

Pengantar Ilmu Fisika

OPTIK

Silaturahmi Widaputri, S.T.P., M.T.P.

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian,
Fakultas Pertanian, Universitas Lampung



MATERI



OPTIK

Pemantulan
dan
Pembiasan

Cermin

Lensa

Alat-alat
Optik

Cermin
Cekung

Cermin
Datar

Cermin
Cembung

Lensa
Cekung

Lensa
Cembung

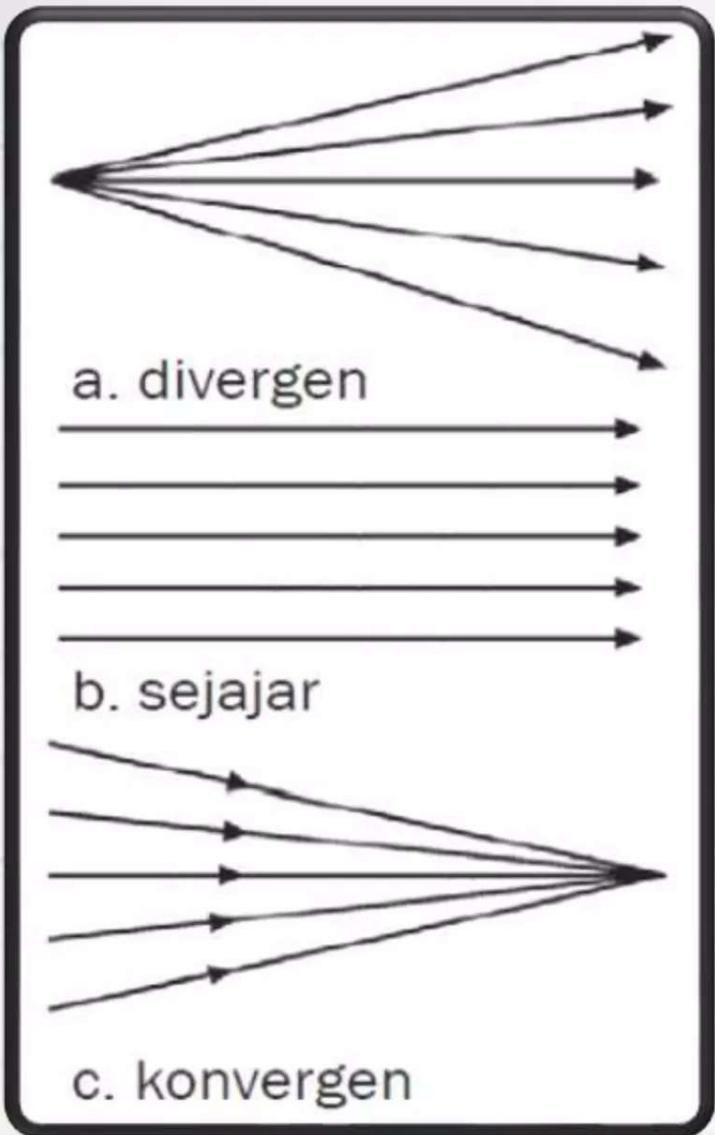
- Mata
- Lup
- Mikroskop
- Kamera
- Teropong Bumi
- Teropong Astronomi
- Proyektor

A. PEMANTULAN DAN PEMBIASAN

1. Pemantulan

a. Pengertian

pemantulan cahaya adalah perubahan arah rambat cahaya ke arah sisi (medium) asalnya, setelah menumbuk antarmuka dua medium.



b. Jenis berkas cahaya

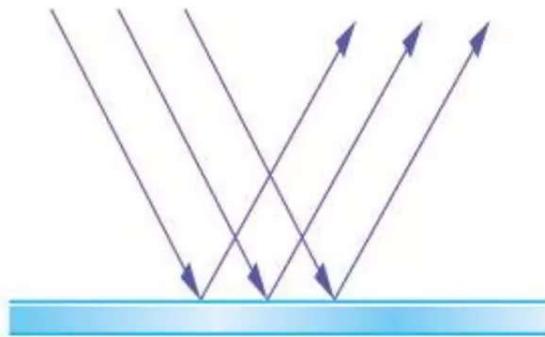
- Berkas cahaya sejajar
- Berkas cahaya mengumpul (konvergen)
- Berkas cahaya menyebar (divergen)



c. Jenis pemantulan cahaya

Pemantulan Teratur (*specular reflection*)

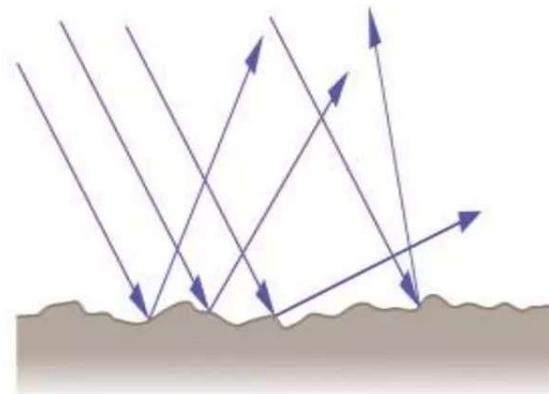
- terjadi karena pemantulan cahaya oleh permukaan-permukaan halus seperti cermin datar, sehingga berkas-berkas cahaya sejajar satu dengan yang lainnya.



(a) Specular reflection

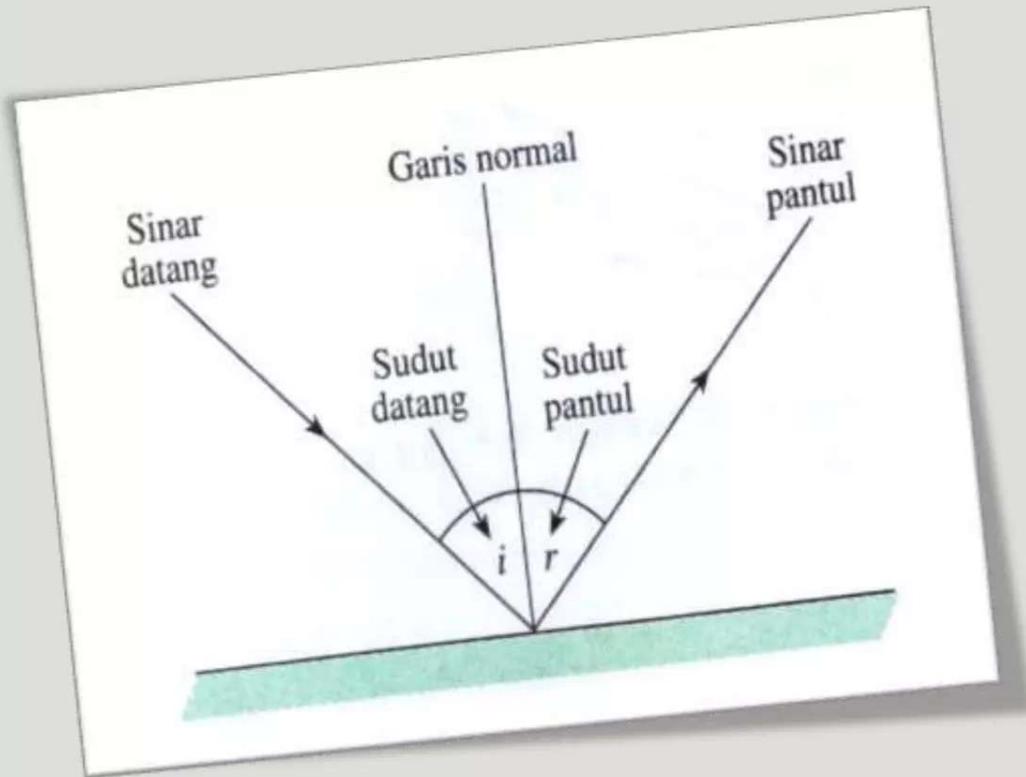
Pemantulan Baur (*diffuse reflection*)

- terjadi karena pemantulan cahaya oleh permukaan yang kasar seperti kertas, sehingga berkas-berkas cahaya tidak sejajar satu dengan yang lainnya).



(b) Diffuse reflection

d. Hukum Pemantulan Cahaya (snellius)



1. Sinar datang, sinar pantul dan garis normal berpotongan pada satu titik dan terletak pada satu bidang.
2. Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r), $i = r$.

2. Pembiasan

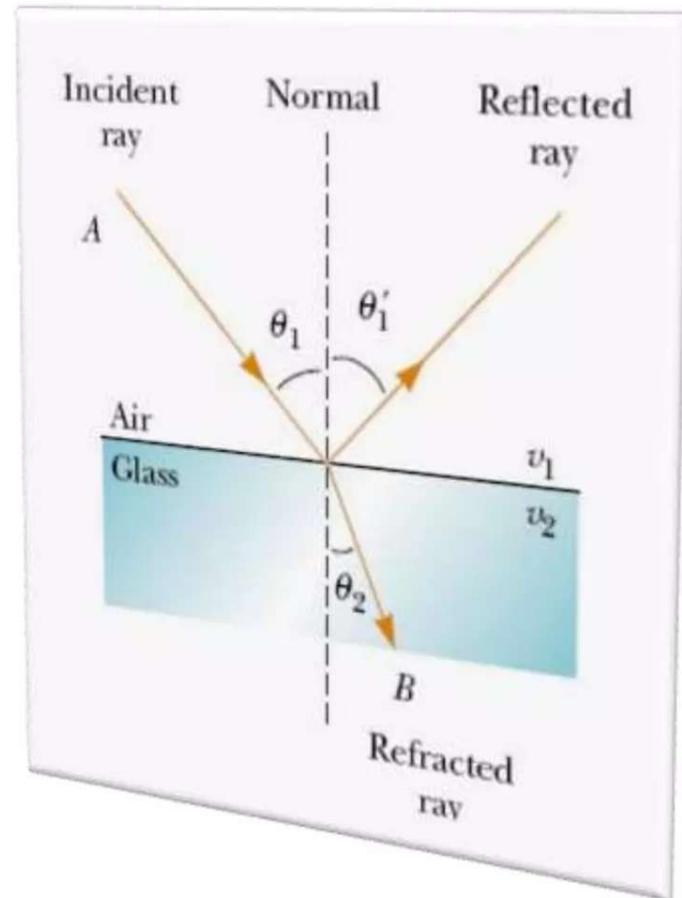
a. Pengertian

- Pembiasan (refraction) cahaya adalah peristiwa pembelokan cahaya ketika cahaya mengenai bidang batas antara dua medium.
- Adapun contoh pembiasan yaitu:
 - a) Pensil yang dimasukkan ke dalam gelas yang berisi air tampak membengkok.
 - b) Dasar kolam yang airnya bening lebih dangkal dari pada kedalaman sebenarnya.
 - c) Pada siang hari yang panas di jalan aspal seolah-olah ada genangan air.
 - d) Pada malam hari yang cerah, bintang di langit terlihat berkelap-kelip.
 - e) Intan tampak berkilau.

