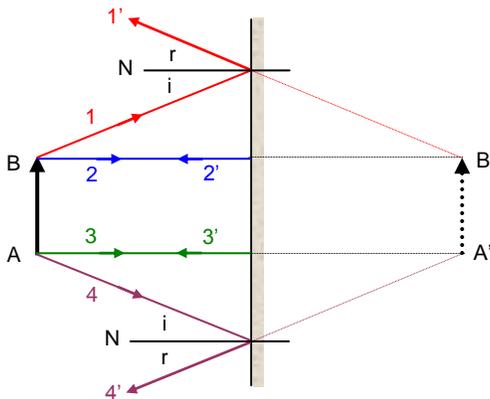
Untuk keperluan berhias dan merapikan pakaian yang dipakai, maka hampir setiap hari kita bercermin dengan menggunakan cermin datar.



Gambar 14-9. Bayangan lilin pada

Bagaimana cara melukis bayangan dan sifat-sifat bayangan pada cermin datar?

Benda di depan cermin menjadi sumber cahaya, sehingga semua berkas sinar dari benda yang mengenai cermin akan dipantulkan sesuai dengan hukum pemantulan.

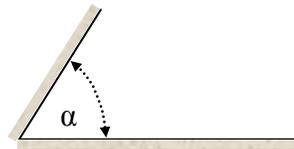


Gambar 14-10. Pembentukan bayangan pada

Sinar (1) dipantulkan menjadi (1'), sinar (2) dipantulkan menjadi (2'). Sehingga perpanjangan sinar pantul tersebut akan membentuk bayangan titik (B) di (B'). Sinar (3) dipantulkan menjadi (3'), sinar (4) dipantulkan menjadi (4'). Sehingga perpanjangan sinar pantul tersebut akan membentuk bayangan titik (A) di (A'). Garis A'B' adalah bayangan benda AB yang dibentuk oleh cermin datar.

Sifat-sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin datar adalah : *sama besar* ($h=h'$), *sama jauh* ($s=s'$), *tegak* dan selau berupa bayangan *semu (maya)*. Disebut bayangan semu, karena bayangan itu dibentuk oleh perpanjangan sinar pantul yang hanya dapat dilihat secara langsung tanpa menggunakan layar.

Untuk mendapatkan bayangan yang jumlahnya lebih dari satu, dua cermin datar harus diletakkan berhadapan sehingga membentuk besar sudut tertentu, benda diletakkan diantara permukaan kedua cermin tersebut. Banyaknya bayangan yang akan terjadi bergantung pada besar sudut yang dibentuk oleh permukaan kedua cermin, yaitu :



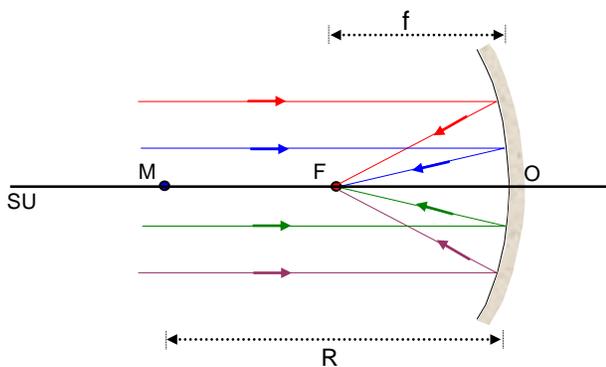
$$N = \frac{360}{\alpha} - 1 \dots\dots\dots (14-2)$$

Dengan : N = jumlah bayangan yang terbentuk
 α = sudut yang antara kedua cermin datar

Jika besar sudutnya $\alpha = 30^\circ$, maka jumlah bayangan yang akan terbentuk adalah : $N = \frac{360}{30} - 1 = 11$ buah.

