

## **BAB XVI**

# **ALAT-ALAT OPTIK**



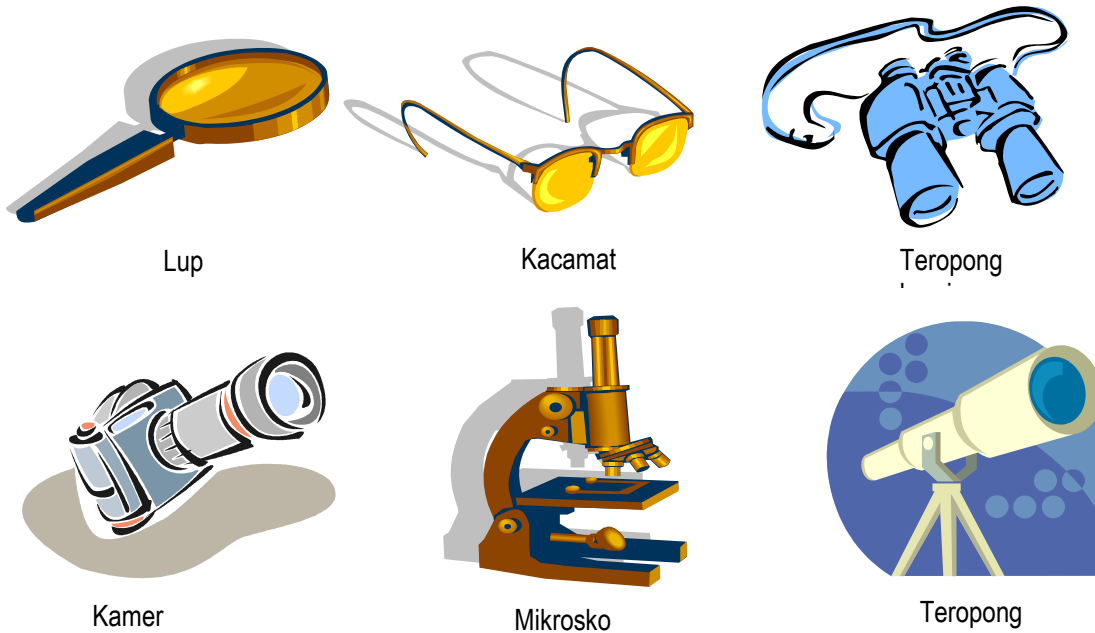
1. Apa yang dimaksud dengan alat-alat optik?
2. Mengapa mata sebagai salah satu alat optik?
3. Bagaimana pembentukan bayangan pada mata?
4. Bagaimana cara menolong cacat optik mata?
5. Apa perbedaan alat optik mata dan kamera?
6. Bagaimana cara menggunakan lup?
7. Bagaimana pembentukan bayangan pada mikroskop dan teleskop

Dalam materi pokok cahaya (optik geometri), kita telah mempelajari bahwa cermin dapat membentuk bayangan dengan cara memantulkan cahaya, sedangkan lensa membentuk bayangan melalui pembiasan cahaya. Dalam bab berikut ini kita akan mempelajari penggunaan cermin dan lensa dalam beberapa alat-alat optik.

Mata sebagai salah satu indra manusia, merupakan alat optik manusia yang digunakan untuk mengamati lingkungan melalui penglihatan. Coba kalian bayangkan apa yang akan terjadi, jika mata kita tidak dapat berfungsi dengan baik? Oleh karena itulah mata harus dirawat dengan baik agar tetap sehat, sehingga dapat berfungsi dengan baik. Misalnya dengan tidak membaca sambil tiduran, tidak membaca diruangan yang redup atau menyilaukan, melindungi

mata dari kemasukan debu atau kotoran, mencuci mata secara teratur dengan cairan pembersih khusus dan mengkonsumsi vitamin A yang cukup agar tidak terjadi kerusakan pada kornea mata dan rabun senja.

Kita sadari bahwa kemampuan mata manusia terbatas. Tetapi dengan berkat kemajuan sains dan teknologi, kualitas dan jangkauan penglihatan mata manusia telah mampu ditingkatkan. Sebab dengan menggunakan alat-alat optik, seperti kacamata, lup, kamera, proyektor, mikroskop, periskop dan teleskop, obyek yang dilihat menjadi lebih dekat, lebih besar, lebih terang, lebih jelas dan dapat direkam dalam bentuk foto.



Gambar 16-1. Alat-alat

Berkat kemajuan teknologi dalam pembuatan teleskop dan mikroskop, manusia dapat lebih mengenal dan memahami bahwa sesungguhnya alam semesta adalah maha luas dan dihuni oleh beraneka ragam makhluk hidup. Sebab di luar bumi, dan tata surya, masih ada galaksi-galaksi lain yang jumlahnya sangat banyak dan sedang bergerak saling menjauhi. Di dalam air, di dalam tanah dan di udara, masih banyak ada kehidupan jasad renik yang justru sangat mempengaruhi kualitas hidup manusia dan lingkungannya.

Semua itu sesungguhnya merupakan pertanda bahwa betapa besarnya kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa dalam mencipta dan sekaligus mengatur seluruh ciptaannya. Oleh karena itulah selain puji syukur dan terima kasih kepada Tuhan Maha Pencipta, hal tersebut hendaknya diwujudkan juga dalam bentuk kehidupan yang lebih bersahabat dengan alam dan lingkungan. Misalnya dengan tidak menggunakan produk teknologi yang dapat merusak lingkungan, dan tidak mengeksploitasi sumber daya alam secara berlebihan tanpa memperhatikan faktor-faktor kelestarian alam dan lingkungan.