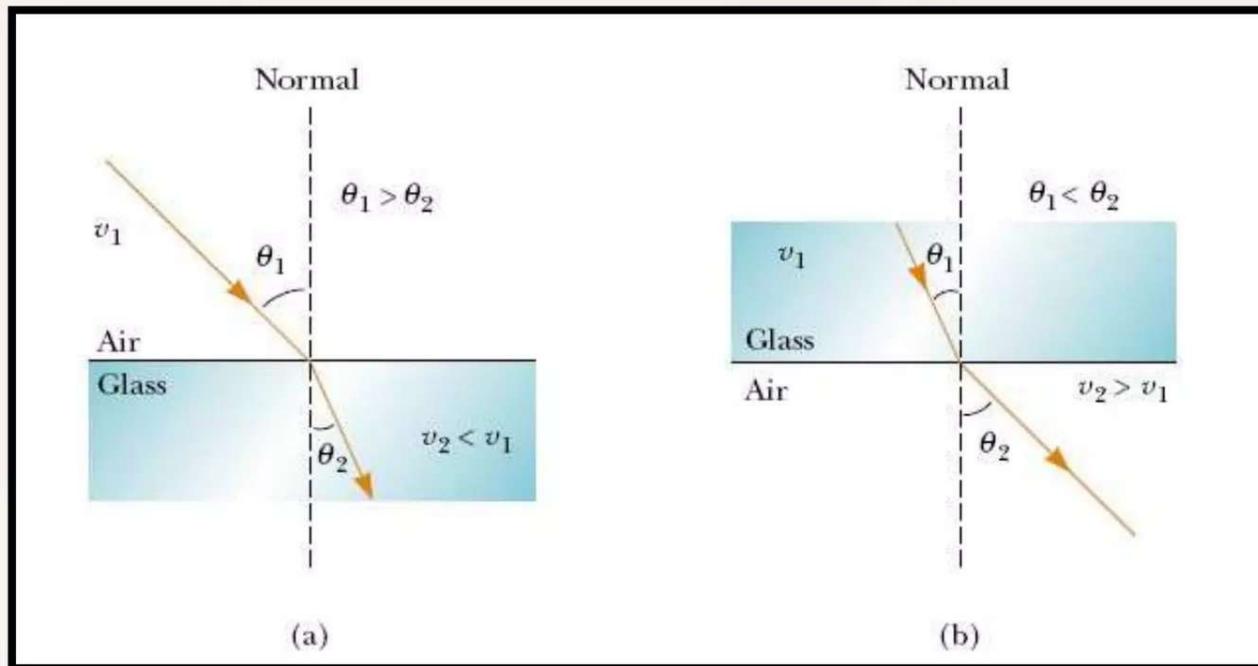


b. Hukum Snellius tentang Pembiasan

- Hukum I Snellius: Sinar datang, sinar bias, dan garis normal terletak pada satu bidang datar



- Hukum II Snellius: Jika sinar datang dari medium kurang rapat ke medium lebih rapat (contoh dari udara ke air atau dari udara ke kaca), maka sinar dibelokkan mendekati garis normal (gambar a).
- jika sebaliknya, sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat (contoh dari air ke udara), maka sinar dibelokkan menjauhi garis normal (gambar b).



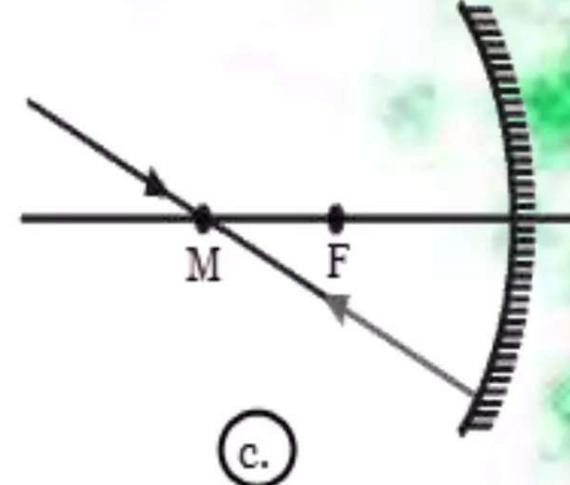
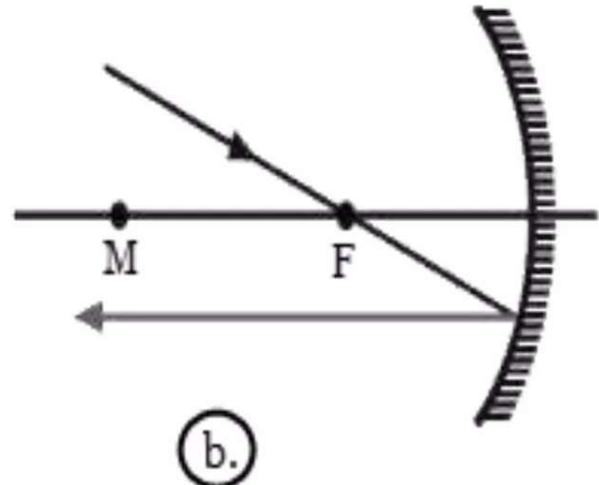
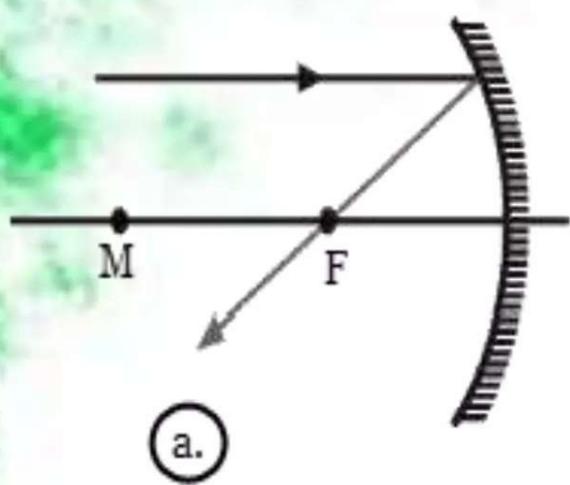
B. CERMIN

❖ Cermin Cekung

a. Pengertian

- Cermin cekung adalah cermin lengkung dengan lapisan mengkilap pada bagian dalam. Cermin cekung bersifat mengumpulkan sinar (konvergen). Titik fokus cermin cekung bernilai positif karena berada di depan cermin.

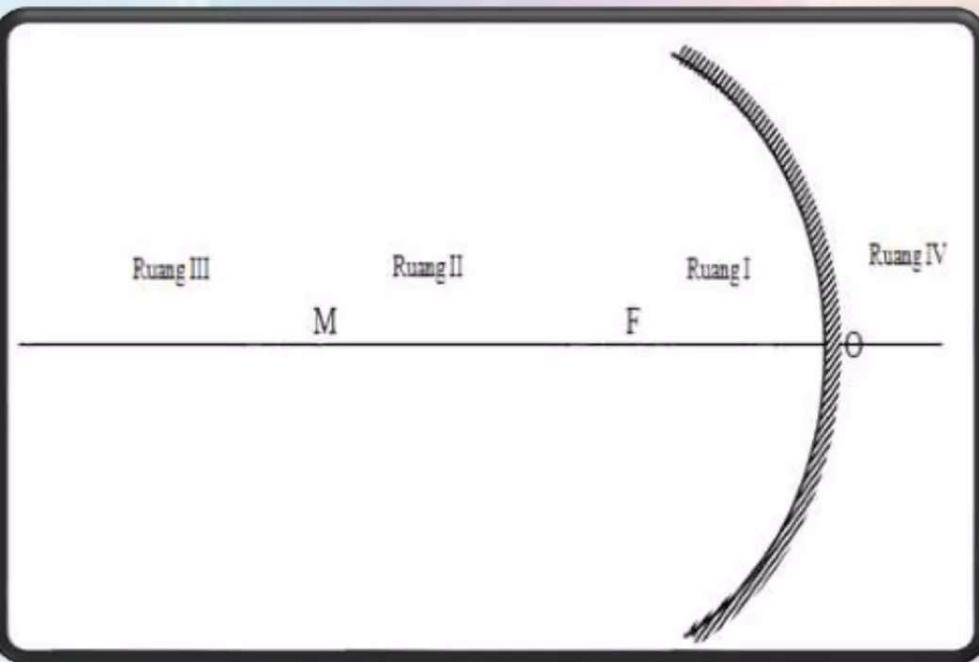




b. Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cekung

- Sinar datang yang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus cermin
- Sinar datang yang melalui titik fokus cermin akan dipantulkan sejajar sumbu utama cermin
- Sinar datang yang melalui titik pusat kelengkungan cermin, akan dipantulkan kembali melalui titik yang sama

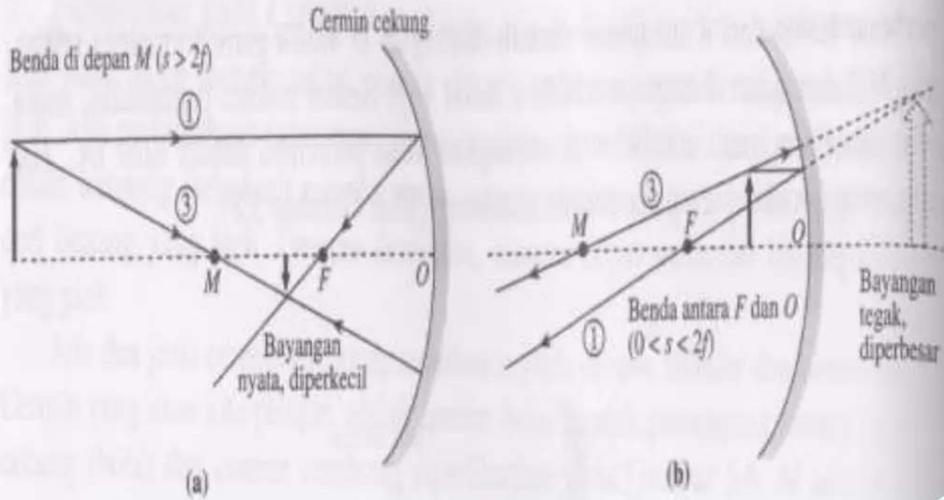
c. Pembagian Ruang Tempat Benda dan Bayangan Pada Cermin Cekung



- I = ruang antara cermin dengan titik fokus (F)
- II = ruang antara titik pusat (P) dengan titik fokus (F)
- III = ruang antara titik pusat (P) sampai jauh tak terhingga
- IV = ruang dibelakang cermin

Ketentuan:
Ruang Benda + Ruang Bayangan = 5

d. Sifat Bayangan Pada Cermin Cekung



(2) Bila benda di ruang II, maka:

- bayangan di ruang III (di depan cermin)
- bayangan bersifat nyata.
- bayangan diperbesar (dari II ke III).
- bayangan terbalik.

