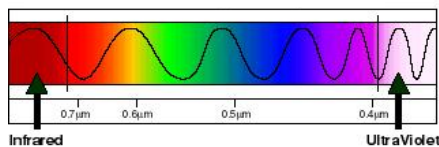


# CAHAYA

Oleh : Arif Kristanta

## 1. SIFAT-SIFAT CAHAYA

Cahaya merupakan salah satu spektrum gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang yang merambat tanpa memerlukan medium. Cahaya memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

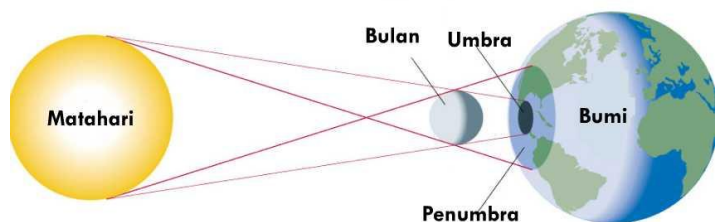
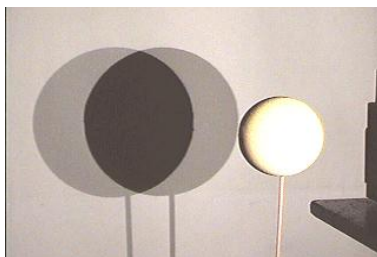


Gambar spektrum gelombang cahaya

- (1) Dapat dilihat oleh mata.
- (2) Memiliki arah rambat yang tegak lurus arah getar (transversal).
- (3) Merambat menurut garis lurus.
- (4) Memiliki energi.
- (5) Dipancarkan dalam bentuk radiasi.
- (6) Dapat mengalami pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi (lenturan), dan polarisasi (terserap sebagian arah getarnya)

## 2. BAYANG-BAYANG

**Bayang-bayang** adalah daerah gelap di belakang benda taktembus cahaya yang terletak pada layar ketika benda itu disorot atau disinari oleh sumber cahaya. Bayang-bayang ini bentuknya sama dengan bentuk aslinya, hanya ukurannya lebih besar. Ada dua jenis bayang-bayang, yaitu **umbra** (bayang-bayang inti) dan **penumbra** (bayang-bayang kabur). Umbra adalah bayang-bayang yang tidak menerima cahaya sama sekali, sedangkan penumbra adalah bayang-bayang yang menerima sebagian cahaya sehingga nampak samar-samar atau kabur.



## 3. PEMANTULAN CAHAYA

### 1. Hukum Pemantulan Cahaya oleh Snellius

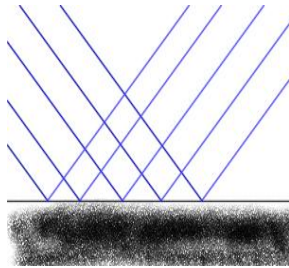


Ada dua butir hukum pemantulan cahaya yang dikemukakan oleh Snellius, yaitu:

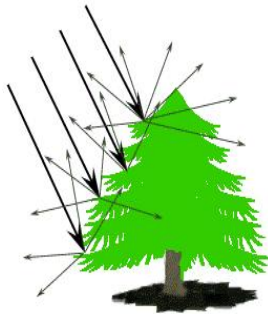
- (1) Sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang dan berpotongan di satu titik pada bidang itu;
- (2) Sudut antara sinar pantul dan garis normal (**sudut pantul / r**) sama dengan sudut antara sinar datang dan garis normal (**sudut datang / i**) ( **$i = r$** ).

Garis normal adalah garis yang tegak lurus bidang datar.

## 2. Pemantulan Teratur dan Pemantulan Baur



Pemantulan teratur



Pemantulan Baur /  
Difus

### 1) Pemantulan Teratur

- berkas sinar - sinar sejajar dipantulkan sejajar juga.
- banyak sinar pantul yang mengenai mata pengamat sehingga benda tampak bersinar terang.
- terjadi pada benda - benda yang permukaannya halus ( rata ) seperti kaca, baja, dan alumunium.

### 2) Pemantulan baur ( difus )

- berkas sinar-sinar sejajar dipantulkan ke segala arah.
- hanya sedikit sinar pantul yang mengenai mata pengamat sehingga benda tampak suram.
- terjadi pada benda yang mempunyai permukaan kasar ( tidak rata ).



Contoh pemantulan teratur dan baur pada panorama alam.

## 3. Proses Penglihatan Benda oleh Mata

Benda dapat terlihat oleh mata karena ada cahaya dari benda atau yang dipantulkan benda itu yang sampai ke mata. Benda-benda yang memiliki cahaya sendiri disebut **sumber cahaya**, dan benda-benda yang tidak memiliki cahaya sendiri disebut **benda gelap**. Sebagai contoh, matahari, lampu pijar, senter, dan api adalah sumber cahaya, sedangkan bulan, manusia, dan benda-benda lain adalah benda gelap.