## 16.1. MATA DAN KACAMATA

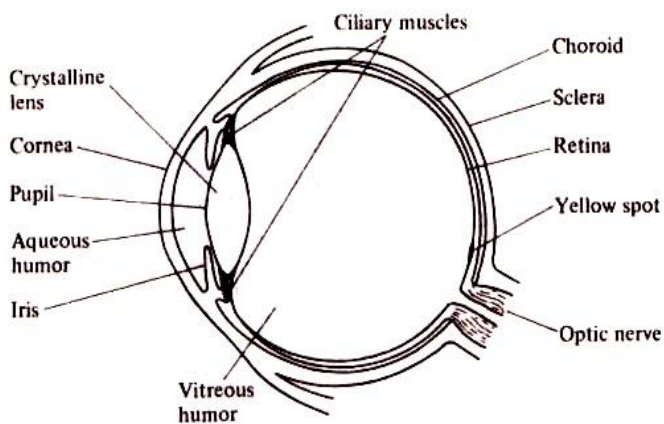
Misalkan pada suatu malam kalian sedang belajar di kamar, tiba-tiba aliran listriknya terputus sehingga seluruh lampu listriknya padam. Apakah di dalam kegelapan ada sesuatu yang dapat kalian lihat?

Agar dapat melihat kembali, kalian harus menyalakan lilin atau lampu minyak lainnya, agar dapat menghasilkan cahaya. Cahaya dari lampu akan mengenai benda-benda dalam ruang, kemudian oleh benda cahaya tersebut dipantulkan lagi sesuai dengan hukum-hukum pemantulan. Jika pantulan cahaya dari suatu benda ada yang masuk ke mata, maka benda tersebut akan terlihat. Berarti kita dapat melihat suatu benda, jika dari benda ada cahaya datang dan masuk ke mata. Cahaya yang datang dari benda, bisa karena benda itu memantulkan cahaya, atau benda itu sebagai sumber cahaya yang dapat memancarkan cahaya sendiri.

### Tugas diskusi 16-1

1. Mengapa di malam hari kita dapat melihat bulan, padahal bulan adalah satelit bumi yang tidak memancarkan cahaya sendiri ?
2. Mengapa di siang hari kita tidak dapat melihat bintang, padahal bintang adalah benda langit yang dapat memancarkan cahaya sendiri?

Pada umumnya ukuran diameter bola mata  $\pm 2,3$  cm. Bagian luarnya ada lapisan serat yang hampir tidak tembus cahaya yang disebut *skelera*. Kemudian ada lapisan selaput gelap yang disebut *khloroid*, berfungsi untuk menyerap cahaya yang kesasar. Permukaan sebelah dalam bola mata ada selaput yang disebut *retina*, yang penuh berisi saraf optik dan pembuluh darah. Cahaya masuk ke mata melalui *kornea*, intensitasnya diatur oleh *pupil*.



Gambar 16-2. Bagian-bagian

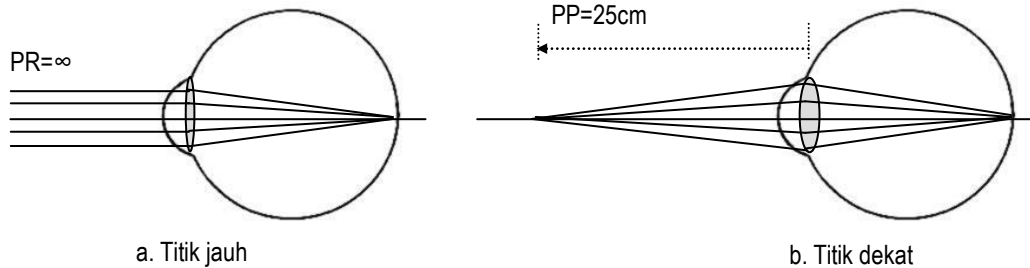
Lensa mata terbuat dari bahan sejenis serat dengan indek bias sekitar 1,437 yang berfungsi untuk membentuk bayangan tepat di *bintik kuning* pada retina. Agar mata dapat melihat obyek dekat dan jauh dengan sama jelas, maka kecembungan lensa mata diatur oleh otot-otot *siliari*, yang disebut sebagai *daya akomodasi mata*.

Ruangan di antara lensa mata dan kornea berisi fluida dengan indeks bias mendekati air (1,336), yang disebut *humor encer*.

Jarak suatu obyek yang dapat dilihat mata dengan tidak berakomodasi (bentuk lensa mata paling pipih), disebut *titik jauh* atau *pungtum remotum* (PR). Sedangkan jarak terdekat yang dapat dilihat mata dengan berakomodasi maksimum (bentuk lensa mata paling cembung), disebut *titik dekat* atau *pungtum proksimum* (PP).

### 1. Mata normal

Mata normal (emetrop), memiliki titik jauh (PR) di jauh tak hingga, dan titik dekat  $\pm 25$  cm. Perhatikan gambar 16-3 berikut.



Gambar 16-3. Mata

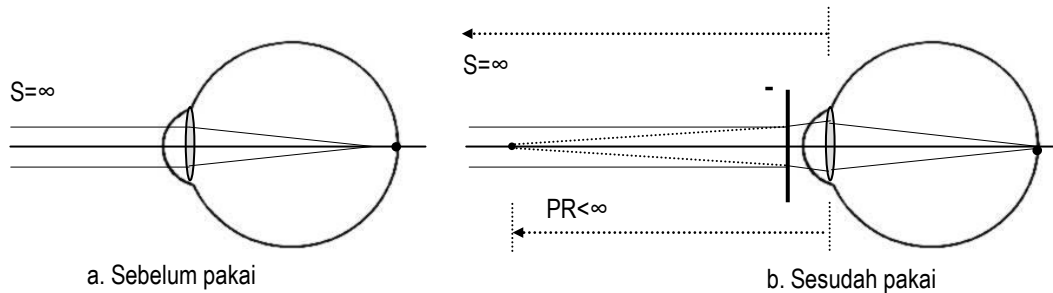
Mata yang memiliki titik jauh dan titik dekat tidak seperti mata normal, disebut mata yang mengalami cacat optik. Ada empat jenis cacat optik pada mata, yaitu *miopi*, *hipermetropi*, *presbiopi* dan *astigmatisma*. Apakah ada di antara kalian yang mengalami salah satu cacat optik mata tersebut ?