(1) Bila benda di ruang I, maka:

- bayangan di ruang IV (dibelakang cermin)
- bayangan bersifat maya.
- bayangan diperbesar (dari I ke IV)
- bayangan tegak

(3) Bila benda di ruang III, maka:

- bayangan di ruang II (di depan cermin).
- bayangan bersifat nyata
- bayangan diperkecil (dari III ke II)
- bayangan terbalik

e. Persamaan Cermin Cekung

Hubungan antara jarak benda (s_o), jarak bayangan (s_i) dan jarak fokus cermin (f) secara matematis dirumuskan :

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

$$M = \left| \frac{s_i}{s_o} \right| = \left| \frac{h_i}{h_o} \right|$$

Keterangan:

f = jarak fokus dimana $f = \frac{1}{2} R$

s_o = jarak benda

s_i = jarak bayangan

M = perbesaran bayangan

B. CERMIN

❖ Cermin Datar

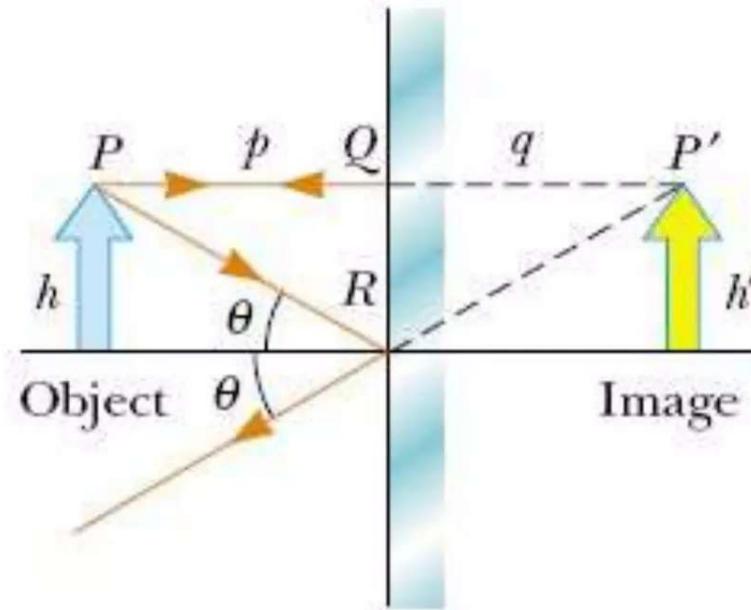
a. Sifat-sifat Bayangan pada Cermin Datar

1. Maya artinya bayangan tidak dapat ditangkap oleh layar.
2. Sama besar dengan bendanya karena tinggi benda = tinggi bayangan.
3. Tegak
4. Menghadap berlawanan arah (terbalik) terhadap bendanya.
5. Jarak benda ke cermin sama dengan jarak bayangan dari cermin.

b. Melukis Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar



Contoh gambar cermin datar



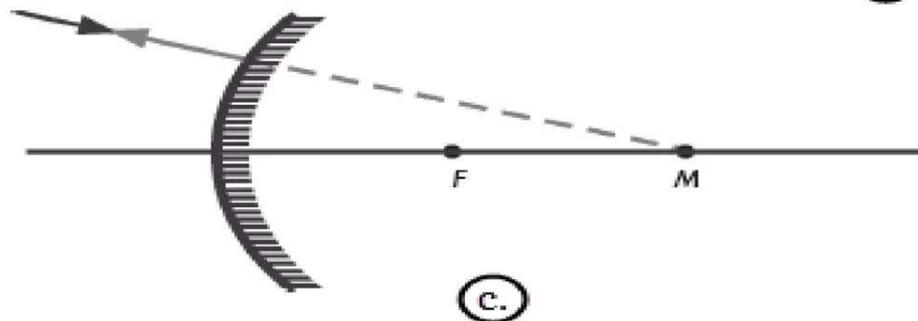
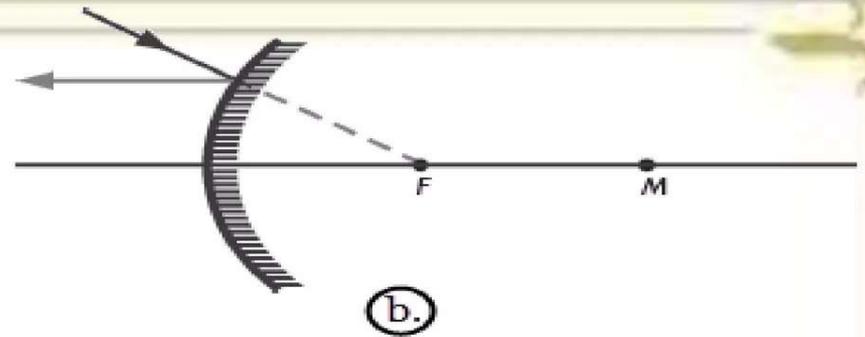
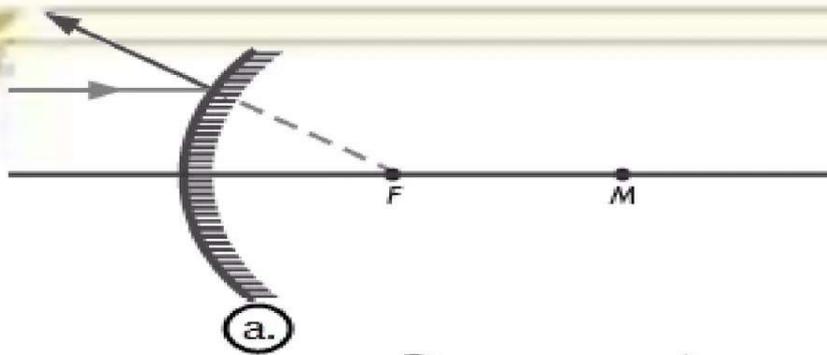
Melukis Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar

B. CERMIN

❖ Cermin Cembung

a. Pengertian

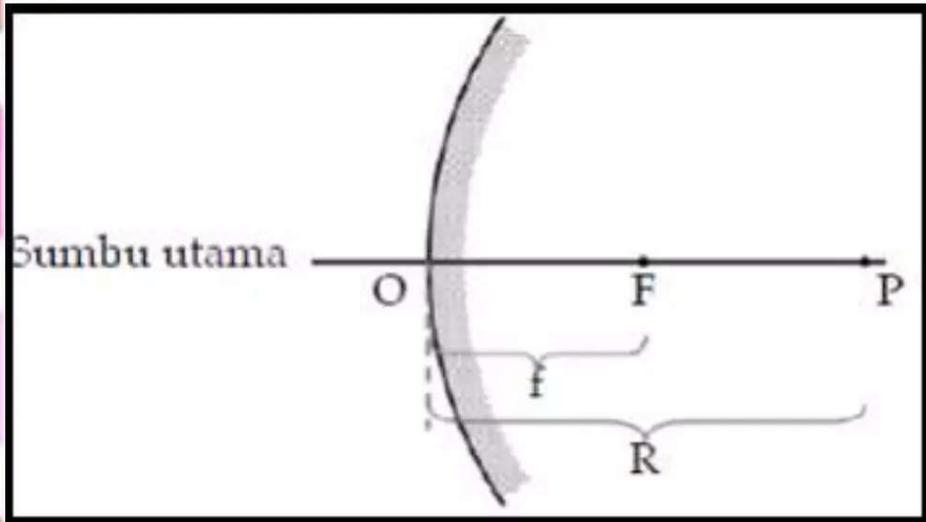
Pada cermin cembung, permukaan bidang yang dapat memantulkan cahaya berbentuk cembung. Titik pusat kelengkungan cermin cembung berada di belakang cermin sehingga cermin ini disebut cermin negatif. Berkas cahaya sejajar yang mengenai cermin cembung akan dipantulkan menyebar sehingga cermin cembung disebut juga cermin divergen.



b. Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cembung

1. Sinar datang sejajar sumbu utama cermin dipantulkan seakan akan datang dari titik fokus F .
2. Sinar datang menuju titik fokus F dipantulkan sejajar sumbu utama.
3. Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan M dipantulkan kembali seakan-akan datang dari titik pusat kelengkungan tersebut.

c. Bagian-Bagian Cermin Cembung



Keterangan :