Benda gelap dibedakan atas tiga jenis, yaitu:

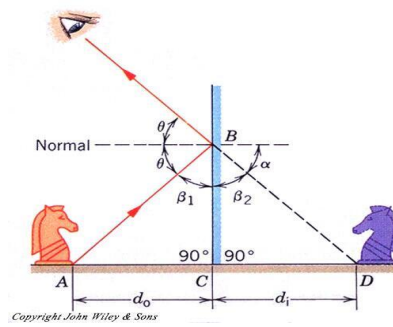
- (1) benda taktembus cahaya, yakni benda gelap yang sama sekali tidak meneruskan cahaya yang diterimanya,
- (2) benda tembus cahaya, yakni benda gelap yang meneruskan sebagian cahaya yang diterimanya, dan
- (3) benda bening, yakni benda gelap yang meneruskan hampir semua cahaya yang diterimanya.

## 4. CERMIN DATAR

### 1. Pengertian Bayangan Nyata dan Bayangan Maya

**Bayangan nyata**, adalah bayangan yang terjadi karena perpotongan sinar-sinar pantul, sedangkan **bayangan maya** adalah bayangan yang terjadi karena perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul. Bayangan nyata tidak dapat dilihat langsung oleh mata, tetapi dapat ditangkap oleh layar. Bayangan maya dapat dilihat oleh mata secara langsung, tetapi tidak dapat ditangkap oleh layar.

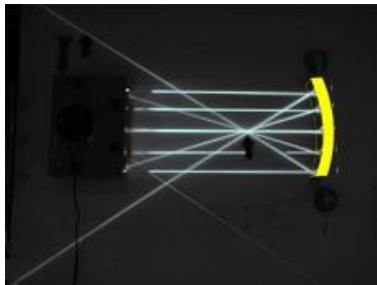
## 2. Sifat-sifat Bayangan yang Dihasilkan Cermin Datar



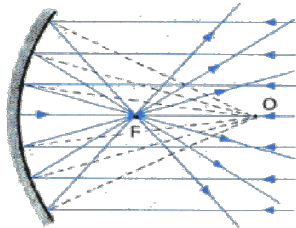
Sifat-sifat bayangan yang dihasilkan oleh cermin datar yaitu:

- (1) maya, (2) tegak, (3) sama besar dengan bendanya,
- (4) jarak bayangan ke cermin sama dengan jarak benda ke cermin,
- (5) menghadap terbalik dengan bendanya.

## 5. CERMIN CEKUNG



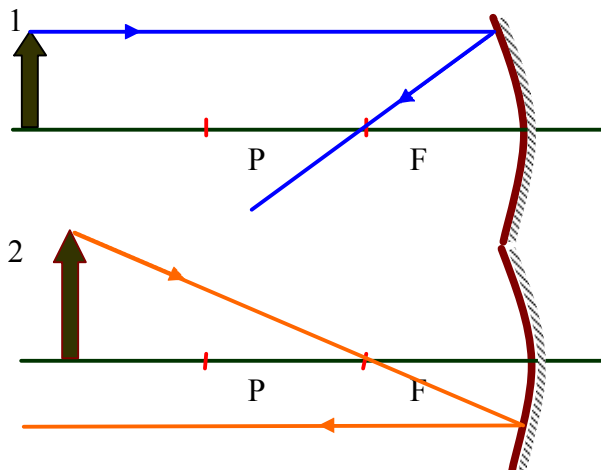
**Cermin cekung** terbuat dari irisan bola yang permukaannya dalam mengkilap atau bagian yang memantulkan cahaya. Apabila berkas sinar sejajar dijatuhkan pada permukaan cermin cekung, maka sinar-sinar pantulnya akan berpotongan pada satu titik yang disebut **titik fokus**.



Titik fokus terletak ditengah-tengah garis hubung antara titik pusat kelengkungan cermin dan titik pusat bidang cermin. Cermin cekung disebut juga **cermin konvergen** (pengumpul sinar).

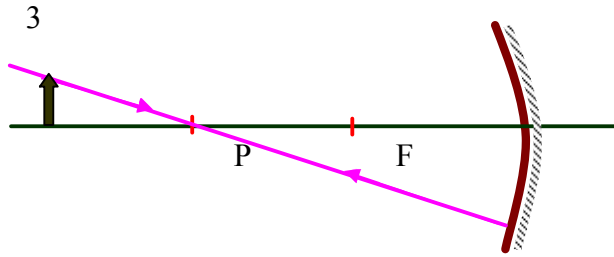
### 1. Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cekung