#### Tugas percobaan 16-1

1. Selidiki berapa kira-kira titik dekat dan titik jauh mata kalian. Hal itu dapat dilakukan dengan cara meniru seorang perawat pada saat memeriksa mata pasien di poliklinik mata. Simpulkan, apakah mata kalian normal, atau telah mengalami salah satu cacat optik mata tersebut?
2. Wawancarai teman kalian yang menggunakan kacamata. Tanyakan mengapa ia menggunakan kacamata, dan berapa ukuran kacamata yang ia pakai? Berdasarkan hasil wawancara tersebut, simpulkan apa cacat optik mata yang dialami teman kalian, apa jenis lensa kacamata yang dipakai, dan berapa jarak fokus lensa kacamata yang dipakai ?

## 2. Miopi

Mata miopi memiliki titik jauh lebih kecil dari jauh tak hingga (titik dekatnya normal), sehingga disebut juga sebagai *mata dekat* atau *rabun jauh*. Hal itu disebabkan karena kornea mata memiliki kelengkungan yang berlebihan atau bentuk bola mata yang agak lonjong, sehingga sinar yang datang sejajar (dari obyek yang berada di jauh tak hingga), oleh lensa mata terbentuk bayangan di depan retina (perhatikan gambar 16-4.a).



Gambar 16-4.

Untuk menolong mata miopi, harus mempergunakan kacamata lensa cekung (negatif). Sebab lensa cekung dapat membuat berkas cahaya yang keluar dari kacamata agak menyebar (divergen), akibatnya lensa mata dapat membentuk bayangan tepat di retina (Perhatikan gambar 16-4.b).

Prosesnya, bayangan benda yang dibentuk kacamata dijadikan benda oleh lensa mata, kemudian lensa mata membentuk bayangan di retina. Akibatnya benda yang dilihat melalui kacamata bukan benda aslinya, melainkan bayangan benda yang dibentuk oleh kacamata.

Agar dapat melihat seperti mata normal, berapakah ukuran kekuatan lensa kacamata yang harus dipakai mata miopi ?

Perhitungannya dapat ditentukan dengan rumus lensa, yaitu :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \dots\dots\dots (16-1)$$

- Dengan :  $s$  = jarak benda, satuannya (m)
- $s'$  = jarak bayangan, satuannya (m)
- $f$  = jarak titik api atau fokus, satuannya (m)

Karena mata miopi harus melihat tanpa berakomodasi, maka benda asli yang terletak di jauh tak hingga ( $s = \infty$ ), oleh kacamata harus dibentuk bayangan semudi titik jauh mata miopi ( $s' = -PR$ ). Maka jarak fokus kacamata yang harus digunakan untuk menolong mata miopi adalah :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{PR} \longrightarrow \boxed{f = PR} \dots\dots\dots$$

(16-2)

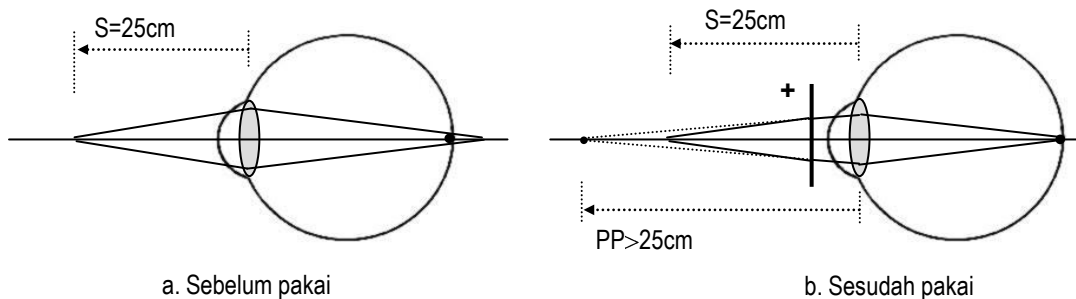
Tanda negatif menunjukkan kacamatanya harus berlensa cekung (negatif). Berdasarkan jarak fokus tersebut, kalian dapat menentukan kekuatan lensanya (K), yaitu :

$$\boxed{K = \frac{1}{f} \text{ dioptri}} \dots\dots\dots (16-3)$$

Dengan : f = jarak fokus, satuannya (m)  
K = kekuatan lensa, satuannya dioptri

### 3. Hipermetropi

Mata hipermetropi memiliki titik dekat lebih besar dari 25 cm (titik jauhnya normal), sehingga disebut *mata jauh* atau *rabun dekat* (kebalikan dari miopi). Hal itu disebabkan karena berkas sinar yang datang dari benda, oleh lensa mata terbentuk bayangan di belakang retina (perhatikan gambar 16-5.a).



Gambar 16-5.

Untuk menolong mata hipermetropi, harus mempergunakan kacamata lensa cembung (positip). Sebab lensa cembung dapat membuat berkas cahaya yang keluar dari kacamata agak menguncup (konvergen), akibatnya lensa mata dapat membentuk bayangan tepat di retina (Perhatikan gambar 16-5.b).