O= titik pusat optik

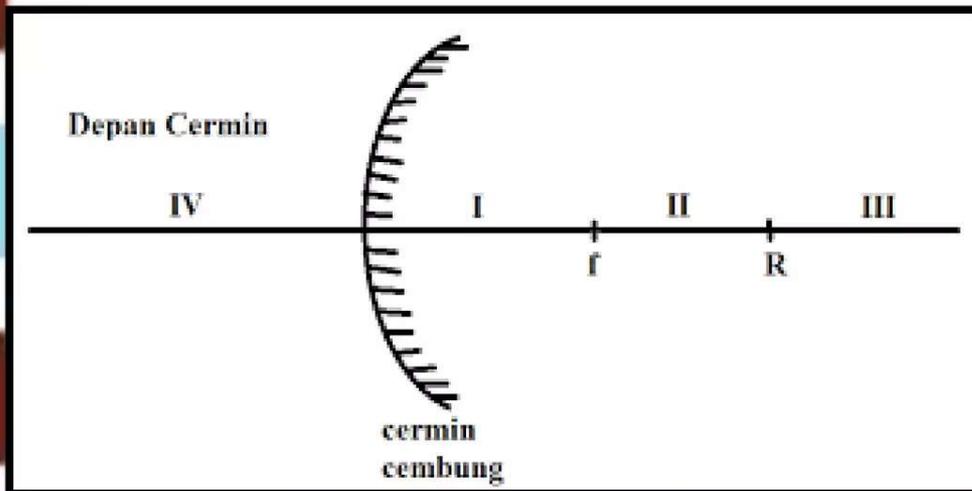
F= titik fokus

P= titik pusat kelengkungan

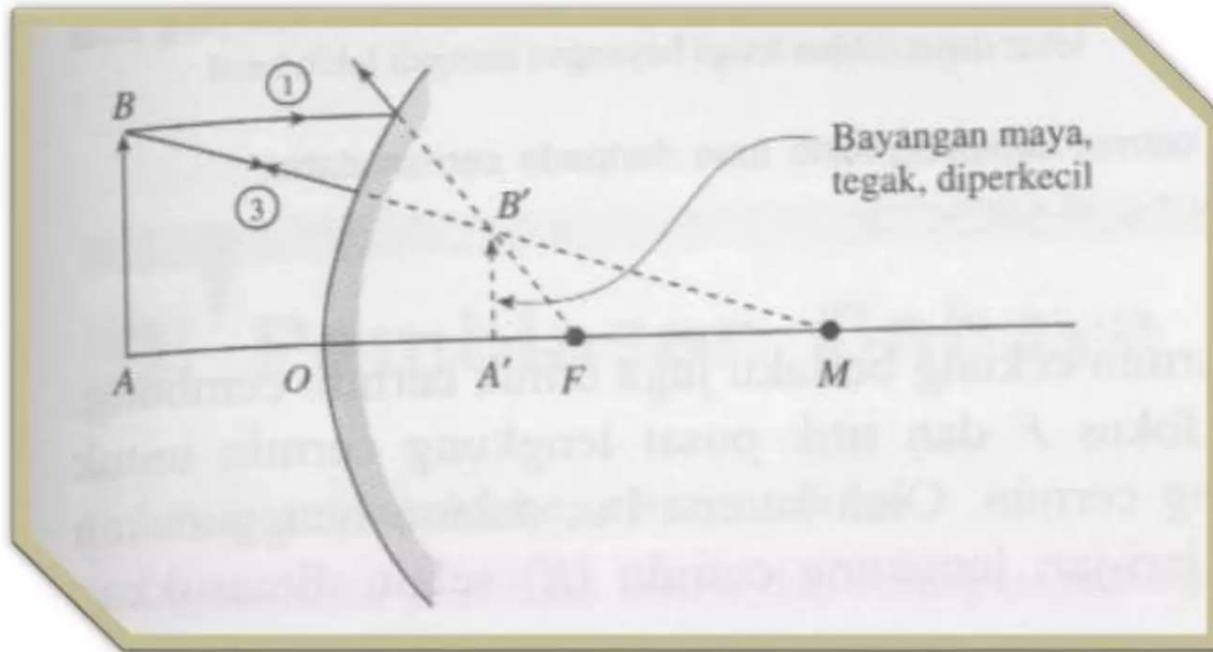
f= jarak titik fokus

R= jari-jari kelengkungan

I,II,III,IV = pembagian ruang pada cermin cembung



d. Melukis Pembentukan Bayangan Pada Cermin Cembung



- Benda yang terletak dihadapan cermin cembung akan menghasilkan bayangan maya, tegak, diperkecil

e. Persamaan Cermin Cembung

- Hubungan antara jarak benda (s_o), jarak bayangan (s_i) dan jarak fokus cermin (f) secara matematis dirumuskan:

$$P = \frac{100}{f(cm)}$$

$$M = \left| \frac{s_i}{s_o} \right| = \left| \frac{h_i}{h_o} \right|$$

- Panjang jari-jari kelengkungan cermin adalah dua kali jarak fokusnya, $R=2f$ atau $f=1/2 R$ sehingga persamaan di atas dapat dituliskan:

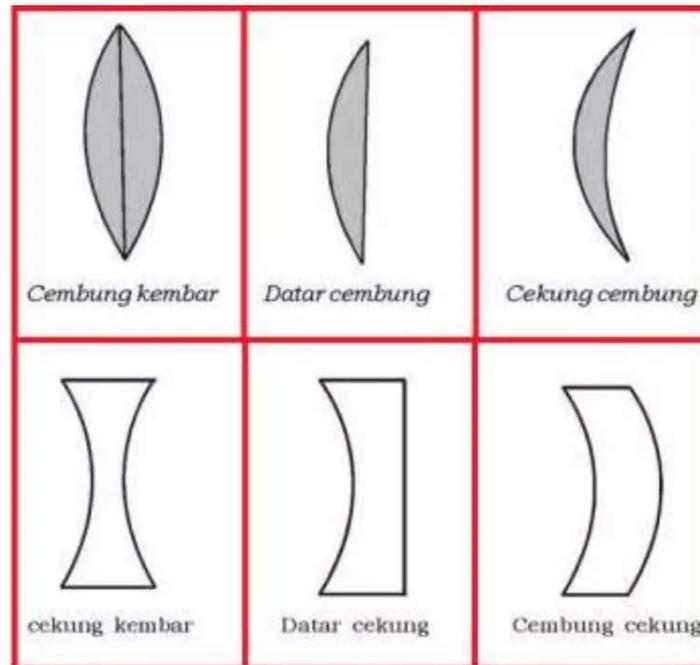
$$\frac{2}{R} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i}$$

- Nilai f dan R untuk cermin cembung selalu bernilai negatif.

C. LENSA

- Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang kelengkungan. Dua bidang lengkung yang membentuk lensa dapat berbentuk silindris atau bola. Ada 2 macam lensa yaitu:

- 1.lensa cekung
- 2.lensa cembung



1. Lensa Cekung=Lensa Divergen=Lensa Negatif

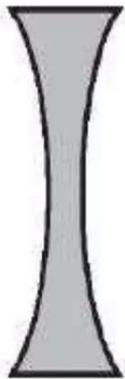


a. Pengertian

- Lensa cekung adalah lensa yang bagian tengahnya lebih tipis dari bagian tepinya. Lensa cekung bersifat divergen atau menyebarkan cahaya. Pada lensa cekung, jari-jari kelengkungan (R) dan titik fokus (F) bertanda negatif (-), sehingga lensa cekung sering dinamakan lensa negatif.

b. Macam-macam lensa cekung

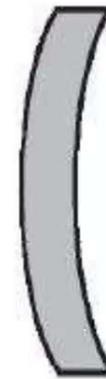
- 1) Lensa bikonkaf (cekung ganda) :lensa kedua permukaannya cekung.
- 2) Lensa plan konkaf (cekung datar): lensa yang permukaannya satu cekung dan yang lain datar.
- 3) Lensa konveks konkaf (meniskus cekung/cekung cembung): lensa yang permukaannya satu cekung yang lainnya cembung.



a. bikonkaf



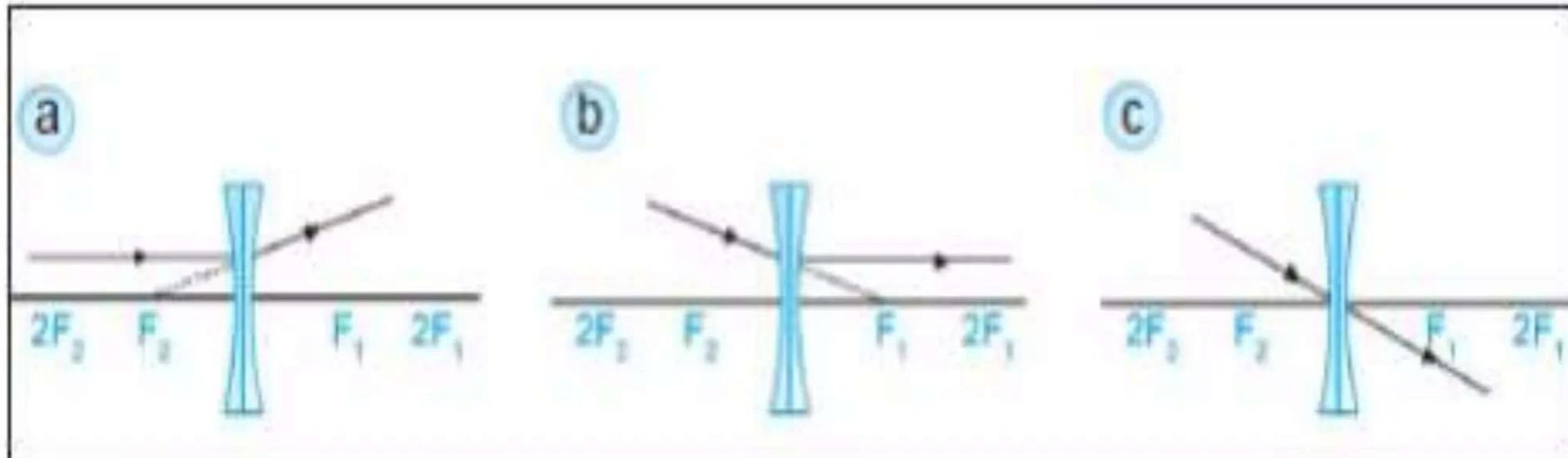
b. plan konkaf



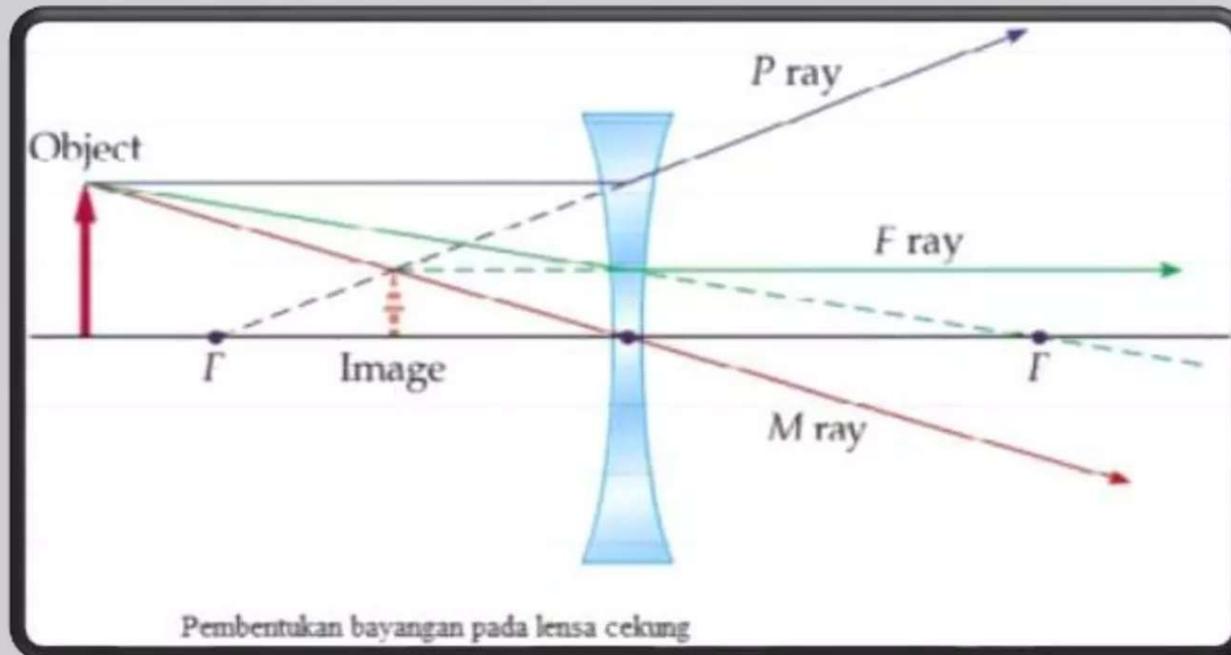
c. konveks-konkaf

c. Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung

1. Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus F_1
2. Sinar datang yang seolah-olah menuju titik fokus, dibiaskan sejajar dengan sumbu utama
3. Sinar datang yang melalui titik pusat lensa tidak mengalami pembiasan