Ada tiga perjalanan sinar-sinar istimewa pada cermin cekung seperti pada gambar, yaitu:



sinar datang sejajar sumbu utama cermin dipantulkan melalui titik fokus,

sinar datang melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama,

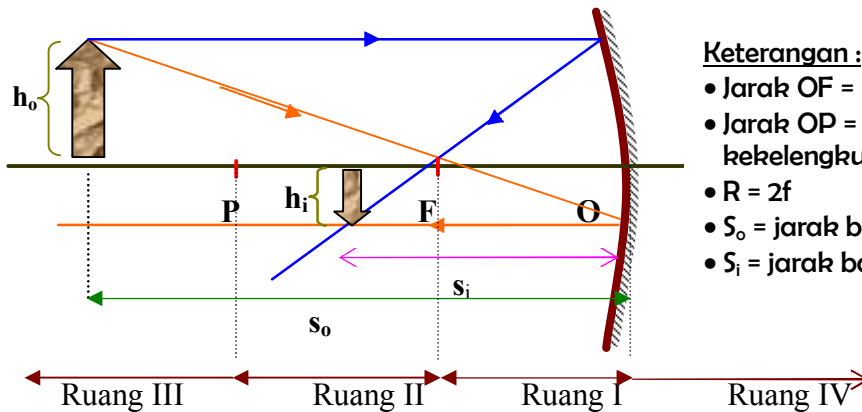


sinar datang melalui pusat kelengkungan cermin dipantulkan kembali melalui pusat itu juga.

Yang dimaksud **sumbu utama** adalah garis yang melalui titik pusat kelengkungan cermin dan titik pusat bidang cermin.

## 2. Pembentukan Bayangan Pada Cermin Cekung dan Persamaan

Untuk membentuk bayangan dari sebuah benda, kita cukup menggunakan dua sinar istimewa.



**Keterangan :**

- Jarak OF =  $f$  = jarak fokus
- Jarak OP =  $R$  = jari-jari kekelengkungan cermin
- $R = 2f$
- $S_o$  = jarak benda ke cermin
- $S_i$  = jarak bayangan ke cermin

### Persamaan Cermin Cekung

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

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

**Ruang benda + Ruang bayangan = 5**

## 3. Menentukan Sifat Bayangan pada Cermin Cekung

Menentukan sifat-sifat bayangan yang dihasilkan oleh cermin cekung dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui perhitungan dan melalui penomoran ruang.

(a) Melalui perhitungan.

Jika dari hasil perhitungan diperoleh  $s_i$  bernilai **positif**, maka bayangannya **nyata** dan **terbalik**. Sebaliknya, jika  $s_i$  bernilai **negatif**, maka bayangannya **maya** dan **tegak**.

Sifat diperbesar atau diperkecilnya bayangan bergantung pada nilai perbesaran  $M$ . Jika  $M$  **lebih besar dari satu**, maka bayangan **diperbesar**, sebaliknya jika  $M$  **lebih kecil dari satu (pecahan)**, maka bayangan **diperkecil**.

(b) Melalui penomoran ruang.

- Jika bayangan di ruang I, II, atau III, sifatnya **nyata** dan **terbalik**. Jika bayangan di ruang IV, sifatnya **maya** dan **tegak**.

- Jika: ruang bayangan **lebih besar** dari ruang benda maka bayangan diperbesar; jika ruang bayangan **lebih kecil** dari ruang benda maka bayangan diperkecil.

#### 4. Kegunaan Cermin Cekung

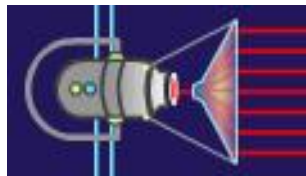
Dalam kehidupan sehari – hari, cermin cekung digunakan untuk :

- 1) Untuk berdandan / bercukur



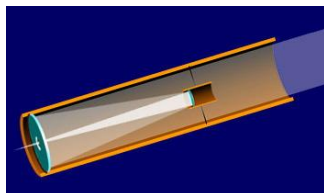
Orang yang berdandan / bercukur diusahakan terletak diantara  $F$  dan  $O$ , sehingga akan terbentuk bayangan yang diperbesar, tegak, dan maya.

- 2) Untuk reflektor cahaya pada lampu senter, lampu motor / mobil.



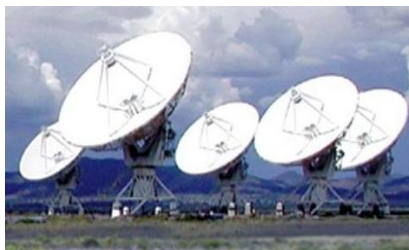
Sumber cahaya diletakkan tepat di titik fokus cermin cekung, sehingga akan terbentuk cahaya pantul yang sejajar.