3. Pembentukan bayangan pada cermin cekung

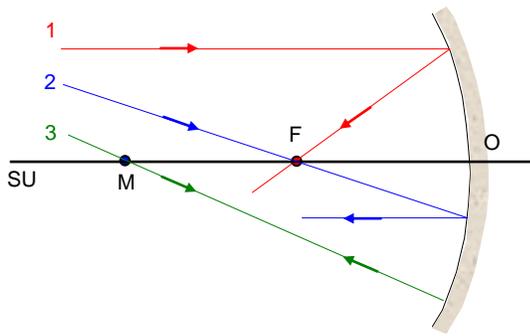
Cermin lengkung yang akan kita pelajari adalah cermin cekung dan cembung yang kelengkungannya menyerupai bidang bola (sferis), sehingga ada yang disebut sebagai *titik pusat kelengkungan bidang cermin* (M). Berkas sinar sejajar yang mengenai permukaan cermin cekung, akan dipantulkan ke satu titik yang disebut sebagai *titik api* atau *fokus* (F). Karena cermin cekung bersifat mengumpulkan cahaya atau *konvergen*, maka cermin cekung banyak dipakai sebagai *reflektor* pada berbagai sistem lampu sorot.



- SU = sumbu utama
- O = Titik pusat bidang cermin
- F = Titik api (fokus)
- M = Titik pusat kelengkungan bidang cermin
- f = Panjang fokus
- R = Jari-jari

Gambar 14-11. Cermin cekung bersifat

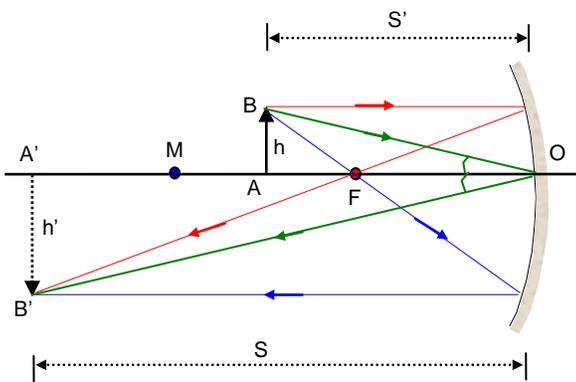
Berdasarkan hukum pemantulan maka ada tiga sinar istimewa (mudah diingat) pada pemantulan cermin cekung, yaitu :



1. Sinar datang sejajar sumbu utama, akan dipantulkan melalui fokus.
2. Sinar datang melalui fokus, akan dipantulkan sejajar sumbu utama.
3. Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan, akan dipantulkan kembali melalui titik pusat kelengkungan.

Gambar 14-12. Pemantulan sinar istimewa pada

Dengan menggunakan pemantulan sinar-sinar istimewa tersebut, maka cara melukis pembentukan bayangan pada cermin cekung dapat dilihat pada gambar 9-9 berikut.



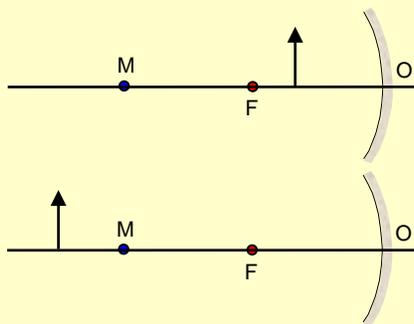
Jika benda (AB) terletak di ruang dua (R-2) yaitu antara fokus dan titik pusat kelengkungan, maka akan terbentuk bayangan (A'B') di ruang tiga (R-3) yaitu di depan titik pusat kelengkungan. Sifat-sifat bayangannya adalah: nyata, terbalik, diperkecil.

s = jarak benda
 s' = jarak bayangan

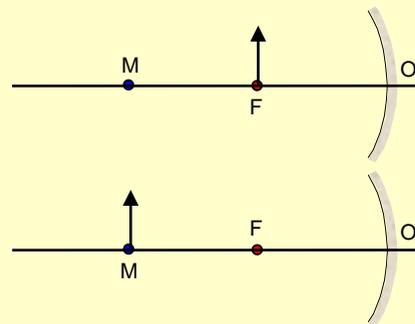
Gambar 14-13. Contoh pembentukan bayangan pada

Tugas diskusi 14-2

Diskusikanlah contoh gambar 9-9, secara berkelompok, kemudian lukis pembentukan bayangannya jika letak benda berubah seperti masing-masing gambar berikut. Berikan penjelasan bagaimana sifat-sifat bayangan yang diperoleh.