Prosesnya, bayangan benda yang dibentuk kacamata dijadikan benda oleh lensa mata, kemudian lensa mata membentuk bayangan di retina. Akibatnya benda yang dilihat melalui kacamata bukan benda aslinya, melainkan bayangan benda yang dibentuk oleh kacamata.

Agar dapat melihat seperti mata normal, berapakah ukuran kekuatan lensa kacamata yang harus dipakai hipermetropi ? Perhitungannya dapat ditentukan dengan menggunakan rumus lensa, yaitu :

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

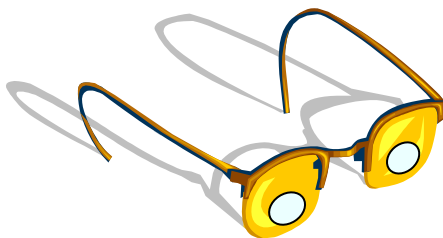
Karena mata hipermetropi harus dapat melihat dengan berakomodasi maksimum, maka benda asli yang terletak di ( $s = 25\text{cm}$ ), oleh kacamata harus dibentuk bayangan semu di titik dekat mata hipermetropi ( $s' = -PP$ ). Maka jarak fokus kacamata yang harus digunakan untuk menolong mata adalah :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} - \frac{1}{PP} \longrightarrow f = \frac{25 \cdot PP}{PP - 25} \dots\dots\dots (16-4)$$

Tanda positif menunjukkan kacamatanya harus berlensa cembung (positip), dan berdasarkan jarak fokus tersebut, kalian dapat menentukan berapa dioptri kekuatan lensa yang harus dipakai.

#### 4. Presbiopi

Mata presbiopi adalah cacat optik mata karena berkurangnya daya akomodasi mata pada usia lanjut. Hal itu disebabkan karena semakin lemahnya otot-otot silieri dan fleksibilitas yang semakin berkurang dari lensa mata.



Gambar 16-6. Kacamata berlensa

Orang yang presbiopi mengalami kesulitan untuk melihat jauh dan melihat dekat, sehingga mereka harus dibantu dengan kacamata yang lensanya bifokal. Artinya, kacamata yang dipakai memiliki dua jenis lensa. Bagian atas lensa untuk melihat jauh, dan bagian bawahnya lensa untuk melihat dekat. Perhatikan gambar 16-6. berikut.

#### 5. Astigmatisma

Mata astigmatisma tidak dapat secara serempak memusatkan penglihatannya pada garis horisontal dan garis vertikal. Hal itu disebabkan karena bentuk kornea matanya yang tidak sferis sempurna melainkan silindris, sehingga memiliki kelengkungan yang berbeda di dalam arah yang berbeda. Untuk menolong mata astigmatisma, dipergunakan kacamata berlensa silindris.

#### Tugas Percobaan 16-2

1. Buatlah rancangan percobaan, untuk menyelidiki apakah teman kalian ada yang mengalami cacat mata astigmatisma ?
2. Lakukan penelitian tersebut, dan laporkan hasilnya.

### Contoh Soal Dan Jawabannya

Jika untuk membaca koran orang tua kalian harus menggunakan kaca mata -2, berapakah titik dekat mata orang tua kalian?

Diketahui :  $K = -2$  dioptri

Ditanyakan :  $PP = \dots ?$

Jawaban :  $K = \frac{1}{f}$

$$-2 = \frac{1}{f} \rightarrow f = -0,5 \text{ m} = -50 \text{ cm (lensa cekung)}$$

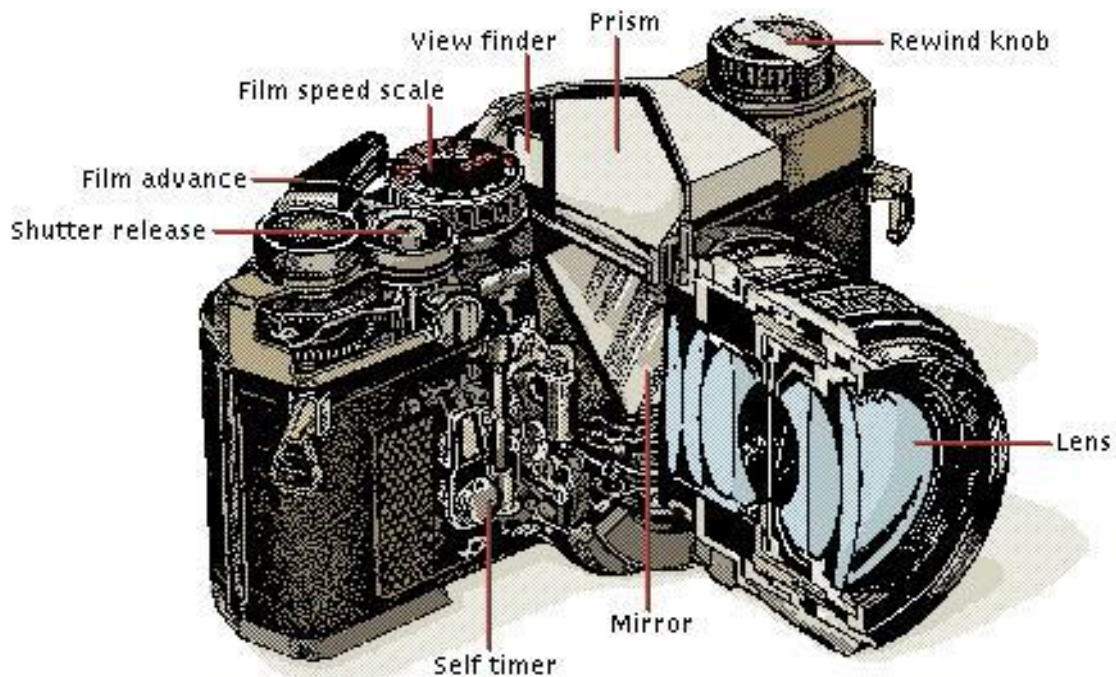
$$f = \frac{25.PP}{PP - 25} \rightarrow 50 = \frac{25.PP}{PP - 25}$$