- 3) Sebagai pengumpul cahaya pada teleskop dan mikroskop

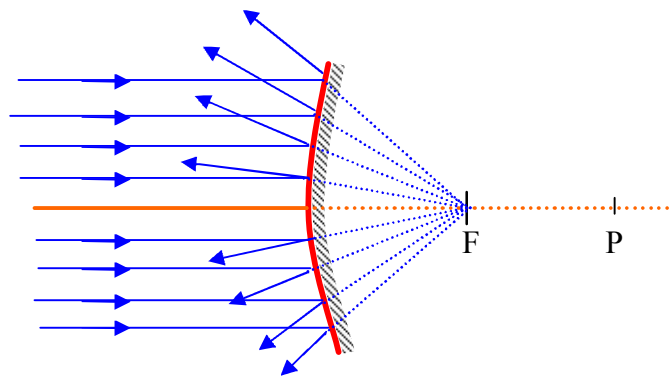


Cahaya matahari yang datang pada cermin di teleskop dan mikroskop merupakan berkas sinar yang sejajar, sehingga cahaya akan dikumpulkan pada titik fokus cermin

- 4) Sebagai pemusat sinyal – sinyal gelombang mikro dari satelit pada parabola stasiun penerima.

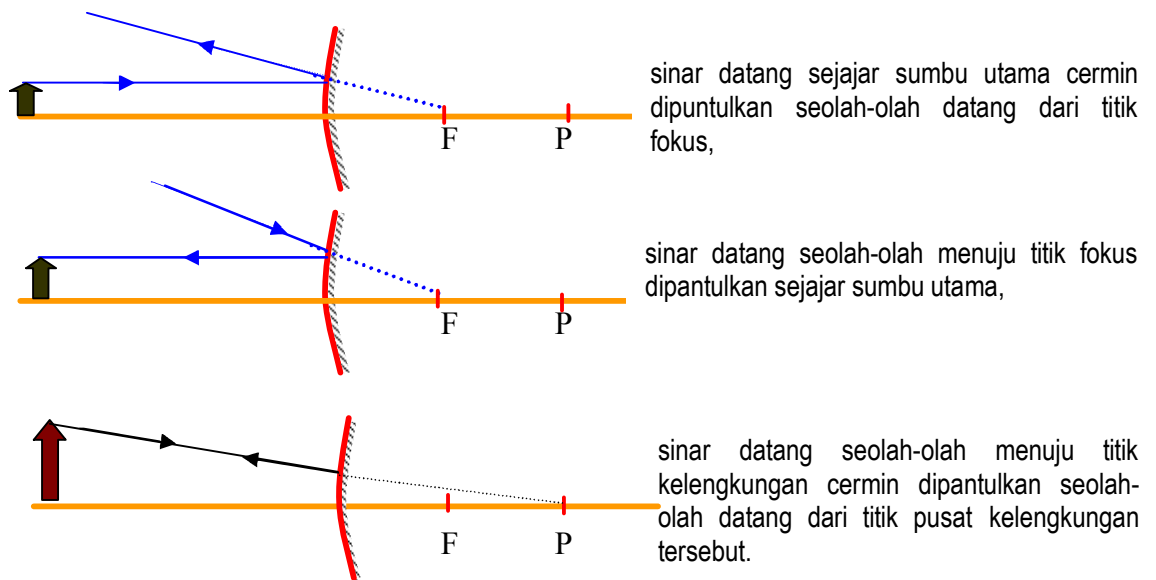


#### 6. CERMIN CEMBUNG



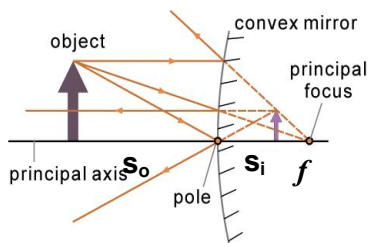
**Cermin cembung** terbuat dari irisan bola yang permukaannya mengkilap atau bagian yang memantulkan cahaya. Titik fokus dan titik pusat kelengkungan cermin cembung terletak di bagian belakang. Oleh karena itu, jari-jari kelengkungan  $R$  dan jarak fokus / bertanda **negatif**. Cermin cembung bersifat menyebarkan cahaya (**difergen**)

### 1. Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cembung



### 2. Rumus Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung

Seperti halnya pada cermin cekung, pada cermin cembung juga berlaku persamaan-persamaan :



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

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

M = perbesaran bayangan,  
 h<sub>i</sub> = tinggi bayangan, h<sub>o</sub> = tinggi benda

Dalam hal ini, jari-jari kelengkungan R dan jarak fokus f harus diberi tanda **negatif**.

### 3. Sifat Bayangan pada Cermin Cembung



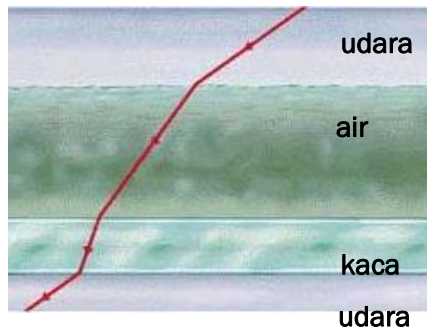
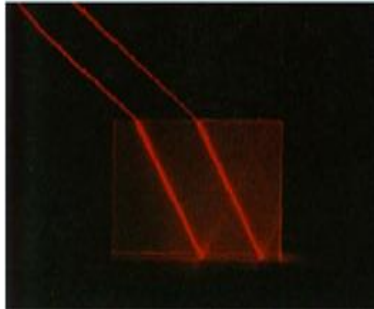
Sifat bayangan yang dihasilkan oleh cermin cembung untuk benda yang berada didepannya adalah *maya*, *tegak*, dan *diperkecil*.