d. Melukis Pembentukan Bayangan pada Lensa Cekung



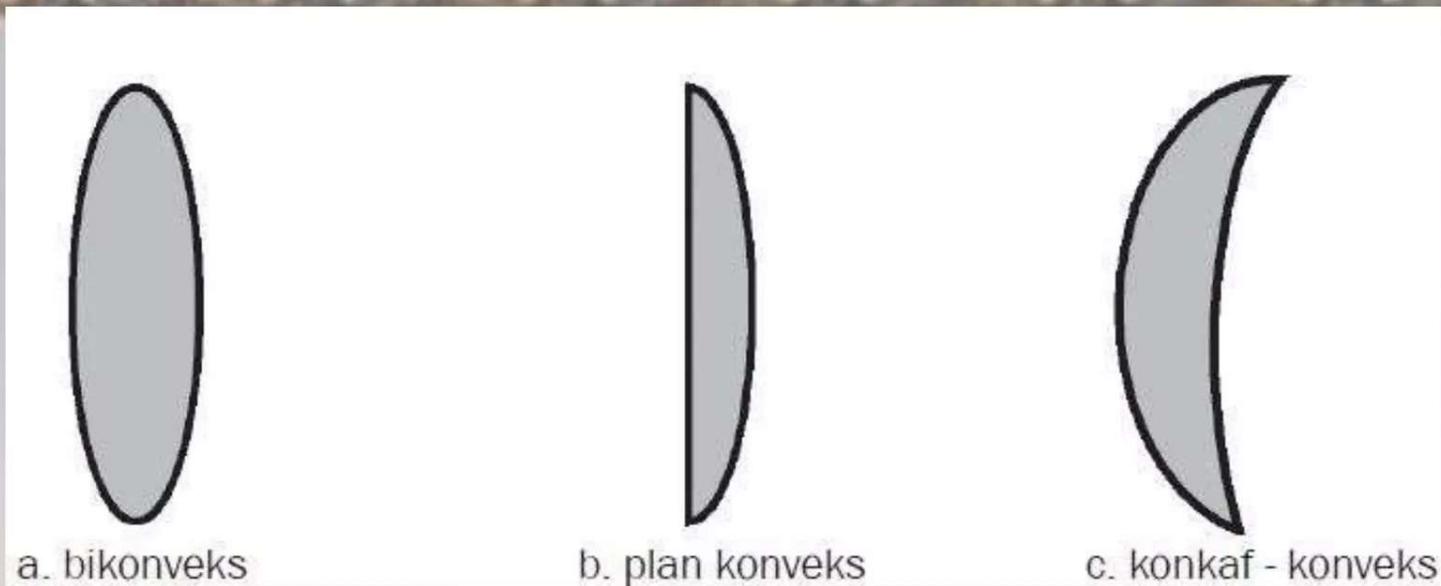
Pembentukan bayangan pada lensa cekung

- Sifat bayangan dari suatu benda sejati di depan lensa cekung selalu maya, tegak, diperkecil

2. Lensa Cembung=Lensa Konvergen=Lensa Positif

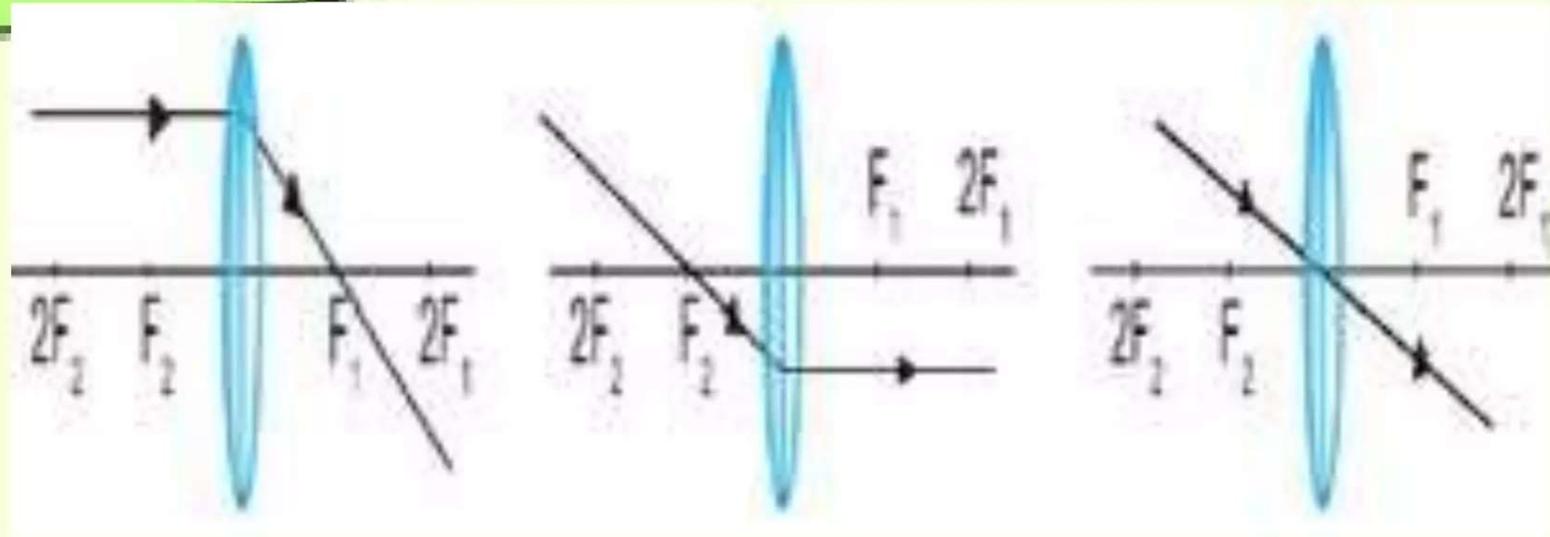
a. Pengertian

- Lensa cembung adalah lensa yang bagian tengahnya lebih tebal dari bagian tepinya. Lensa cembung bersifat konvergen atau mengumpulkan cahaya. Titik dimana cahaya mengumpul disebut titik fokus. Pada lensa cekung, jari-jari kelengkungan (R) dan titik fokus (F) bertanda negatif (-), sehingga lensa cekung sering dinamakan lensa negatif.



b. Macam-macam lensa cembung:

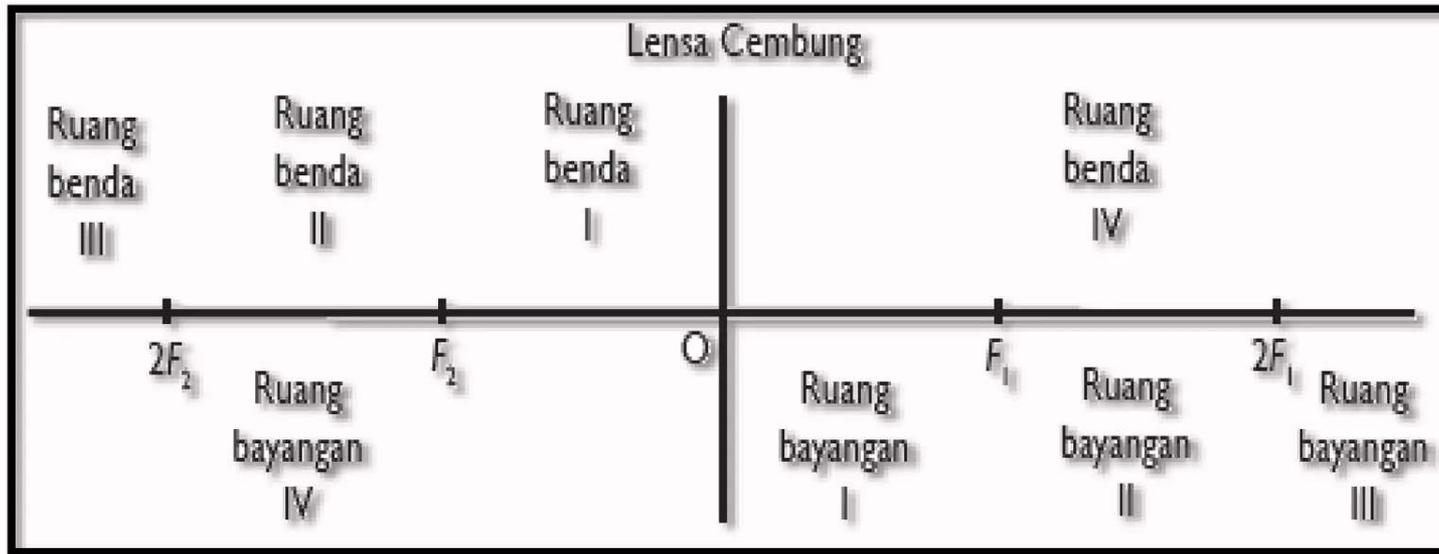
- 1) Lensa *bikonveks* (*cembung ganda*) yaitu lensa kedua permukaannya cembung.
- 2) Lensa *plankonveks* (*cembung datar*) yaitu lensa yang permukaannya satu cembung dan yang lain datar.
- 3) Lensa *konkaf konveks* (*meniskus cembung/cembung cekung*) yaitu lensa yang permukaannya satu cembung yang lainnya cekung.



