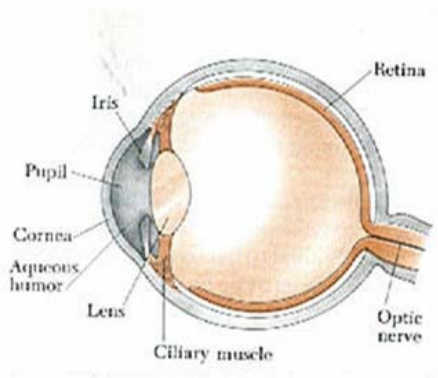


# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	1
BAB 25. ALAT-ALAT OPTIK .....	2
25.1 Mata Manusia dan Kamera.....	2
25.2 Kaca Pembesar .....	4
25.3 Teleskop .....	5
25.4 Mikroskop.....	6
25.5 Batas Resolusi : Kriteria Rayleigh.....	8
25.6 Sinar X dan Difraksi Sinar X .....	8
25.7 Quis 25.....	10

# BAB 25. ALAT-ALAT OPTIK

## 25.1 Mata Manusia dan Kamera



Gambar 25.1. Sistem optik mata

Pada mata terdapat suatu bagian yang fungsinya sebagai suatu lensa. Biasa disebut **lensa mata**. Lensa ini dapat diatur ketebalannya . Daya pengaturan tebal tipisnya lensa mata disebut daya **Akomodasi**.

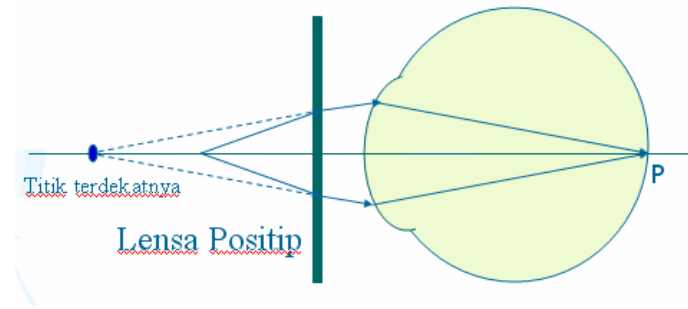
Jika seseorang karena kelemahan daya akomodasinya dan tidak dapat melihat benda yang jauh di titik tak hingga, maka kerusakan atau cacat mata yang demikian disebut **rabun jauh** atau **Myopi**. Sebaliknya jika tidak dapat melihat benda yang letaknya pada jarak titik dekat mata normal, maka cacat mata yang demikian disebut **rabun dekat** atau **Hiperopi**.

Rabun jauh biasanya didrita oleh orang mulai muda hingga dewasa, sedangkan rabun dekat biasanya diderita oleh orang yang usianya mulai menginjak tua. Biasanya mulai usia 40 tahun keatas.

Untuk menolong cacat mata rabun jauh atau rabun dekat diperlukan alat optic yang disebut Kaca M, yang pada prinsipnya hanyalah sebuah lensa. Untuk rabun jauh diperlukan lensa **cekung** (**negatip**), sedangkan rabun dekat diperlukan lensa **Cembung** (**Positip**).

### Rabun Dekat.

Rabun dekat dikarenakan lensa tidak dapat membentuk bayangan pada posisi syaraf penerima yang letaknya sedemikian rupa sehingga selalu tetap. (titik P) untuk benda yang berada pada jarak 25 cm didepan mata. Jarak 25 cmm ini diambil untuk mata normal.



Gambar 25.2. Cacat mata rabun dekat.

Besar focus lensa dapat dicari sebagai berikut :

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

Dengan  $S = 25$  cm dan  $S'$  adalah pada jarak di titik terdekatnya. Dalam hal ini dimasukkan tanda - (negatif).

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} - \frac{1}{S'}$$

Jika jarak titik terdekatnya seseorang adalah 1 meter, maka diperoleh focus lensa adalah :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} - \frac{1}{100} \Rightarrow f = \frac{25 \times 100}{100 - 25} = 33.33 \text{ cm.}$$

Daya lensa didefinisikan sebagai  $P = \frac{1}{f}$  dimana  $f$  harus dinyatakan dalam satuan meter.

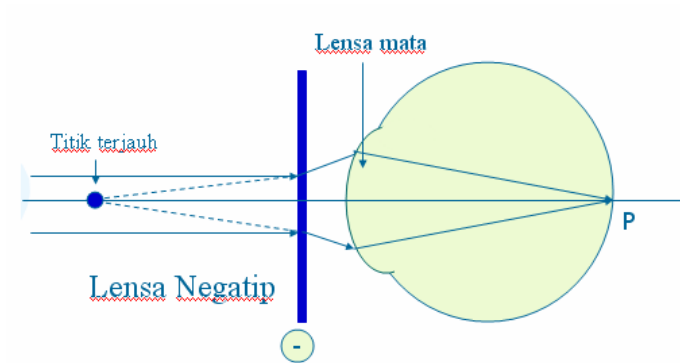
Satuan daya lensa adalah dioptri.