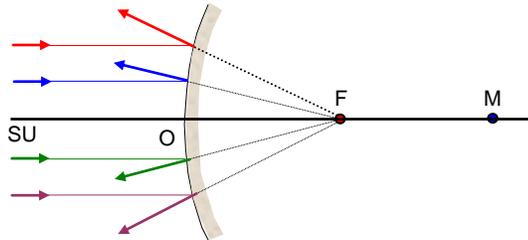
R-1 = ruang satu antara titik O dan F
 R-2 = ruang dua antara titik F dan M



R-3 = ruang di depan titik M
 R-4 = ruang di belakang cermin

4. Pembentukan bayangan pada cermin cembung

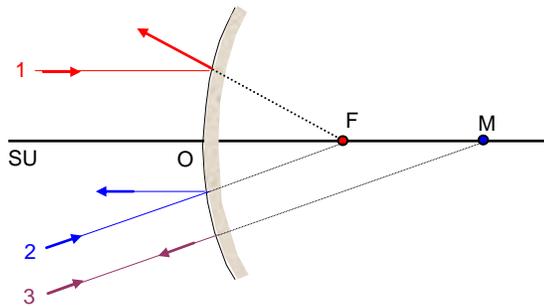
Karena bagian cembungnya yang bersifat sebagai cermin, maka letak titik pusat kelengkungan (M) dan fokus (F) cermin cembung berada di belakang. Ruang di depan cermin disebut sebagai ruang empat (R-4).



Gambar 14-14. Cermin cekung bersifat

Berkas sinar sejajar yang mengenai permukaan cermin cembung, akan dipantulkan seolah-olah datang dari satu titik yaitu fokus (F). Berarti cermin cembung memiliki sifat menyebarkan cahaya atau *divergen*.

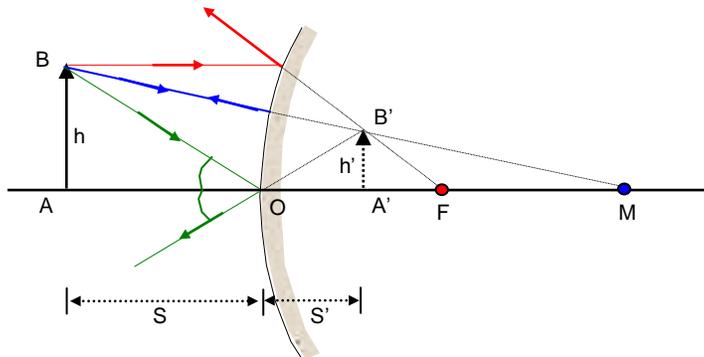
Berdasarkan hukum pemantulan maka ada tiga sinar istimewa (mudah diingat) pada pemantulan cermin cembung, yaitu :



Gambar 14-15. Pemantulan sinar istimewa pada

1. Sinar datang sejajar sumbu utama, akan dipantulkan seolah-olah dari fokus.
2. Sinar datang menuju fokus, akan dipantulkan sejajar sumbu utama.
3. Sinar datang menuju titik pusat kelengkungan, akan dipantulkan kembali seolah-olah dari titik pusat kelengkungan.

Dengan menggunakan pemantulan sinar-sinar istimewa tersebut, maka cara melukis pembentukan bayangan pada cermin cembung dapat dilihat pada gambar 14-16 berikut.