$$50.PP - 1250 = 25.PP$$

$$25 PP = 1250 \rightarrow PP = 50 \text{ cm.}$$

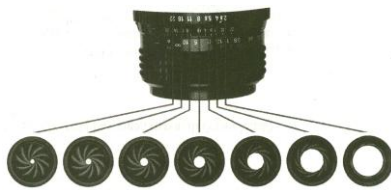
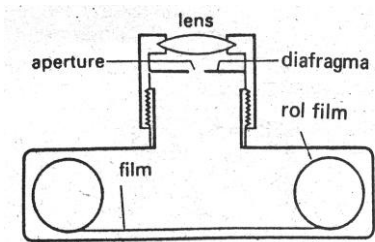
## 16.2. KAMERA

Alat optik yang cara kerjanya sama seperti mata, adalah kamera fotografi atau kamera pemotret.





Gambar 16-8. Beberapa komponen penting



Gambar 16-9. Pengaturan

Kamera terdiri dari kotak hitam yang kedap cahaya. Bagian depannya ada lubang bundar tempat masuknya cahaya ke lensa kamera yang selalu membentuk bayangan nyata, terbalik diperkecil. Agar bayangannya jelas dan jatuh tepat pada film, maka kedudukan lensa dapat diatur menjadi lebih maju atau mundur. Untuk mengatur intensitas cahaya yang boleh masuk mengenai film, di belakang lensa ada lubang kecil (aperture) yang dibentuk oleh diafragma. Besar-kecilnya aperture dan lamanya aperture terbuka dapat diatur sesuai dengan keadaan cahaya diluar. Kalau cahaya di luar terang, aperture dibuka kecil dengan selang waktu yang relatif singkat. Tetapi kalau cahaya diluar redup, maka aperture dibuka lebar dalam selang waktu yang relatif lama.

Perbedaan mata dengan kamera adalah pada pengaturan kecepatan terbuka dan tertutupnya kembali aperture secara otomatis, serta fungsi film untuk merekam gambar. Pengaturan ini tidak diperlukan oleh mata, sebab pada saat kita melihat, mata melakukan pemotretan obyek secara terus-menerus tanpa perlu merekamnya dalam bentuk foto.

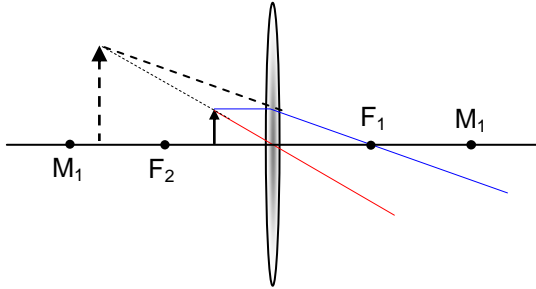


Gambar 16-10. Kamera

Saat ini perkembangan teknologi kamera telah sampai pada era kamera digital, sehingga tidak lagi menggunakan film untuk merekam gambar. Semua gambar dalam kamera digital, tersimpan dalam memori seperti dalam komputer. Jika suatu saat gambar foto tersebut diperlukan, maka dapat dipanggil lagi untuk dilihat atau dicetak dengan menggunakan printer. Semakin besar kapasitas pikselnya, maka kualitas kamera digital semakin baik. Sebab gambar foto yang dihasilkan, tidak akan pecah, kalau ukurannya diperbesar.

### 16.3. L U P

Lup atau kaca pembesar adalah sebuah lensa cembung yang dipergunakan untuk melihat benda-benda kecil agar nampak lebih besar dan jelas. Sebagai contoh tukang arloji selalu mempergunakan lup dalam berkerja, agar onderdil arloji yang ralatif kecil dapat dilihat lebih besar dan jelas.



Karena lup adalah sebuah lensa cembung, maka syarat menggunakan lup bendanya harus terletak di ruang pertama. Tujuannya agar terbentuk bayangan maya, tegak, diperbesar seperti gambar 16-11.

Berapakah pembesaran sudut yang diperoleh dengan menggunakan lup?

Gambar 16-11. Pembentukan

Secara umum rumus pembesaran adalah :

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| \dots\dots\dots(1)$$

Karena jarak baca mata normal adalah  $s' = 25$  cm, maka :

$$M = \left| \frac{25}{s} \right| \dots\dots\dots(2)$$

a) Jika mata normal berakomodasi maksimum, maka  $s' = -25$  cm (ingat bayangannya maya) sehingga hubungan :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \text{ menjadi : } \frac{1}{f} = \frac{1}{s} - \frac{1}{25} \longrightarrow \frac{1}{s} = \frac{1}{f} + \frac{1}{25} \dots\dots(3)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (3) ke dalam persamaan (2), maka diperoleh pembesaran lup dengan berakomodasi maksimum yaitu :

$$M = 25 \left[ \frac{1}{f} + \frac{1}{25} \right] \longrightarrow M = \left[ \frac{25}{f} + 1 \right] \dots\dots\dots(16-5)$$

b) Jika mata normal tidak berakomodasi, maka  $s' = \infty$  (tak hingga) sehingga hubungan :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \text{ menjadi : } \frac{1}{f} = \frac{1}{s} - \frac{1}{\infty} \longrightarrow \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (4) ke dalam persamaan (2), maka diperoleh pembesaran lup dengan tidak berakomodasi, yaitu :

$$M = 25 \left[ \frac{1}{f} + \frac{1}{\infty} \right] \longrightarrow M = \left[ \frac{25}{f} \right] \dots\dots\dots (16-6)$$

