

# Alat Optik

## Standart Kompetensi

Menerapkan prinsip kerja alat-alat optik.

## Kompetensi Dasar

Menerapkan alat-alat optik dalam kehidupan sehari-hari.

Alat-alat optik merupakan alat bantu yang digunakan untuk mengamati benda yang sukar diamati secara langsung oleh mata. Yang termasuk alat optika adalah :

1. Mata
2. Kacamata
3. Lup
4. Mikroskop
5. Teropong

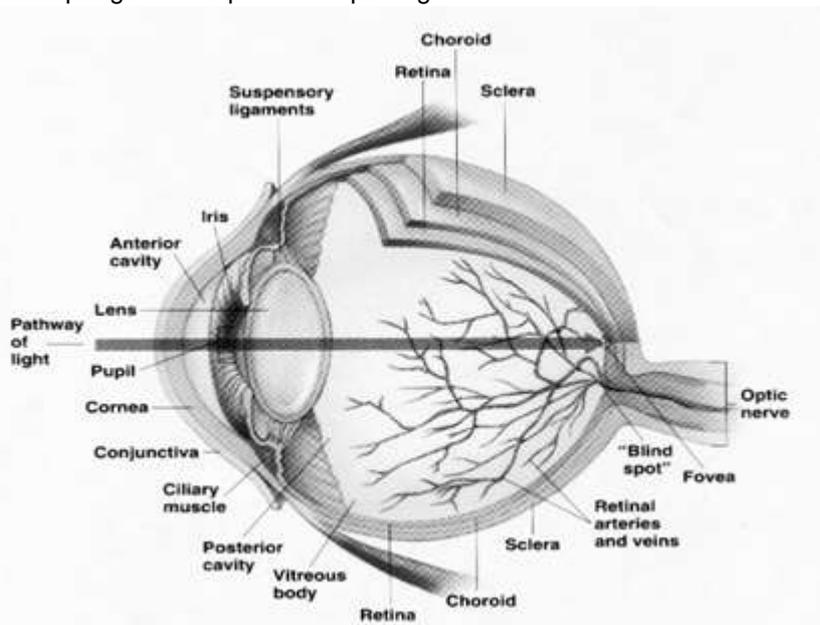
## A. MATA DAN KACAMATA

Mata memiliki bagian-bagian penting seperti lensa mata, kornea, iris mata, pupil, retina, cairan mata, otot mata dan sebagainya. Diharapkan anda sudah mempelajarinya pada mata pelajaran Biologi.

Dapatkah kamu sebutkan fungsi dari bagian-bagian penting mata tersebut ?

Jika mata melihat benda dengan jelas, maka bayangannya tepat di retina. Jika mata melihat benda dekat, maka lensa mata lebih cembung (berakomodasi), sedangkan jika mata melihat benda jauh, maka lensa mata menipis (tidak berakomodasi). Dari kondisi tersebut, fokus lensa mata berubah sesuai dengan jauh-dekat benda yang dilihat oleh mata. Kemampuan mata untuk mengubah fokus lensa mata disebut daya akomodasi.

Penampang mata dapat dilihat pada gambar berikut :



Mata memiliki jarak penglihatan yang jelas pada daerah yang dibatasi oleh dua titik, yaitu :

1. Titik dekat mata ( $S_n$ ) atau Punctum Proximum (PP), yaitu jarak terdekat yang masih dapat dilihat mata dengan berakomodasi maksimum.
2. Titik jauh mata atau Punctum Remotum (PR), yaitu jarak terjauh yang masih dapat dilihat mata dengan tidak berakomodasi.

Mata normal (emmetrop) memiliki  $S_n = 25$  cm dan  $PR = \infty$  (bayangan jatuh tepat di retina).

Jenis-jenis cacat mata (ametrop) :

### 1. **Myopi (rabun jauh)**

Ciri-ciri :

- a. titik jauhnya kurang dari tak terhingga ( $PR < \infty$ )
- b. tidak dapat melihat benda jauh seperti mata normal
- c. bayangan jatuh di titik jauhnya yaitu di depan retina, karena lensa mata kurang dapat menipis ( $S_i = -PR$ ).
- d. cacat mata ini dapat ditolong dengan menggunakan kacamata lensa cekung (kacamata negatif/kacamata divergen)

### 2. **Hypermetropi (rabun dekat)**

Ciri-ciri :

- a. titik dekatnya lebih dari 25 cm
- b. tidak dapat melihat benda dekat
- c. bayangan jatuh di titik dekatnya yaitu di belakang retina, karena lensa mata kurang dapat mencembung ( $S_i = -PP$ )
- d. cacat mata ini dapat ditolong dengan menggunakan kacamata lensa cembung (kacamata positif/kacamata konvergen)

### 3. **Presbiopi (mata tua)**

Ciri-ciri :

- a. titik dekatnya lebih dari 25 cm dan titik jauhnya kurang dari tak hingga
- b. tidak dapat melihat benda dekat dan benda jauh
- c. disebabkan oleh karena mlensa mata tidak dapat mencekung dan mencembung
- d. cacat mata ini dapat ditolong dengan menggunakan kacamata lensa rangkap (cekung dan cembung).

## Contoh Soal

1. Titik dekat mata seseorang 40 cm. Tentukan kacamata yang harus dipakai agar orang tersebut dapat melihat benda seperti orang normal !

Diketahui :  $S_i = PP = 40$  cm

$S_o = 25$  cm

Ditanya : P ... ?