Daya lensa yang harus digunakan untuk focus 33.33 cm adalah  $P = + 3.33$  dioptri. Ini berarti bahwa seseorang tersebut harus menggunakan lensa  $+ 3.33$  untuk dapat melihat benda dengan jelas pada jarak 25 cm didepan lensa matanya..

### Rabun Jauh.

Karena kerusakan lensa mata, maka lensa mata ini tidak dapat membentuk bayangan di titik pusat syarafnya (titik P). Untuk benda yang di titik tak hingga, maka agar dapat dilihat dengan jelas

harus dipasang lensa negatif yang diletakkan di depan lensa mata agar dapat membentuk bayang di titik terdekatnya.



Gambar 25.3. Cacat mata rabun jauh.

Besar focusnya adalah :

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

Karena  $S = \infty$  , maka  $f = - S'$

$$\text{Jadi daya lensa nya : } P = \frac{1}{f}$$

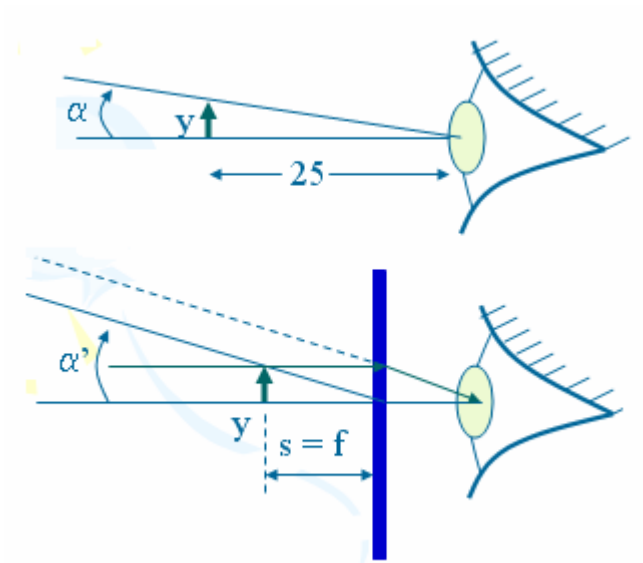
## 25.2 Kaca Pembesar

Kaca pembesar adalah lensa cembung. Lensa ini dapat dipakai untuk melihat benda kecil sehingga kelihatan besar. Sering pula disebut **Loupe**. Perbesaran yang diperoleh adalah perbesaran sudut. Alat ini sering dipakai oleh tukang reparasi jam.

Benda yang kecil mempunyai sudut pandang sebesar  $\alpha$ , yaitu jika ditempatkan pada jarak 25 cm di depan lensa mata. Jika di depan lensa mata dipasang lensa cembung sehingga sudut pandangnya menjadi  $\alpha'$ .

Besarnya perbesaran sudutnya adalah :

$$\gamma = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha'}$$



Gambar 25.4. Perebesaran Loupe

$$\text{tg } \alpha = y/25 \quad \text{sedangkan} \quad \text{tg } \alpha' = y/f.$$

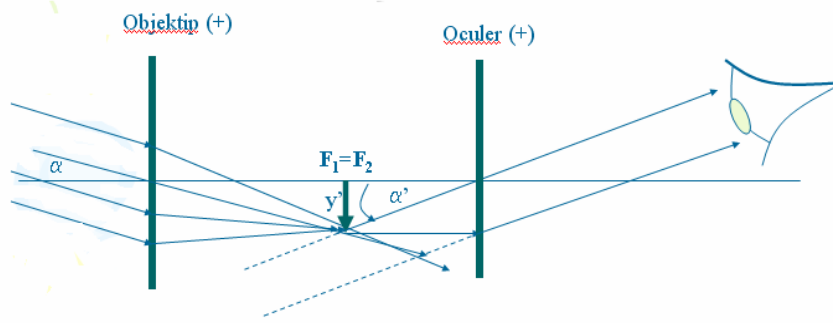
berarti

$$\gamma = \frac{y/f}{y/25} = \frac{25}{f}$$

Dengan f dinyatakan dalam cm.

## 25.3 Teleskop

Untuk melihat benda yang jauh juga diperlukan alat bantu. Alat ini disebut **Telescope** atau **Teropong**. Benda yang berada di titik tak hingga, dapat kelihatan lebih dekat. Sehingga perbesaran sudut pandangnya menjadi lebih besar. Susunan lensa untuk telescope ini nampak seperti pada gambar. Perbesaran yang diperoleh adalah :



Gambar 25.5. Sistem teropong jarak jauh.