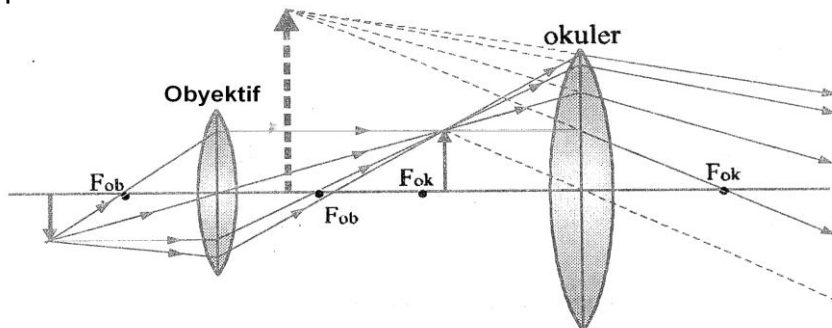
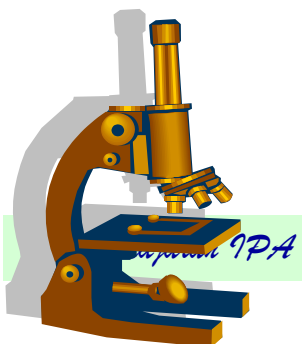
**Contoh Soal Dan Jawabannya**

**16.4. MIKROSKOP**

Mikroskop dapat dipergunakan untuk melihat benda-benda renik seperti bakteri, sel, jaringan atau struktur halus dari bebatuan dan mineral agar nampak lebih besar dan jelas. Oleh karena itulah mikroskop banyak dipakai dalam laboratorium kesehatan, biologi , geologi dan mineral.

Pada prinsipnya mikroskop optik terdiri dari dua lensa cembung yang dipakai sebagai obyektif (dekat benda) dan okuler (dekat mata). Panjang fokus okuler relatif lebih besar dari panjang fokus objektif.

Benda diletakkan di ruang ke dua obyektif sedekat mungkin dengan fokus. Tujuannya agar obyektif membentuk bayangan nyata, terbalik, diperbesar. Bayangan obyektif menjadi benda okuler, letaknya harus di ruang pertama okuler. Tujuannya agar okuler bersifat sebagai lup, yaitu dapat membentuk bayangan maya, tegak diperbesar. Bayangan okuler inilah yang kita lihat melalui mikroskop.



Secara umum pembesaran mikroskop adalah . Gambar 16-12. Pembentukan bayangan pada

$$M = M_{ob} \times M_{ok} \dots\dots\dots (5)$$

Karena :  $M_{ob} = \left| \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \right|$  dan  $M_{ok} =$  pembesaran lup, maka diperoleh :

a). Pembesaran mikroskop dengan berakomodasi maksimum adalah :

$$M = \left| \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \right| \left( \frac{25}{f} + 1 \right) \dots\dots\dots (16-7)$$

b). Pembesaran mikroskop dengan tidak berakomodasi adalah :

$$M = \left| \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \right| \left( \frac{25}{f} \right) \dots\dots\dots (16-8)$$

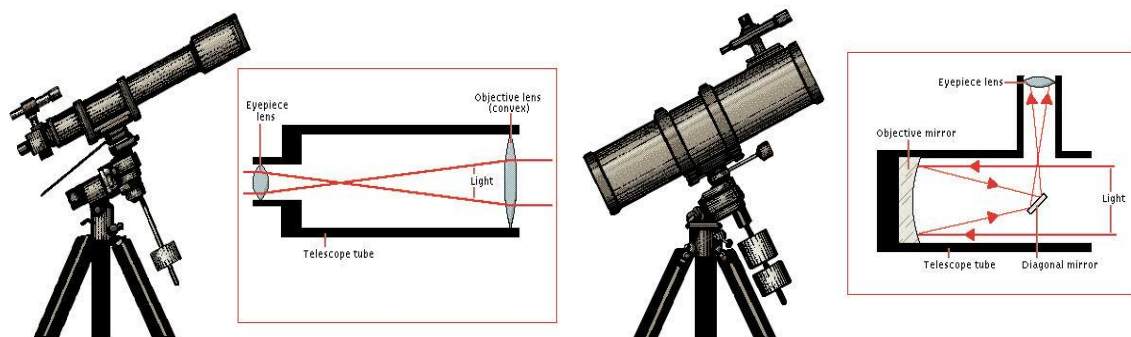
Selain mikroskop optik, ada juga mikroskop elektron. Perbedaan ke dua mikroskop tersebut adalah mikroskop optik menggunakan cahaya dan lensa untuk membentuk bayangan, tetapi pada mikroskop elektron yang dipergunakan untuk membentuk bayangan adalah sinar elektron dan medan elektromagnetik. Karena sinar elektron memiliki panjang gelombang yang jauh lebih pendek dari panjang gelombang cahaya, maka mikroskop elektron dapat menghasilkan pembesaran sampai puluhan ribu kali.

**Contoh Soal Dan Jawabannya**

## 16.5. TELESKOP

Teropong atau teleskop dapat dipakai untuk melihat benda-benda yang jauh agar nampak lebih dekat dan jelas. Orang yang pertama kali membuat teropong untuk keperluan astronomi adalah *Galileo*, yaitu pada tahun 1609. Dengan menggunakan teropong tersebut Galileo dapat melihat wajah permukaan, dapat melihat 4 dari 12 bulan yang dimiliki planet Yupiter dan dapat melihat ada bintang-bintang hitam di permukaan matahari.