Dengan sifat cahaya yang demikian ini, cermin cembung banyak digunakan sebagai kaca spion pada kendaraan bermotor / mobil.

## 7. PEMBIASAN CAHAYA

### 1. Pengertian Pembiasan Cahaya

**Pembiasan cahaya** (refraksi) adalah pembelokan arah rambat cahaya ketika memasuki medium lain yang berbeda kerapatan optiknya.



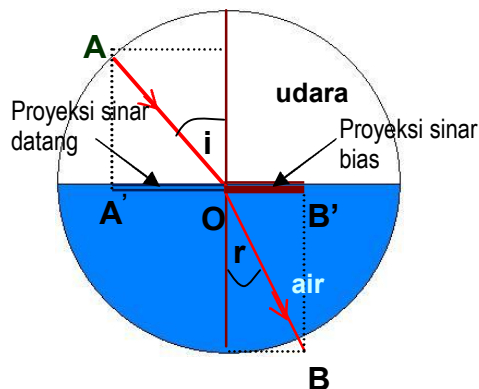
### 2. Hukum-hukum Pembiasan oleh Snellius

- (1). Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak pada satu bidang dan berpotongan di satu titik.
- (2). Sinar datang dari medium kurang rapat ke medium lebih rapat dibiaskan mendekati garis normal. Sebaliknya, sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat dibiaskan menjauhi garis normal.



### 3. Indeks Bias Medium

Indeks bias medium adalah nilai perbandingan antara proyeksi sinar datang dan proyeksi sinar bias pada bidang pembias.



$$\text{Indeks bias} = \frac{\text{garis } OB'}{\text{garis } OA'}$$

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

### 4. Hubungan Indeks Bias Medium dan Cepat Rambat Gelombang Cahaya

Jika cepat rambat cahaya di udara / vakum  $c$ , cepat rambat cahaya dalam medium lain dinyatakan oleh persamaan:

$$v = \frac{c}{n}$$

dengan

$n$  = indeks bias,

$c$  = cepat rambat cahaya di udara ( $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ),

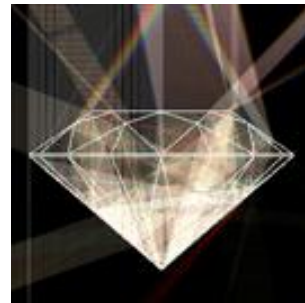
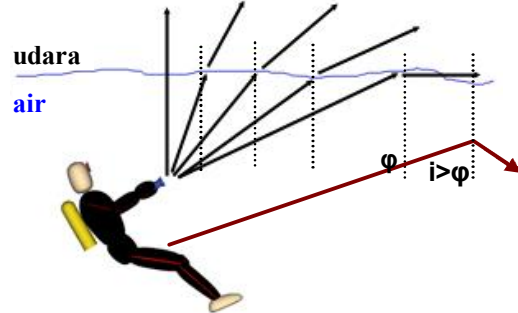
$v$  = cepat rambat cahaya dalam medium (m/s).

### 5. Pemantulan Sempurna

Pemantulan sempurna pada medium tembus cahaya terjadi apabila:

- (1) sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat;
- (2) sudut datang sinar ( $i$ ) lebih besar dari sudut batas ( $\phi$ )

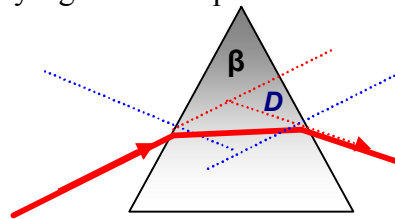
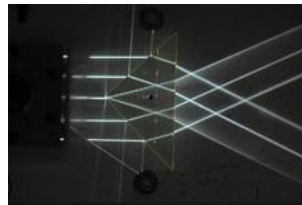
Yang dimaksud *sudut batas* ( $\phi$ ) adalah sudut sinar datang yang menghasilkan sinar bias yang sejajar bidang batas dua medium.