Gambar 14-16 Pembentukan bayangan pada

Benda (AB) selalu berada di ruang empat (R-4). Maka akan selalu terbentuk bayangan (A'B') di ruang satu (R-1) dengan sifat-sifat : *semu*, *tegak* dan *diperkecil*. Itulah sebabnya mengapa cermin cembung bagus dipergunakan sebagai kaca spion pada kendaraan.

s = jarak benda
 s' = jarak bayangan

5. Pembesaran dan rumus cermin

Untuk menentukan berapa besar bayangan yang dibentuk oleh cermin, maka pembesaran (M) didefinisikan sebagai perbandingan besar bayangan (h') dengan besar benda (h), yaitu

$$M = \frac{|h'|}{|h|} \dots\dots\dots (1)$$

Karena dari pembentukan bayangan pada cermin lengkung (lihat gambar 14-13 dan 14-16), segitiga ABO sebangun dengan segitiga A'B'O, berarti :

$$\frac{h'}{h} = \frac{s'}{s} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (1) ke dalam persamaan (2), maka pembesaran (M) dapat juga ditentukan dengan perbandingan jarak bayangan (s') dan jarak bendanya (s), yaitu :

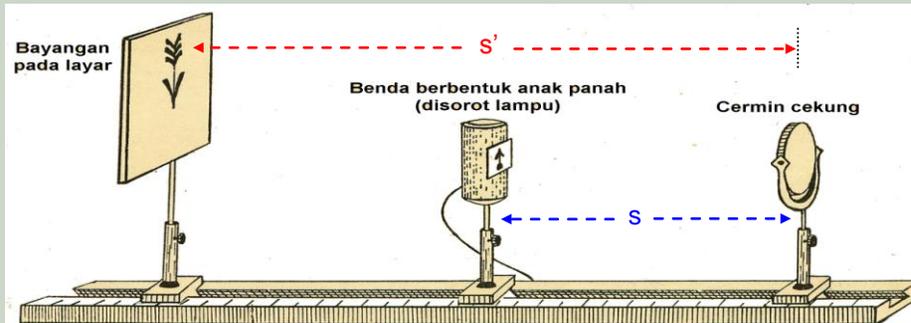
$$M = \frac{|h'|}{|h|} = \frac{|s'|}{|s|} \dots\dots\dots (14-3)$$

Bagaimanakah hubungan antara jarak benda, jarak bayangan dengan jarak fokus pada cermin? Untuk mengetahui hal itu, lakukanlah percobaan berikut secara berkelompok.

Tugas percobaan 14-2

Prosedur percobaan :

1. Siapkan peralatan bangku optik, lengkap dengan cermin cekung, sumber cahaya dan benda berbentuk anak panah seperti yang terlihat pada gambar.



2. Atur letak benda dan layar sedemikian rupa, sehingga pada layar terbentuk bayangan benda yang paling terang dan jelas. Kemudian ukur jarak benda (s) dan jarak bayangannya (s') dari cermin.
3. Ulangi percobaan tersebut beberapa kali, tapi dengan jarak benda yang berbeda-beda. Catat semua data dan hasil perhitungan yang diperoleh ke dalam tabel berikut.

Jarak benda S (cm)	Jarak bayangan s' (cm)	$\frac{1}{s}$	$\frac{1}{s'}$	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \dots$

Pertanyaan :

Kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut?

Percobaan yang dilakukan dengan teliti dan benar, akan menghasilkan :

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = C \text{ (konstan) } \dots\dots\dots (3)$$

Karena benda yang terletak di fokus (f), akan membentuk bayangan di jauh takhingga (∞), maka dari persamaan (3) diperoleh besar konstanta C, yaitu :

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{\infty} = C \longrightarrow \frac{1}{f} = C \dots\dots (4)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (4) ke persamaan (3), maka diperoleh hubungan :

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (14-4)$$

Untuk sinar-sinar yang membentuk sudut kecil dengan sumbu utama (sinar paraksial), panjang fokus sama dengan setengah jari-jari :

$$f = \frac{1}{2}R \dots\dots\dots (14-5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (14-5) ke dalam persamaan (14-4), maka diperoleh hubungan :

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} \dots\dots\dots (14-6)$$

Dengan : s = jarak benda (selalu positif)
 s' = jarak bayangan (bayangan sejati positif, semu negatif)
 f = panjang fokus (cermin cekung positif, cembung negatif)
 R = jari-jari kelengkungan (cermin cekung positif, cembung negatif)

CONTOH SOAL DAN PENYELESAINYA

1. Benda setinggi 4 cm diletakkan 12 cm di depan cermin cembung yang memiliki jarak fokus 4 cm. Berapakah tinggi bayangannya?