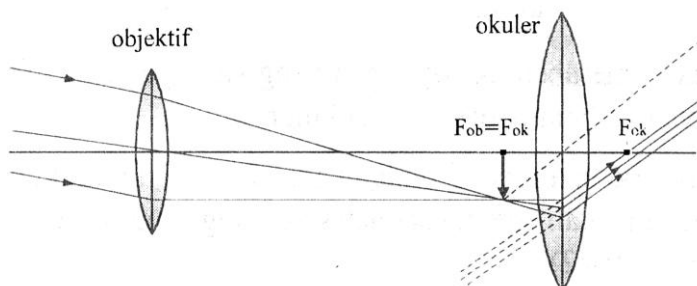
Berdasarkan proses pembentukan bayangannya, maka ada dua jenis teropong yaitu teropong bias dan teropong pantul.



Gambar 16-13. Teropong bias dan

### 1. Teropong bias

Sesuai dengan namanya, maka pembentukan bayangan pada teropong bias melalui proses pembiasan cahaya. **Teropong bintang** yang termasuk sebagai teropong bias, menggunakan dua lensa cembung yang dipakai sebagai obyektif dan okuler. Panjang fokus obyektif lebih besar dari panjang fokus okuler



Karena benda yang diamati letaknya sangat jauh, maka berkas sinar yang masuk ke obyektif merupakan berkas sinar sejajar, sehingga akan membentuk bayangan sejati, terbalik, tepat di fokus obyektif.

Gambar 16-14. Pembentukan bayangan pada

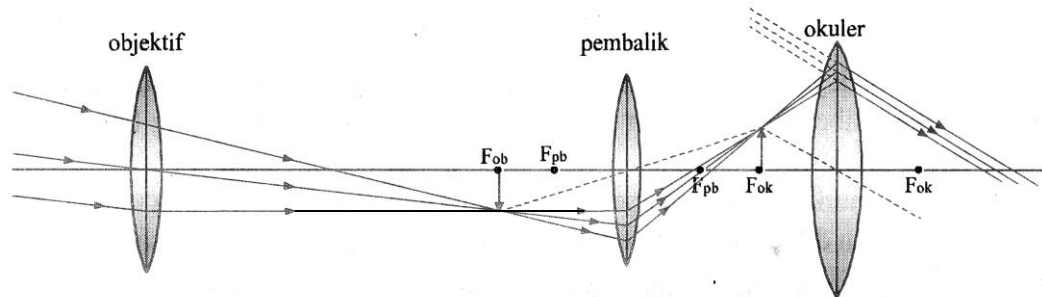
Bayangan obyektif dijadikan benda oleh okuler yang harus terletak pada ruang pertama okuler. Tujuannya agar okuler membentuk bayangan maya, tegak, diperbesar. Bayangan okulerlah yang kita lihat melalui teropong bintang. Sifat bayangan yang terbalik pada teropong bintang, tidak menjadi masalah, sebab benda langit yang terbalik atau tegak sama saja.

**Teropong bumi** pada prinsipnya sama dengan teropong bintang, tetapi sifat bayangan yang dilihat harus selalu tegak. Sebab melihat obyek dipermukaan bumi, misalnya meneropong kapal, binatang atau pepohonan, jika kelihatannya terbalik dapat menimbulkan masalah.

Ada dua cara yang dapat dilakukan, agar bayangan yang dilihat melalui teropong bumi selalu terlihat tegak, yaitu :

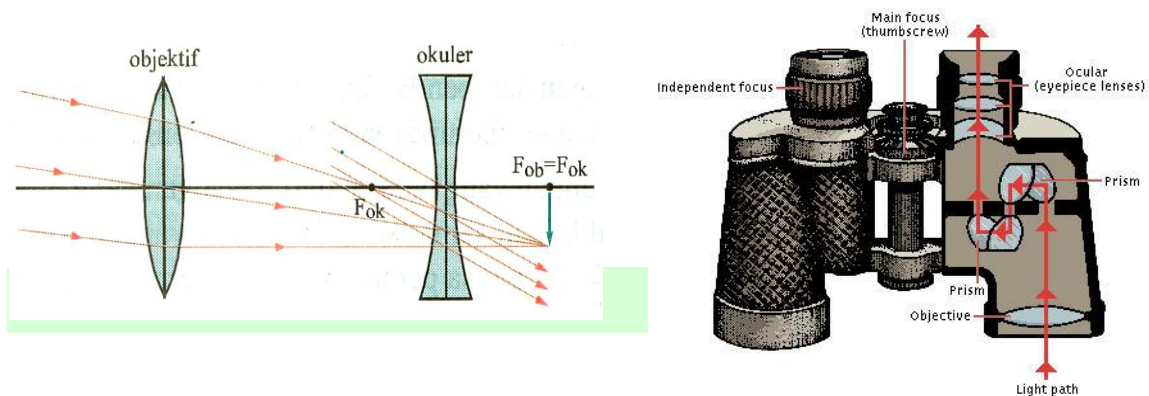
- Menambahkan lensa pembalik di antara obyektif dan okuler
- Menggunakan lensa cekung sebagai okuler.

Lensa pembalik diletakkan diantara obyektif dan okuler, tujuannya agar bayangan obyektif yang terbalik menjadi benda lensa pembalik, kemudian oleh lensa pembalik dibalikkan lagi sehingga menjadi tegak. Bayangan lensa pembalik itulah yang menjadi benda lensa okuler.



Gambar 16-14. Pembentukan bayangan pada

Dengan menambahkan lensa pembalik, maka bentuk teropong bumi menjadi relatif panjang dan kurang praktis dalam pemakaiannya. Untuk memperpendek bentuk teropong bumi, maka okulernya dapat diganti dengan lensa cekung seperti pada *teropong Galileo*. Atau menggunakan prisma seperti pada *teropong binokuler*.