Perbesaran sudut ( $\gamma$ )  $\Rightarrow \gamma = \frac{tg \alpha'}{tg \alpha}$

$\Rightarrow \gamma = -\frac{y'/f_2}{y'/f_1} = \frac{f_1}{f_2}$

Contoh hasil telescope yang terkenal di dunia adalah Telescope Hubble milik USA yang dipasang di luar angkasa. Hasil dari pemotretan dikirimkan ke bumi. Salah satu hasilnya adalah nampak pada gambar.

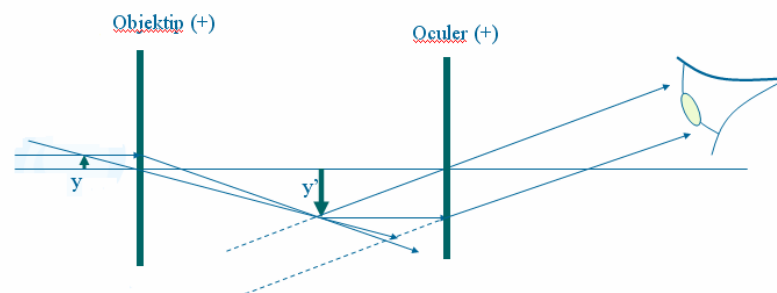


Gambar 25.6. Hasil pemotretan bintang dengan telescope Hubble.

## 25.4 Mikroskop.

Microscope sederhana adalah alat optic yang dipakai untuk melihat benda-benda yang kecil sehingga kelihatan besar.

Susunan yang lebih menggunakan satu lensa dapat memperoleh perbesaran yang jauh lebih besar dari Loupe. Alat ini adalah Microscope. Seringkali dipakai di laboratorium. Susunan lensa microscope nampak pada gambar.



Gambar 25.7. Sistem mikroskope sederhana.

Pada alat ini terdapat dua lensa yang disusun seperti pada gambar. Benda diperbesar oleh lensa pertama (**Lensa Objective**) , kemudian diperbesar lagi oleh lensa kedua (**Lensa Ocular**). Kedua lensa ini adalah lensa cembung.

Perbesaran total adalah akibat dari perbesaran lensa ocular dikalikan perbesaran lensa objektif.

$$M = m \cdot \gamma$$

Dengan : M adalah perbesaran total.

m adalah perbesaran dari lensa objective.  $m = y'/y$

$\gamma$  adalah perbesaran lensa ocular.  $\gamma = 25 / f_{oc}$ .

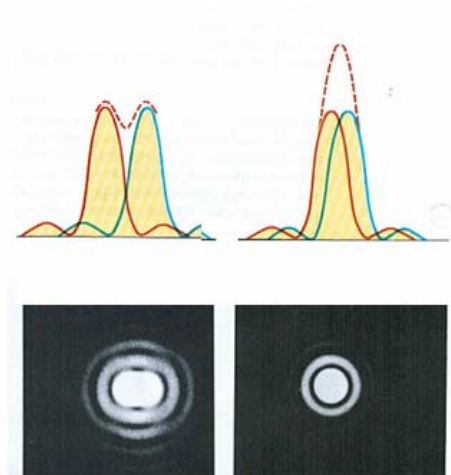
$$\Rightarrow M = m \cdot \gamma = \frac{y'}{y} \cdot \frac{25}{f_{oc}}$$

$$M = \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \cdot \frac{25}{f_{oc}}$$

## 25.5 Batas Resolusi : Kriteria Rayleigh

Kemampuan sistem optik seperti halnya mikroskop dan teleskop untuk membedakan antara jarak objek yang dekat sangat terbatas, karena sifat alami dari gelombang cahaya. Penyebab peristiwa ini adalah difraksi dan aberasi. Untuk difraksi kita tidak dapat mengurangi, karena ini adalah hasil alamiah dari sifat gelombang cahaya, tetapi karena faktor aberasi, hal ini dapat dikurangi sedikit dengan menggabungkan sistem lensa.

Cahaya yang menjalar lewat sebuah celah akan disebarkan menjadi pola difraksi. Lensa yang karena memiliki tepi, bekerja seperti celah. Ketika lensa membentuk bayangan dari sebuah titik, bayangan titik itu sebenarnya merupakan bayangan dari sebuah benda titik, dan ini sebenarnya merupakan pola difraksi yang kecil. Dengan demikian sebuah bayangan akan terkaburkan sekalipun aberasi tidak ada.



Gambar 25.8. Bayangan yang timbul akibat dari difraksi

Kekuatan sistem lensa untuk memfokuskan sehingga tidak terjadi bayangan merupakan **batas resolusi**.

Untuk alat-alat optik yang seperti teleskop, mikroskop, maka dipakai lensa dengan resolusi yang tinggi. Demikian pula untuk kamera.