Diketahui : h = 4 cm, s = 12 cm dan f = - 4 cm (cermin cembung)

Ditanyakan : h' = ?

Jawaban : $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \rightarrow \frac{1}{-4} = \frac{1}{12} + \frac{1}{s'}$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{4} - \frac{1}{12} \rightarrow \frac{1}{s'} = -\frac{4}{12}$$

s' = - 3cm (bayangan semu)

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{h'}{h} \right| \rightarrow \left| \frac{-3}{12} \right| = \left| \frac{h'}{4} \right| \rightarrow h' = 1 \text{ cm}$$

2. Berapa jarak fokus cermin agar dapat membentuk bayangan semu yang diperbesar 2 kali, dengan jarak benda ke bayangan sejauh 12 cm.

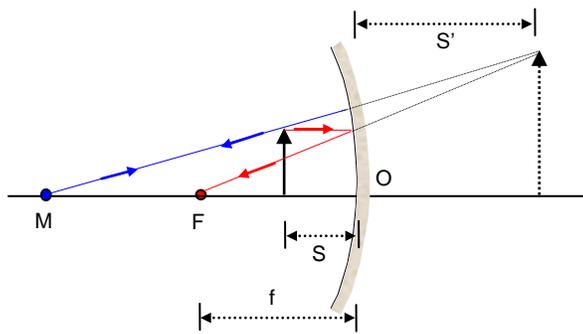
Diketahui : M = 2 kali
 s + s' = 12 cm

Ditanyakan : f = ?

Jawaban : $M = \left| \frac{s'}{s} \right| = 2 \rightarrow s' = 2s$

$$s + s' = 12 \rightarrow s + 2s = 12 \rightarrow s = 4 \text{ cm}$$

$$s' = 2(4) = 8 \text{ cm}$$



Bayangan yang dibentuk semu, diperbesar, pasti menggunakan cermin cekung. Jarak bayangannya (s') negatif, maka :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{4} - \frac{1}{8} \rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

(jarak fokus cermin cekung positif)

TUGAS MERANGKUM

Untuk menata kembali seluruh pengetahuan yang telah kalian peroleh dari bab ini, sekarang cobalah membuat rangkuman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Apa perbedaan teori gelombang cahaya yang dikemukakan oleh Christiaan Huygens dan James Clerk Maxwell?
2. Peristiwa apakah yang memperkuat teori cahaya sebagai gelombang?
3. Bagaimanakah hubungan antara kecepatan, frekuensi dan panjang gelombang?
4. Bagaimanakah rumusan hukum pemantulan cahaya?
5. Apakah yang dimaksudkan dengan pemantulan baur?
6. Benda apakah yang dapat memantulkan cahaya dengan sempurna ? Jelaskan mengapa demikian!
7. Apakah perbedaan cermin cekung dan cermin cembung?
8. Apakah yang dimaksudkan dengan pembesaran pada cermin?
9. Bagaimanakah hubungan antara jarak fokus dan jari-jari cermin, untuk sinar-sinar yang membentuk sudut kecil dengan sumbu utama?
10. Bagaimanakah hubungan antara panjang fokus, jarak benda dan jarak bayangan pada cermin lengkung?

SOAL-SOAL UNTUK LATIHAN

A. Bentuk Soal Pilihan Ganda

Pilih salah satu alternatif jawaban yang paling benar, dengan jalan memberikan tanda silang (X) pada lembar jawaban yang telah disediakan.