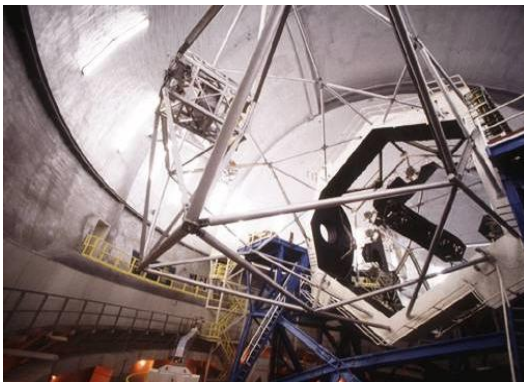


Gambar 16-15 Pembentukan bayangan pada Teropong Galileo

## 2. Teropong pantul

Teropong pantul pertama kali diperkenalkan oleh Isaac Newton pada tahun 1688. Karena cermin pemantulnya dapat dibuat relatif besar, maka bayangan yang dibentuk oleh teropong pantul akan lebih baik dari teropong bias. Contohnya *Teleskop Keck* di Mauna Kea Hawaii yang memiliki cermin pemantul berdiameter 10 m dan *Teleskop Hale* di Mount Palomar California yang memiliki diameter 5,08 m.

Untuk menekan kesalahan yang ditimbulkan oleh atmosfer bumi, pada tahun 1990 telah diorbitkan Teleskop Ruang Angkasa *Hubble* yang memiliki diameter 2,4 m.



Gambar 16-16. Teleskop Keck di Hawaii dan Teleskop Hubble di

Selain teleskop optik, ada juga teleskop radio. Sesuai dengan namanya, teleskop radio menggunakan gelombang radio untuk mendeteksi keberadaan benda-benda langit. Berdasarkan gelombang radio yang diterima dari suatu benda langit, maka para ahli dapat memperkirakan dimana keberadaan dan bagaimana sifat-sifat benda langit tersebut.



### **TUGAS MERANGKUM**

1. Apa yang dimaksud dengan alat-alat optik ?
2. Apa perbedaan punctum remotum dan punctum proksimum?
3. Apa yang dimaksud dengan daya akomodasi pada mata?
4. Apa kriteria mata normal, miopi, hipermetropi, presbiopi dan astigmatisme?
5. Bagaimana cara menolong miopi, hipermetropi, presbiopi dan astigmatisme?
6. Apa persamaan dan perbedaan antara kamera dan mata?
7. Bagaimana cara menggunakan lup?
8. Berapa pembesaran lup untuk mata berakomodasi maksimum?
9. Berapa pembesaran lup untuk mata tidak berakomodasi?
10. Bagaimana cara menggunakan mikroskop?
11. Berapa pembesaran mikroskop untuk mata berakomodasi maksimum?
12. Berapa pembesaran mikroskop untuk mata tidak berakomodasi?
13. Apa perbedaan teropong bias dan teropong pantul?
14. Apa perbedaan teropong bintang dan teropong bumi?
15. Apa yang dimaksudkan dengan teleskop radio?

### **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.

1. Pengertian punctum remotum adalah : .....
- A. Titik terdekat yang terlihat mata dengan tidak berakomodasi
- B. Titik terjauh yang terlihat mata dengan tidak berakomodasi
- C. Titik terjauh yang terlihat mata dengan berakomodasi maksimum
- D. Titik terdekat yang terlihat mata dengan berakomodasi maksimum





9. Teman kalian yang menggunakan kaca mata dengan ukuran  $-0,5$  dioptri, mengalami cacat mata : .....
- A. Miopi dengan titik dekat  $0,5$  m
  - B. Hipermetropi dengan titik jauh  $2$  m
  - C. Miopi dengan titik jauh  $2$  m
  - D. Hipermetropi dengan titik dekat  $0,5$  m

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian : .....

10. Ayah kalian hanya bisa membaca koran pada jarak  $50$  cm, berarti ia mengalami cacat mata : .....
- A. Hipermetropi yang dapat ditolong dengan kacamata  $2$  dioptri
  - B. Miopi yang dapat ditolong dengan kacamata  $-2$  dioptri
  - C. Hipermetropi yang dapat ditolong dengan kacamata  $-2$  dioptri
  - D. Miopi yang dapat ditolong dengan kacamata  $2$  dioptri

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian : .....

## **B. Bentuk Soal Uraian**

1. Suryati teman kalian menggunakan kacamata  $+2$ , coba jelaskan :
  - a. Apa yang dimaksud dengan  $+2$  tersebut
  - b. Cacat mata apakah yang dialami Suryati ?
  - c. Berapa titik dekat mata Suryati ?
  - d. Berapa titik jauh mata Suryati ?
2. Jelaskan apaperbedaan antara :
  - a. Mikroskopoptik dan mikroskopelektron
  - b. Teleskop optik dan radio teleskop
3. Seorang siswa hanya dapat membaca tulisan di papan jika ia duduk  $4$  m dari papan tulis tersebut. Berapa kekuatan lensa kacamata yang harus ia pakai agar kegiatan membaca itu dapat ia lakukan dengan baik?
4. Sebuah lup memiliki panjang fokus  $6$  cm, dipergunakan oleh siswa bermata normal dengan berakomodasi maksimum. Tentukan pembesaran yang diperoleh dan jarak bendanya.
5. Sebuah mikroskop memiliki panjang fokus obyektif  $1$  cm dan okuler  $2,5$  cm. Pada saat jarak antara obyektif dan okuler  $13,5$  cm, mata normal melihat bayangan benda dengan berakomodasi maksimum. Tentukan berapa jarak benda di depan obyektif, dan berapa pembesarannya?