Pemantulan sempurna pada berlian

### 8. PEMBIASAN CAHAYA PADA PRISMA

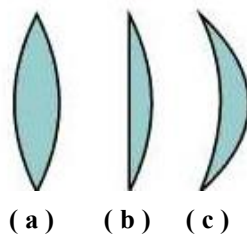
**Prisma** adalah benda bening yang terbuat dari gelas yang dibatasi oleh dua bidang permukaan yang membentuk sudut tertentu. Bidang permukaannya disebut bidang pembias dan sudut yang dibentuk oleh kedua bidang pembias disebut sudut pembias ( $\beta$ ). Jika sinar dijatuhkan pada bidang pembias pertama, maka sinar yang keluar dari bidang pembias kedua membentuk sudut tertentu dengan sinar masuk. Sudut yang dibentuk oleh sinar keluar prisma dengan sinar yang masuk ke prisma disebut **sudut deviasi** ( $D$ )



### 9. LENS A CEMBUNG / POSITIF / KONVERGEN

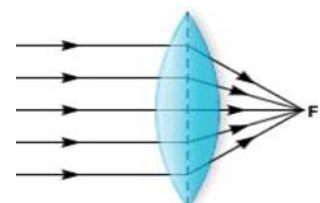
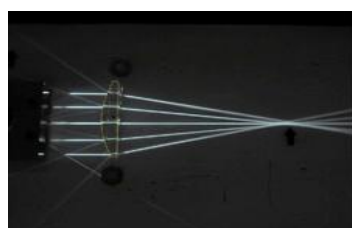
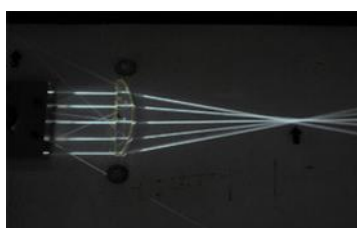
Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau satu bidang lengkung dan satu bidang datar. Lensa cembung adalah lensa yang bagian dalamnya lebih tebal dari bagian pinggirnya.

Tiga bentuk lensa cembung :



- a) Lensa bikonveks atau lensa cembung rangkap ( gambar a )
- b) Lensa plan konveks atau lensa cembung datar ( gambar b )
- c) Lensa konkaf konveks atau lensa cembung cekung ( gambar c )

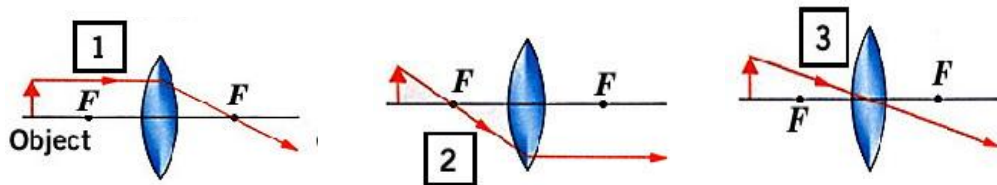
#### Fokus lensa cembung





Berkas sinar sejajar yang datang pada lensa cembung dibiaskan mengumpul pada satu titik yang disebut sebagai **titik fokus**. Jika berkas sinar tersebut diarahkan pada sisi lain dari lensa tersebut, berkas sinar sejajar juga mengumpul pada satu titik. Dengan demikian lensa cembung mempunyai dua titik fokus. Titik fokus dimana berkas sinar sejajar dibiaskan disebut **titik fokus aktif ( F<sub>1</sub> )** dan yang lainnya disebut **titik fokus pasif ( F<sub>2</sub> )**. Karena bersifat mengumpulkan cahaya, maka lensa cembung juga disebut sebagai **lensa konvergen**.

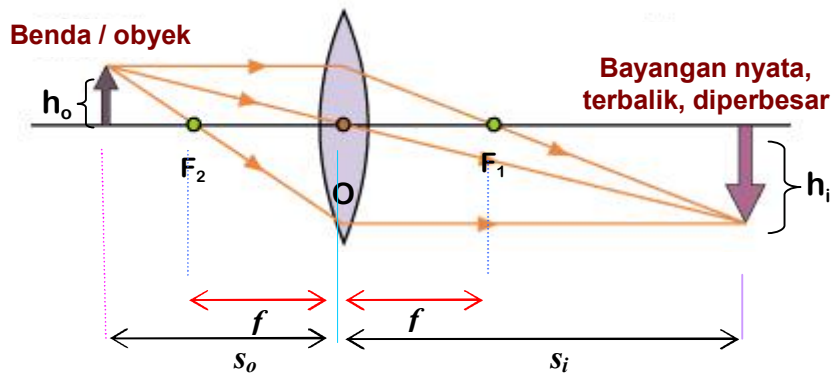
### 1. Sinar-sinar Istimewa pada Lensa Cembung



Lensa cembung memiliki tiga sinar istimewa (lihat gambar), yaitu:

- (1) sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan melalui titik fokus yang terdapat di belakang lensa,
- (2) sinar datang melalui fokus yang terdapat di depan lensa dibiaskan sejajar sumbu utama, dan
- (3) sinar datang melalui titik pusat optik diteruskan tanpa dibiaskan.