c. Sinar-sinar istimewa pada lensa cembung

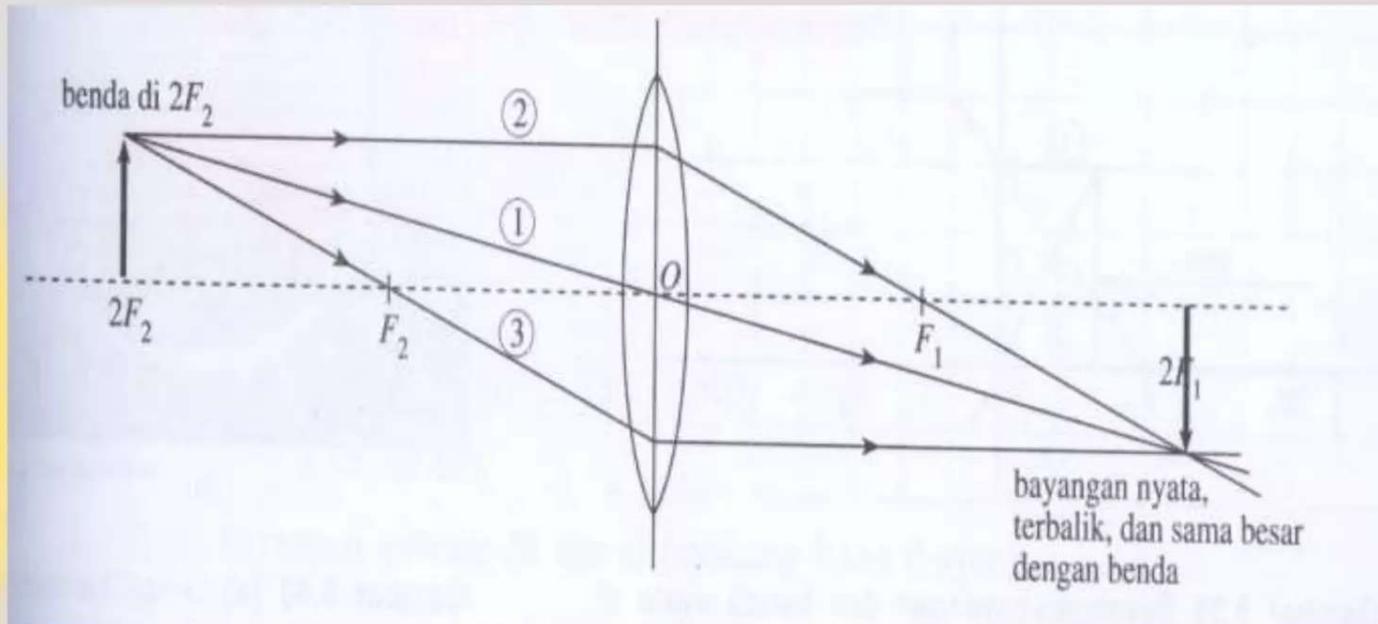
1. Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan melalui titik fokus
2. Sinar datang melalui titik fokus akan dibiaskan sejajar sumbu utama
3. Sinar datang yang melalui titik pusat lensa tidak mengalami pembiasan

d. Pembagian Ruang pada Lensa Cembung



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

e. Melukis Pembentukan Bayangan pada Lensa Cembung



- Dari gambar diatas, untuk benda yang terletak di pusat kelengkungan lensa (di R; dimana $R = 2F$), maka bayangan yang terbentuk bersifat nyata, terbalik, dan sama besar dengan benda.

□ Persamaan pada Lensa Cekung dan Lensa Cembung

- *hubungan antara jarak benda (s_o), jarak bayangan (s_i), jari-jari kelengkungan lensa (R), dan jarak fokus (f) pada lensa cembung dan lensa cekung dinyatakan oleh persamaan:*

$$P = -\frac{1}{PR}$$

- *Pembesaran bayangan pada lensa dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:*

$$M = \left| \frac{s_i}{s_o} \right| = \left| \frac{h_i}{h_o} \right|$$

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

- *Kuat Lensa*

Besaran yang menyatakan ukuran lensa dinamakan kuat lensa (diberi lambang P) yang didefinisikan sebagai kebalikan dari fokus f. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{f(m)} \qquad P = \frac{100}{f(cm)}$$

Keterangan:

P = Kekuatan lensa (dioptri)

f(m) = jarak fokus lensa (dalam m)

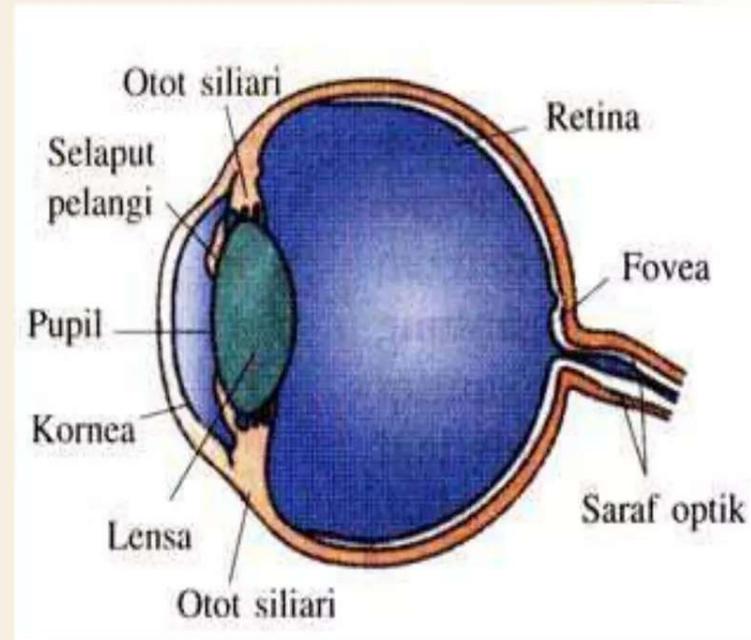
F(cm)= jarak fokus lensa (dalam cm)

D. ALAT-ALAT OPTIK

1. Mata

Bagian-bagian mata:

- Kornea: bagian depan mata yang berfungsi melindungi mata bagian dalam
- Pupil: untuk mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk ke mata
- Lensa: untuk membentuk bayangan sehingga jatuh tepat di retina
- Retina:
- Otot siliari: untuk mengatur kemampuan lensa untuk menebal dan memipih
- Iris: sebagai pemberi warna pada mata
- Cairan aquaeous humor: untuk membiaskan cahaya yang masuk ke mata.



2. Daya Akomodasi Mata

merupakan kemampuan lensa mata untuk menebal dan memipih atau kemampuan untuk mengubah-ubah jarak fokus lensa mata sehingga bayangan benda yang dilihat selalu jatuh tepat di retina.

berdasarkan jangkauan pandang mata dibedakan menjadi

1. mata normal memiliki jangkauan pandang dari 25 cm sampai tak terhingga.
2. mata cacat yaitu mata yang jangkauan pandangnya tidak sama dengan jangkauan pandangan mata normal

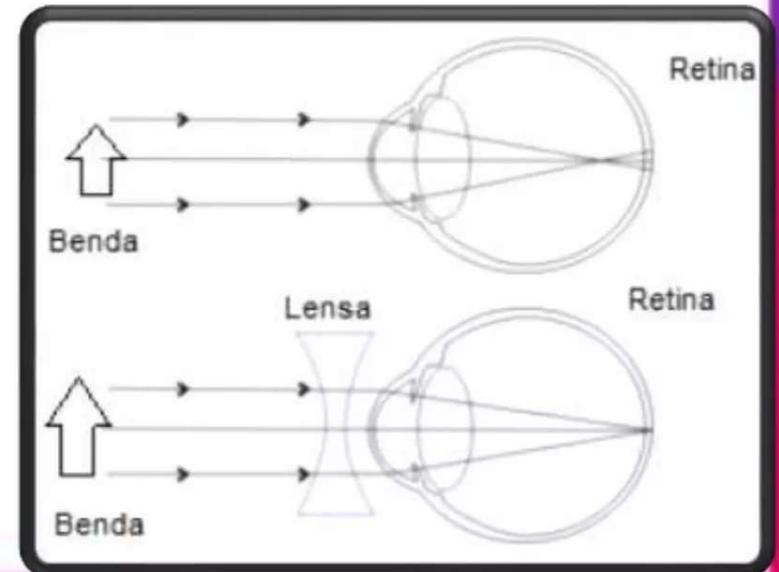
3. Macam-Macam Cacat Mata

Miopi (rabun jauh)

- Rabun jauh :cacat mata dimana mata tidak dapat melihat benda-benda yang jauh karena lensa mata tidak dapat memipih sebagaimana mestinya, sehingga bayangan yang terbentuk jatuh di depan retina (tidak jatuh tepat pada retina). Mata miopi mempunyai titik dekat kurang dari normal 25 cm.
- Rabun jauh dapat ditolong dengan kaca mata berlensa cekung.

- Kekuatan lensa negatif yang digunakan penderita miopi dapat ditentukan dengan persamaan:

$$P = -\frac{1}{PR} \text{ (Titik jauh mata)}$$

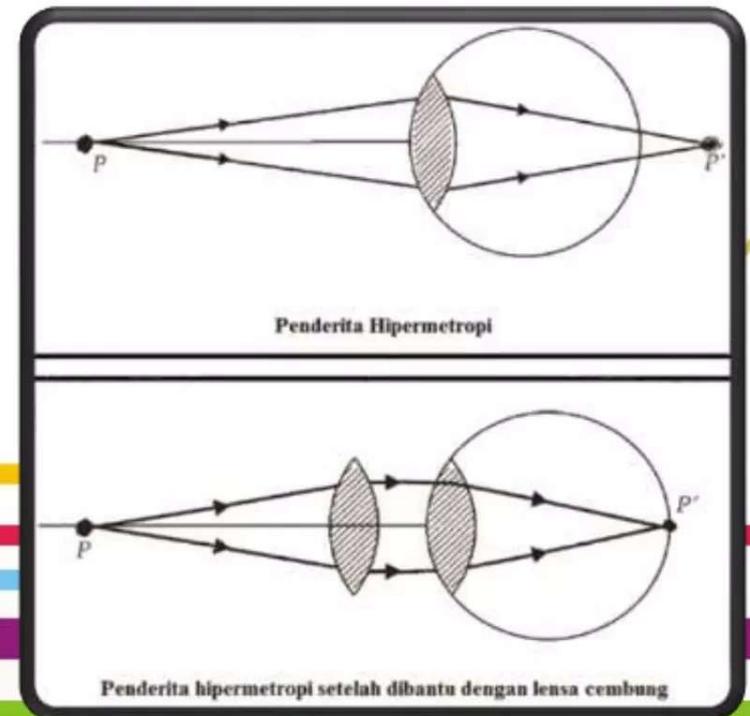


Hipermetropi (rabun dekat)

- Hipermetropi: cacat mata dimana mata tidak dapat melihat benda-benda yang dekat dengan jelas. Terjadi karena bentuk bola mata terlalu pipih sehingga bayangan jatuh di belakang retina. Mata hipermetropi mempunyai titik dekat lebih dari normal 25 cm.
- Rabun jauh dapat ditolong dengan kaca mata berlensa cembung.