## 25.6 Sinar X dan Difraksi Sinar X

Pengamatan struktur kristal dapat dilakukan dengan menggunakan teori difraksi, dimana dipergunakan sinar X untuk sumber cahayanya. Hal ini karena sinar-X mempunyai frekwensi yang tinggi sehingga mampu untuk menembus kristal.

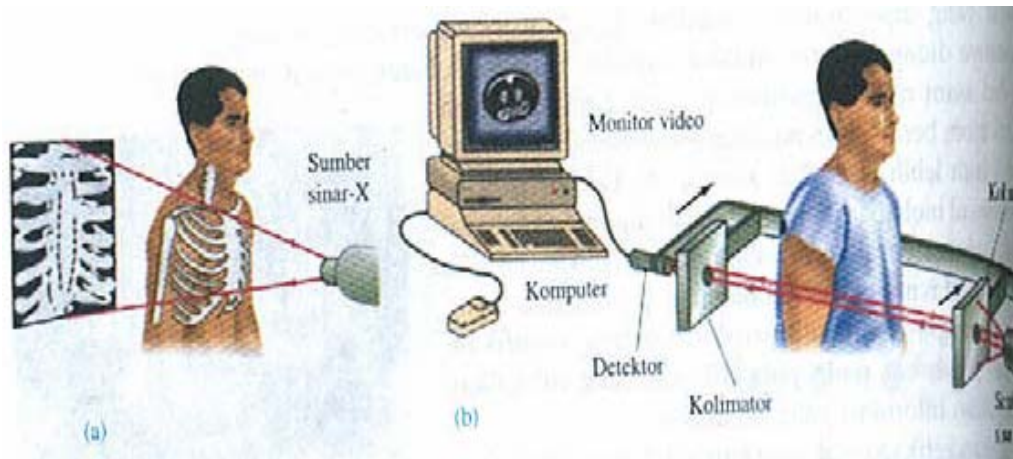
Sinar X bukanlah merupakan partikel bermuatan karena sinar X tidak dapat dibelokkan oleh medan magnet maupun medan listrik. Sinar X merupakan satu bentuk cahaya tak tampak dan tidak menunjukkan efek difraksi atau interferensi pada kisi biasa. Hal ini disebabkan karena panjang gelombang sinar X jauh lebih kecil dari jarak kisi biasa.

Max von Laue pada tahun 1912 memberikan prediksi bahwa atom-atom pada kristal tersusun dalam *array* (susunan yang teratur) sehingga dapat berfungsi sebagai kisi difraksi untuk panjang gelombang yang memiliki orde yang sama dengan jarak antar atom yaitu 10-10 m. Dari sinilah berkembang *kristalografi* yaitu ilmu yang mempelajari struktur dunia mikroskopis dari atom dan molekul. Pada tahun 1953, J.D Watson dan F.H.C Crick mengungkapkan struktur helix ganda dari DNA melalui difraksi sinar X.

Di dunia medis, pemanfaatan sinar X yang paling terkenal adalah untuk foto medis konvensional (yang lebih dikenal dengan istilah roentgen) dan Computerized Axial Tomography (CAT Scan atau CT Scan).

Untuk foto medis konvensional (Roentgen) sinar X dari tabung diarahkan dan menembus tubuh kemudian dideteksi menggunakan layar fluoresen atau film fotografis seperti tampak pada gambar 25.9. Ada faktor serapan dan hamburan serta ada perbedaan penyerapan oleh struktur yang berbeda dalam tubuh sehingga citra yang dihasilkan akan memiliki intensitas yang berbeda untuk masing-masing struktur.

Computerized Tomography (CT) merupakan pengembangan teknik pencitraan medis menggunakan sinar X. Dengan teknik CT dimungkinkan untuk memvisualisasikan hanya bagian atau potongan tertentu saja dari tubuh, misalnya sebuah luka.



Gambar 25.9 (a) Pembentukan bayangan sinar X konvensional dan (b) Pembentukan bayangan tomografi

## 25.7 Quis 25

1. Kacamata dengan daya berapa yang diperlukan untuk orang yang titik dekatnya adalah 120 cm, sehingga ia bisa membaca layar komputer pada jarak 50 cm ? anggap jarak lensa mata sebesar 1.8 cm.
2. Perbesaran total telescope astronomi diinginkan sebesar 25 x. Jika digunakan objektif yang mempunyai panjang focus 80 cm, berapa panjang focus okuler ? Berapa panjang total telescope ketika si setel untuk digunakan oleh mata dalam keadaan rileks. ?
3. Sebuah mikroskope mempunyai okuler dengan panjang focus 1.8 cm da objektif dengan panjang focus 0.8 cm. Hitung : (a). posisi benda jika ajrak antara lensa adalah 16.0 cm dan (b) perbesaran total dengan menganggap mata normal rileks.