### 2. Rumus & Pembentukan Bayangan pada Lensa Cembung



Seperti halnya pada cermin, pada lensa juga berlaku persamaan:

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f} \text{ atau } \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R} \quad \text{dan} \quad M = \frac{h_i}{h_o} = \left| \frac{s_i}{s_o} \right|$$

Perjanjian tanda :

- $s_o$  bertanda “+” jika benda terletak di depan lensa ( benda nyata )
- $s_o$  bertanda “-” jika benda terletak di belakang lensa ( benda maya )
- $s_i$  bertanda “+” jika benda terletak di belakang lensa ( bayangan nyata )
- $s_i$  bertanda “-” jika benda terletak di depan lensa ( bayangan maya )
- $f$  bertanda “+” untuk lensa cembung dan  $f$  bertanda “-” untuk lensa cekung

### 3. Pemanfaatan Lensa Cembung

#### a. Pemanfaatan lensa cembung pada kaca pembesar



Agar terbentuk bayangan maya dan diperbesar, maka benda harus diletakkan diantara O dan  $F_2$ .

Sifat pembesaran bayangan ini dimanfaatkan oleh kaca pembesar atau lup untuk melihat benda-benda yang kecil atau membaca huruf atau angka yang sangat kecil.

- b. Untuk membantu memulihkan penglihatan pada orang yang mengalami cacat mata hipermetropi (rabun dekat)
  - c. Untuk memperbesar bayangan dan membalikkan bayangan pada mikroskop.
  - d. Di kamera untuk membentuk bayangan nyata dan ditangkap oleh film (benda diletakkan di depan  $2F_2$ ).
- (Keempat point ini akan dibahas lebih lanjut pada pokok bahasan “Alat Optik”).

### 4. Kekuatan Lensa

**Kekuatan lensa** adalah kemampuan lensa untuk memfokuskan sinar-sinar. Kekuatan lensa atau daya lensa didefinisikan sebagai kebalikan dari jarak fokus lensa yaitu:

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

Dengan :

$P$  = kekuatan lensa (dioptri) dan.

$f$  = jarak fokus lensa (meter).

### 10. LENS A CEKUNG / NEGATIF / DIVERGEN

Lensa cekung adalah lensa yang bagian dalamnya lebih tipis dari bagian pinggirnya.

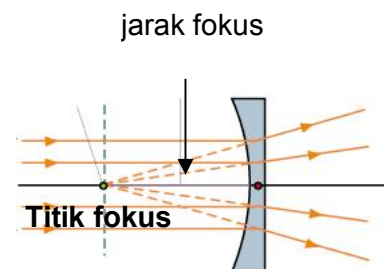
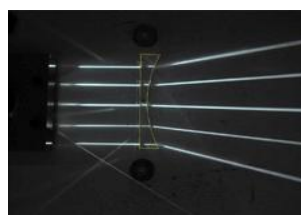
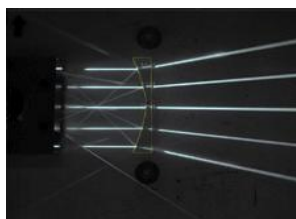
Tiga bentuk lensa cekung :



(a) (b) (c)

- a. Lensa bikonkaf atau lensa cekung rangkap (gambar a)
- b. Lensa plan konkaf atau lensa cekung datar (gambar b)
- c. Lensa konveks konkaf atau lensa cekung cembung (gambar c)

#### Fokus lensa cekung



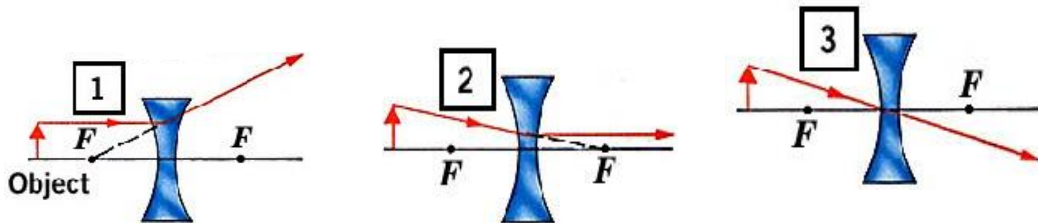
Berkas sinar sejajar yang menuju lensa cekung akan dibiaskan seolah-olah berasal dari suatu titik. Titik ini merupakan titik fokus aktif lensa cekung ( $F_1$ ). Sama seperti pada lensa cembung, lensa cekung juga mempunyai dua titik fokus. Titik fokus lainnya

adalah titik fokus pasif. Karena titik fokus aktif terletak di depan lensa, maka fokus lensa cekung adalah **fokus maya** dan bertanda **negatif**.

Karena lensa cekung bersifat menyebarkan cahaya, maka juga disebut sebagai **lensa divergen**.