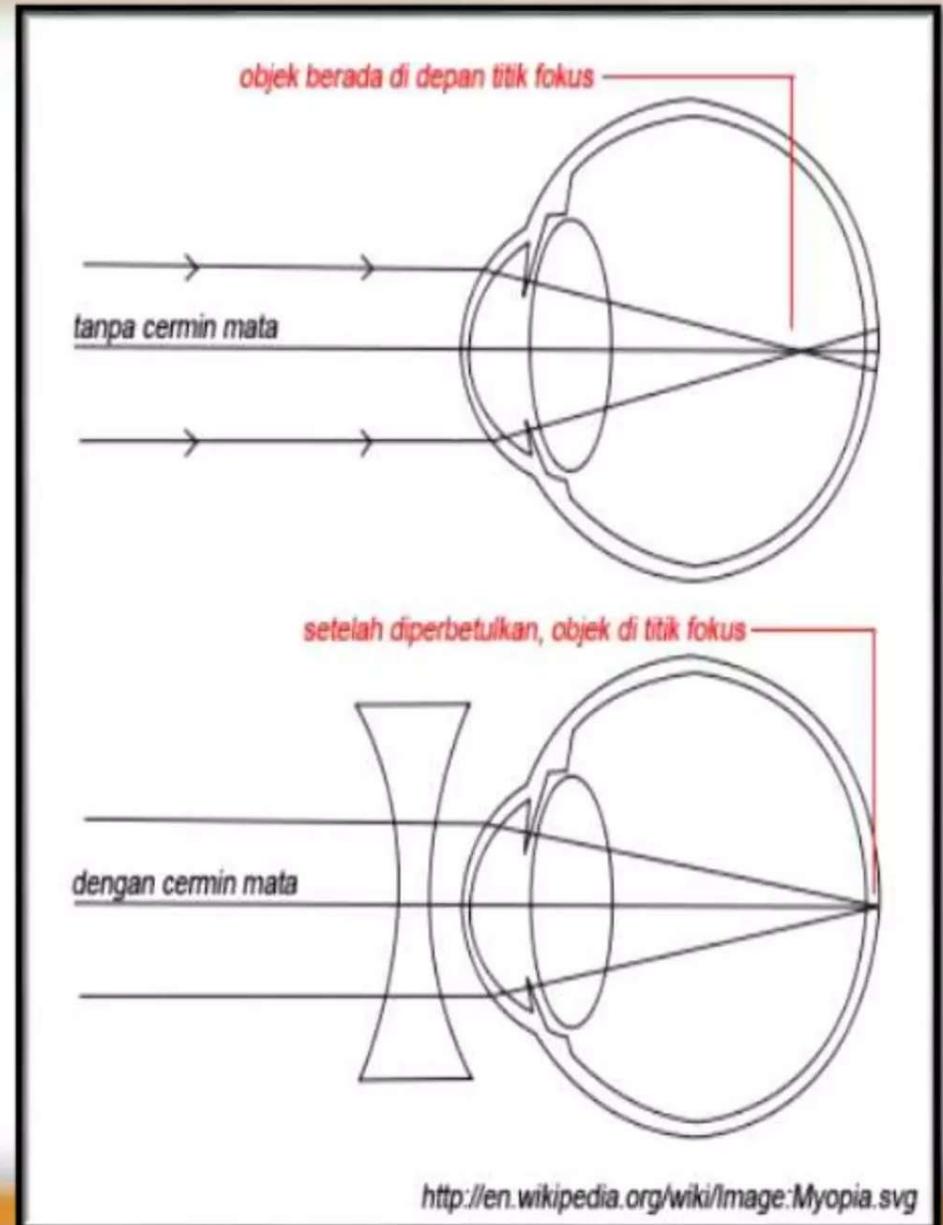
- Kekuatan lensa positif juga dapat ditentukan dengan rumus:

$$P = -\frac{1}{PP} \text{ (Titik dekat mata)}$$



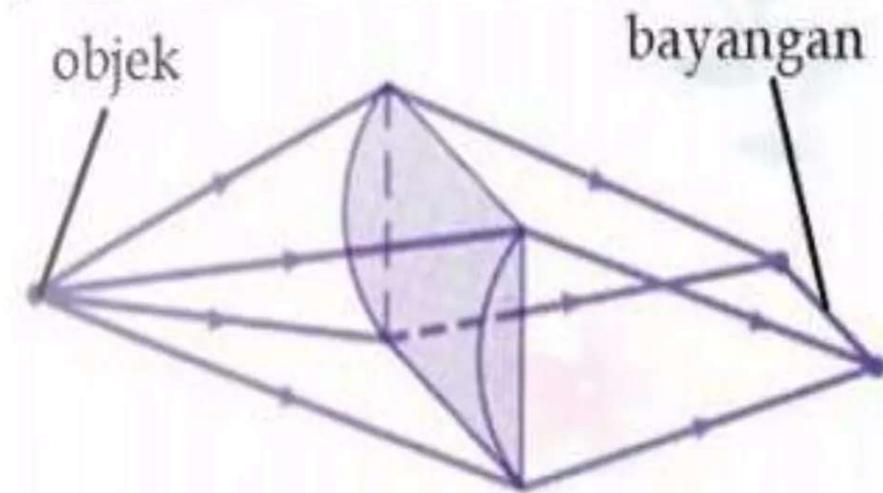
Presbiopi (mata tua)

- Presbiopi: cacat mata yang disebabkan faktor usia yang tidak dapat melihat dengan jelas benda yang jauh maupun dekat. Presbiopi memiliki titik dekat lebih jauh dari 25 cm dan titik jauh terbatas.
- Cacat mata tua dapat diatasi dengan menggunakan kacamata berlensa ganda/kacamata bifokal (cembung dan cekung)



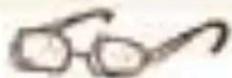
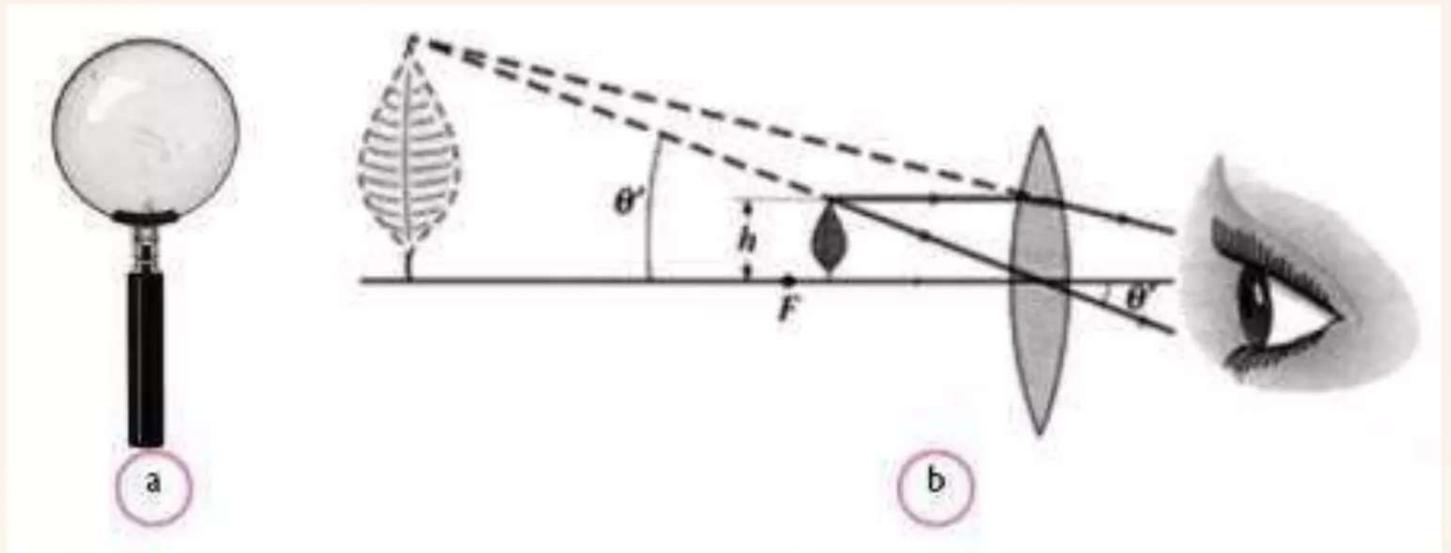
Astigmatisma (mata silindris)

- Astigmatisma: cacat mata yang disebabkan oleh kornea atau lensa yang kurang bulat, sehingga benda titik difokuskan sebagai garis pendek. Hal ini terjadi karena kornea berbentuk sferis dengan bagian silindrisnya bertumpuk.
- Astigmatisma dapat ditolong/dibantu dengan menggunakan kacamata silinder.



2. Lup (Kaca Pembesar)

Lup digunakan untuk melihat benda kecil yang tidak bisa dilihat langsung oleh mata sehingga tampak lebih besar dan jelas. Lup terdiri dari sebuah lensa cembung untuk memperbesar objek menjadi bayangan sehingga dapat dilihat dengan jelas. Bayangan yang dibentuk oleh lup bersifat maya, tegak, dan diperbesar.