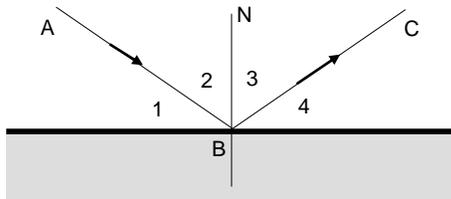
- Orang yang pertama kali mengemukakan bahwa cahaya adalah gelombang elektromagnetik adalah:
 A. Huygens B. Maxwell C. Hertz D. Michelson
- Peristiwa yang memperkuat teori cahaya sebagai gelombang adalah :
 1. Refraksi 2. Difraksi 3. Interferensi 4. Dispersi

Jawaban yang benar adalah :

- A. 1 dan 3 B. 2 dan 4 C. 1, 2 dan 3 D. 1, 2, 3 dan 4

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

- Pemantulan seberkas sinar datang AB menjadi sinar pantul BC dapat

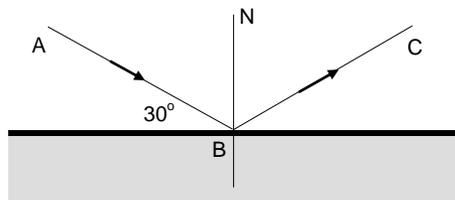


dilukiskan seperti gambar. Jika N adalah garis normal, maka nomor sudut yang dikatakan sebagai sudut datang adalah :

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

- Besar sudut pantul pada peristiwa pemantulan cahaya pada gambar berikut adalah :



- A. 30° B. 45° C. 60° D. 90°

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

- Cermin yang baik dipergunakan sebagai kaca spion, adalah cermin :
 A. Datar B. Cekung C. Cembung D. Lengkung

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

- Stasiun radio FM yang dipancarkan dengan frekuensi 10^8 Hz, memiliki panjang gelombang :

- A. 0,3 m B. 3,0 m C. 3,3 m D. 33 m

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

7. Benda yang diletakkan pada jarak 4 cm, oleh cermin cekung dibentuk bayangan semu pada jarak 12 cm. Berarti panjang fokus cermin cekung adalah :

A. 8 cm B. 6 cm C. 3 cm D. 2 cm

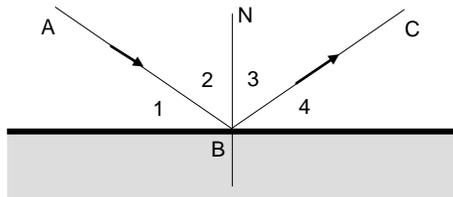
Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

8. Benda diletakkan 5 cm di depan cermin cembung yang memiliki jarak fokus 10 cm, maka pembesaran bayangannya adalah :

A. 2 kali B. (3/2) kali C. (2/3) kali D. (1/2) kali

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

9. Pernyataan yang sama dengan salah satu hukum pemantulan cahaya adalah besar sudut :



- A. $1 = 2$
 B. $2 = 3$
 C. $3 = 4$
 D. $4 = 1$

10. Jika sebuah benda berada di depan dua cermin datar yang membentuk sudut sebesar 90° , maka jumlah bayangan yang terbentuk adalah :

A. 1 buah B. 2 buah C. 3 buah D. 4 buah

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

B. Bentuk Soal Uraian

- Sopir melihat bayangan mobil yang ada dibelakangnya melalui kaca spion. Jika bayangan tersebut 0,2 kali besar mobil sebenarnya dan jarak fokus kaca spion 15 m, berapakah jarak mobil yang ada dibelakangnya?
- Berapakah panjang fokus cermin cekung yang harus dipakai, agar dapat membentuk bayangan nyata diperbesar 2 kali dengan jarak antara benda ke bayangan sejauh 6 cm. Lukiskan pembentukan bayangannya.
- Apa jenis cermin dan berapa jarak fokusnya, agar cermin dapat membentuk bayangan semu yang diperkecil 3 kali dengan jarak antara benda ke bayangan sejauh 8 cm. Lukiskan pembentukan bayangannya.
- Dimanakah letak benda, agar cermin cekung yang memiliki jarak fokus 6 cm dapat membentuk bayangan nyata dengan pembesaran 2 kali. Lukiskan pembentukan bayangannya.
- Berapakah panjang fokus cermin cekung yang harus dipakai, agar dapat membentuk bayangan nyata diperkecil 2 kali dengan jarak antara benda ke bayangan sejauh 12 cm. Lukiskan pembentukan bayangannya.