### 1. Sinar-sinar Istimewa pada Lensa Cekung

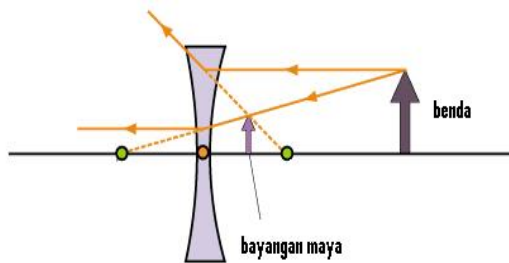
Ada tiga sinar istimewa pada lensa cekung (lihat gambar), yaitu:



- (1) sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seakan-akan dari titik fokus,
- (2) sinar datang seakan-akan menuju fokus dibiaskan sejajar sumbu utama, dan
- (3) sinar datang melalui titik pusat optik diteruskan tanpa dibiaskan.

### 2. Rumus & Pembentukan Bayangan pada Lensa Cekung

Untuk melukis bayangan benda pada lensa cekung, cukup digunakan dua sinar istimewa.

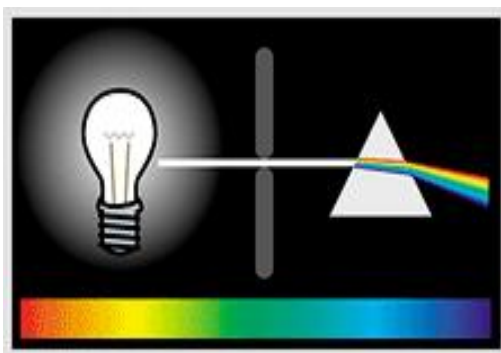


Rumus-rumus pada lensa cekung sama dengan rumus-rumus pada lensa cembung. Akan tetapi nilai jarak fokus **f** dalam lensa cekung bertanda **negatif**.

Lensa cekung banyak digunakan untuk membantu penglihatan orang yang mempunyai cacat mata rabun jauh (miopi), dan untuk membalikkan bayangan pada teropong panggung.

## 11. DISPERSI CAHAYA

### 1. Sinar Polikromatik dan Sinar Monokromatik

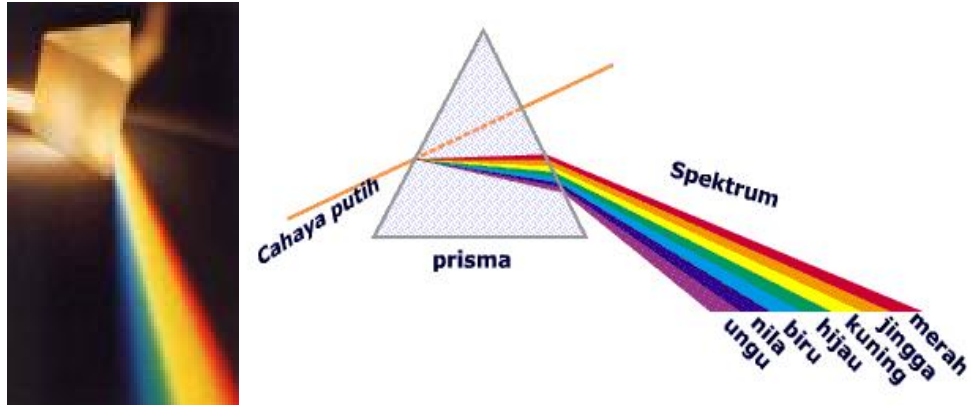


**Sinar polikromatik** adalah sinar-sinar yang dapat diuraikan atas beberapa komponen warna. Contoh sinar putih terdiri atas tujuh komponen warna, yaitu: merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu.

**Sinar monokromatik** adalah sinar-sinar yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi komponen warna. Contoh: sinar merah, sinar jingga, sinar kuning, sinar hijau, sinar biru, sinar nila, dan sinar ungu.

## 2. Dispersi Cahaya pada Prisma

Ketika cahaya putih mengenai bidang pembias prisma, maka sinar-sinar yang keluar dari bidang pembias lainnya akan terurai menjadi komponen-komponen warna. Peristiwa terurainya cahaya putih menjadi komponen-komponen warnanya disebut *dispersi cahaya* (lihat gambar berikut bawah ini).



Dispersi cahaya pada prisma terjadi karena adanya perbedaan indeks bias kaca untuk setiap warna cahaya. Contoh peristiwa dispersi cahaya dalam kehidupan sehari-hari adalah pelangi.

Pelangi hanya dapat kita lihat jika kita membelakangi matahari dan hujan terjadi di depan kita. Bila seberkas cahaya matahari mengenai titik-titik air yang besar, maka sinar itu dibiaskan oleh bagian depan permukaan air. Pada saat sinar memasuki titik air, sebagian sinar akan dipantulkan oleh bagian belakang permukaan air, kemudian mengenai permukaan depan, dan akhirnya dibiaskan oleh permukaan depan. Karena dibiaskan, maka sinar inipun diuraikan menjadi spektrum matahari. Peristiwa inilah yang kita lihat di langit, dan disebut **pelangi**.