Lup dengan mata berakomodasi

- **Kelemahan:** jika digunakan untuk pengamat lama , mata akan cepat lelah
- **Kelebihan:** dari segi perbesaran bertambah
- Untuk keadaan mata berakomodasi maksimum, pembesaran bayangan (M_a) dinyatakan oleh persamaan:

$$M_a = \frac{S_n}{f} + 1$$

Keterangan:

M_a = perbesaran lup

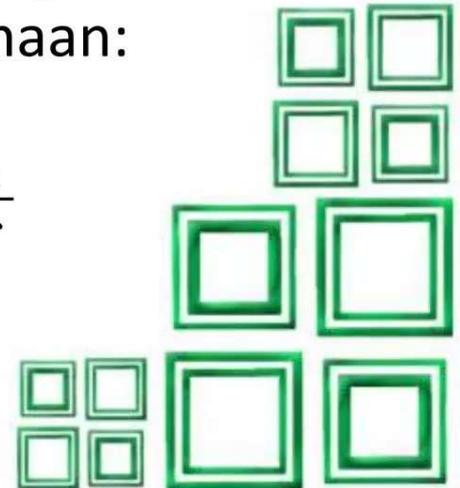
S_n = titik dekat mata

f = jarak fokus lensa

Lup dengan mata tak berakomodasi

- **Kelemahan:** dari segi perbesaran kurang
- **Kelebihan:** jika digunakan untuk pengamat lama , mata tidak akan cepat lelah
- Untuk keadaan mata tak berakomodasi , pembesaran bayangan (M_a) dinyatakan oleh persamaan:

$$M_a = \frac{S_n}{f}$$

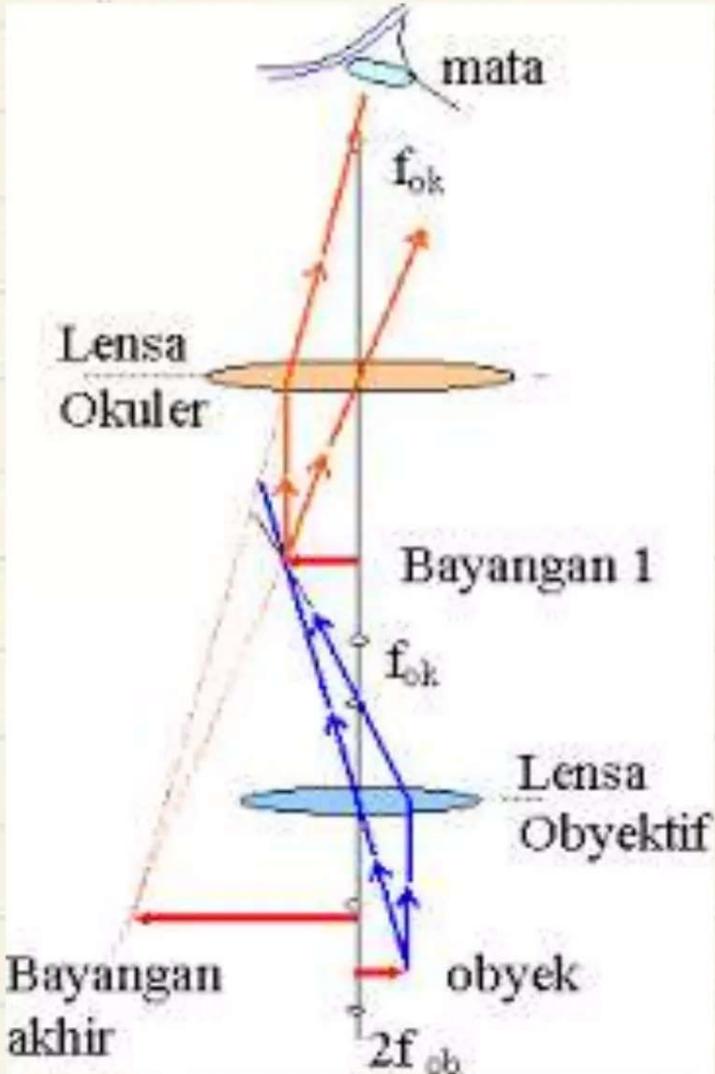


3. Mikroskop

- ❖ Digunakan untuk melihat benda kecil seperti bakteri dan virus yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang atau memakai lup.
- ❖ Mikroskop terdiri dari dua buah lensa cembung yaitu: lensa objektif (dekat dengan benda) dan lensa okuler (dekat dengan mata). Jarak fokus lensa objektif (f_{ob}) > jarak fokus lensa okuler (f_{ok}).
- ❖ Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif bersifat nyata, terbalik, dan diperbesar. Sedangkan bayangan yang dibentuk lensa okuler bersifat maya, tegak, dan diperbesar.



Pembentukan bayangan pada mikroskop



- Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif bersifat nyata, terbalik, dan diperbesar. Perbesaran lensa objektif (M_{ob}) adalah perbesaran linier dapat ditulis dalam persamaan:

$$M_{ob} = \frac{h'_{ob}}{h_b} = \frac{-s'_{ob}}{s_{ob}}$$

Pengamatan mikroskop dengan mata berakomodasi maksimum

- Untuk mata yang berakomodasi maksimum, bayangan akhir yang dibentuk oleh lensa okuler jatuh di dekat mata.

1. Jarak bayangan lensa okuler

$$s'_{ok} = -s_n$$

2. Panjang tabung mikroskop (jarak antara lensa objektif dan lensa okuler)

$$(a) d = s'_{ob} + s_{ok} \quad (c) s_{ok} = \frac{s'_{ok} f_{ok}}{s_{ok} - f_{ok}}$$

$$(b) M_{total} = M_{ob} M_{ok}$$

Pengamatan mikroskop dengan mata tanpa akomodasi

- Dengan mata tanpa akomodasi, bayangan akhir yang dibentuk lensa objektif jatuh tepat di titik fokus okuler sehingga sinar bias oleh lensa okuler merupakan sinar-sinar sejajar ($s_{ok} = f_{ok}$).

Dengan demikian:

1. Panjang tabung mikroskop

$$d = s'_{ob} + f_{ok}$$

2. Perbesaran okuler

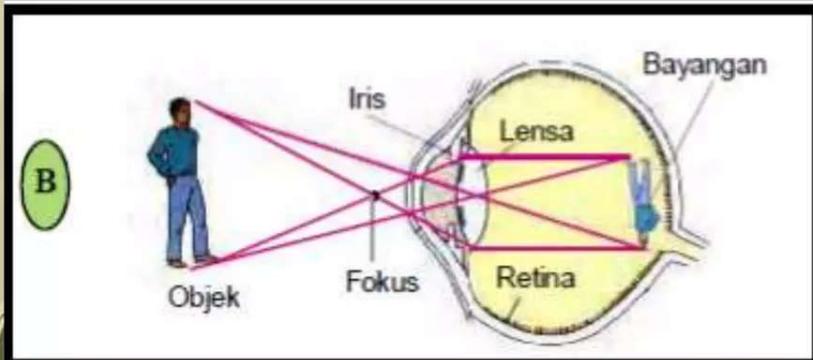
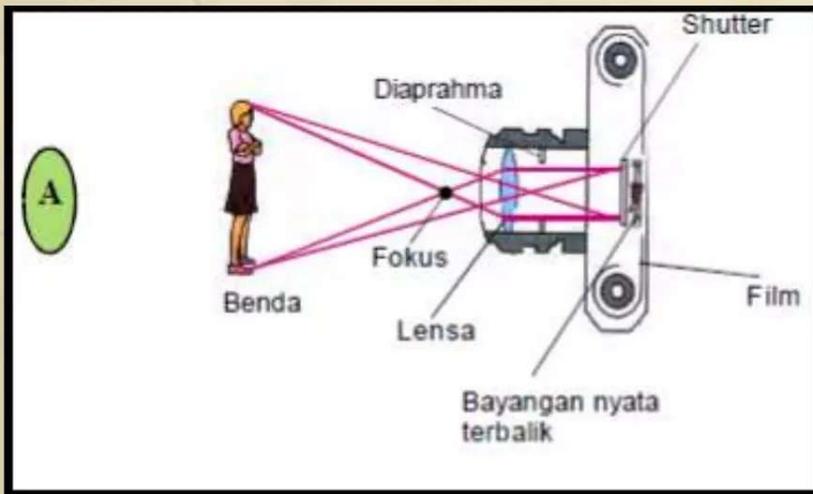
$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}}$$

3. Perbesaran total

$$M_{total} = M_{ob} M_{ok}$$

4. Kamera

- Kamera merupakan alat optik yang berfungsi untuk mengambil gambar suatu objek atau benda. Kamera memiliki cara kerja mirip dengan cara kerja mata. Jenis-jenis kamera yang dikenal diantaranya kamera autofocus, kamera single-lens reflex (SLR), dan kamera digital.



Persamaan dan Perbedaan Antara Mata dan Kamera

- Persamaan :- memiliki jenis lensa cembung
 - sifat bayangannya sama yaitu nyata, terbalik dan diperkecil
- Perbedaan :

Perbedaan	Mata	Kamera
Tempat bayangan	Retina	Film
Pengatur cahaya	Iris	Diafragma
Jarak bayangan	Tetap	Berubah sesuai dengan jarak benda
Jarak fokus	Berubah sesuai dengan jarak benda	Tetap



5. Teropong Bumi

Teropong bumi berfungsi untuk melihat benda yang jauh di permukaan bumi. Agar bayangan benda dapat terlihat tegak seperti posisi aslinya diantara lensa objektif dan lensa okuler dipasang lensa tipis sebagai pembalik bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif.

❖ Perbesaran anguler teropong bumi:

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

❖ Adapun panjang teropong bumi untuk mata tak berakomodasi:

$$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok}$$

Keterangan :

M= perbesaran anguler

f_{ob} = jarak titik fokus lensa objektif

f_{ok} = jarak titik fokus lensa okuler

f_p = jarak titik fokus lensa pembalik



6. Teropong Astronomi

Teleskop digunakan untuk mengamati benda yang besar dan sangat jauh. Teleskop astronomi memiliki lensa objektif dan lensa okuler. Kedua lensa objektif dan lensa okuler disusun sejajar dengan fokus objektif f_{ob} berimpit dengan fokus okuler f_{ok} .

□ Panjang teleskop dirumuskan : $d = f_{ob} + f_{ok}$

□ Perbesaran teleskop dapat dicari menggunakan persamaan:



$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Dengan : M= perbesaran

f_{ob} = jarak fokus objektif

f_{ok} = jarak fokus okuler

7. Proyektor

Proyektor digunakan untuk memperbesar bayangan slide pada sebuah layar sehingga dapat dibaca dengan jelas oleh pengamat. Sumber cahaya proyektor berasal dari sebuah bola lampu pijar yang menyinari film dan lensa proyeksi membentuk sebuah bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar dari film pada layar produksi.



TERIMA KASIH