Jawab :

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{1}{-40}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{4}{100} - \frac{2,5}{100}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1,5}{100}$$

$$f = \frac{100}{1,5} \text{ cm} = \frac{1}{1,5} \text{ m}$$

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{1}{1,5}} = 1,5 \text{ Dioptri}$$

**Trik !**

$$P = 4 - \frac{1}{PP} = 4 - \frac{1}{0,4} = 1,5 \text{ Dioptri}$$

2. Seseorang hanya dapat melihat jauh pada jarak 2 m di depan matanya. Tentukan kuat lensa kaca mata yang harus dipakai agar dapat melihat jauh tidak terhingga (seperti orang normal) !

Diketahui :  $S_i = -PR = -2 \text{ m}$

$S_o = \infty$  (tak terhingga)

Ditanya : P ... ?

Jawab :

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-2}$$

$f = -2 \text{ m}$

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{-2} = -0,5 \text{ Dioptri}$$

**Trik !**

$$P = \frac{1}{-PR} = \frac{1}{-2} = -0,5 \text{ D}$$

### Uji Kompetensi 1

1. Seseorang penderita hipermetropi dengan titik dekat 100 cm ingin membaca pada jarak normal (25 cm). Berapa jarak fokus dan kuat lensaacamata yang harus dipakai ?
2. Seseorang bermata myopi memiliki titik jauh hanya 5 m. Tentukan jarak fokus dan kuat lensaacamata yang harus dipakai agar orang tersebut dapat melihat pada jarak normal !
3. Seseorang berpenglihatan jauh dapat melihat dengan jelas tanpa kacamata pada jarak tidak kurang dari 75 cm. Ia memakai kacamata yang kuat lensanya 2,5 D. Berapa titik dekat mata orang tersebut setelah memakai kaca mata ?
4. Seseorang dapat melihat benda dengan jelas jika benda berada pada jarak 120 cm atau lebih. Tentukan kuat lensaacamata yang harus dipakai agar orang tersebut dapat melihat benda pada jarak 20 cm !
5. Seseorang bermata tua menggunakan kacamata rangkap berkekuatan 2 D dan -0,25 D. Tentukan titik dekat dan titik jauh mata orang tersebut jika kacamataanya dilepas !

### B. LUP (KACA PEMBESAR)

Lup adalah kaca pembesar yang terbuat dari lensa cembung yang berfungsi untuk memperbesar sudut pandang. Bayangan yang dibentuk lup adalah maya, tegak diperbesar. Benda yang akan dilihat oleh lup diletakkan di ruang I (antara pusat lensa lup dengan fokus lensa lup) dan bayangannya jatuh di titik dekat mata normal ( $S_n = 25 \text{ cm}$ ).



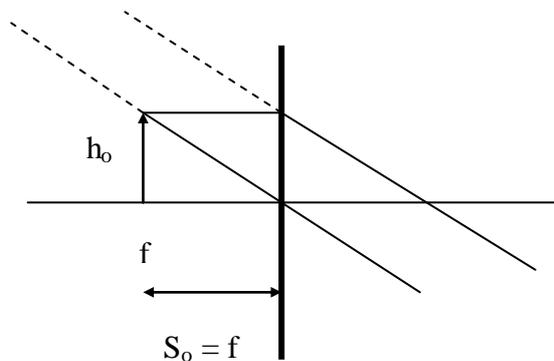
Perbesaran sudut bayangan pada lup adalah :

$$M = \frac{tg\beta}{tg\alpha} = \frac{Sn}{f} + \frac{Sn}{-S_i + d} - \frac{d.Sn}{f(-S_i + d)}$$

- M = Perbesaran sudut (kali)
- $\beta$  = sudut pandang mata dengan lup
- $\alpha$  = sudut pandang mata tanpa lup
- Sn = jarak baca normal (titik dekat mata)
- f = jarak fokus lup (m)
- $S_i$  = jarak bayangan (maya)
- $S_o$  = jarak benda dengan lup (m)
- d = jarak mata dengan lup (m)

Cara pengamatan dengan lup dengan mata menempel pada lup ( $d = 0$ ) ada dua macam, yaitu :

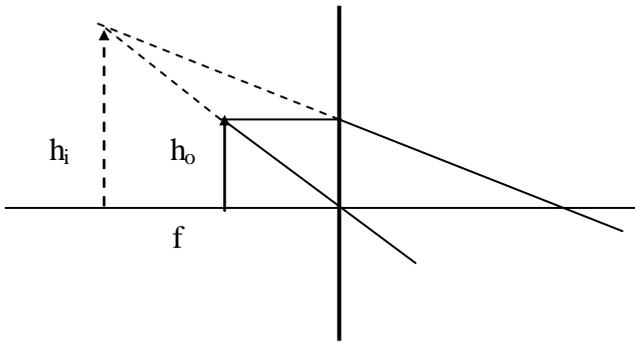
1. Pengamatan tanpa akomodasi  
 Pengamatan tanpa akomodasi, benda terletak di titik fokus lup, sehingga bayangannya berada di tak terhingga ( $s_o = f$  dan  $-S_i + d = \infty$ )



Perbesaran bayangan dengan mata tanpa akomodasi adalah :

$$M = \frac{Sn}{f}$$

2. Pengamatan dengan berakomodasi maksimum  
 Pengamatan dengan mata berakomodasi maksimum, benda diletakkan antara pusat lensa lup dengan titik fokus lup (f), sehingga bayangannya maya, tegak, diperbesar ( $-S_i + d = Sn$ )



Perbesaran bayangan pada lup untuk mata berakomodasi maksimum adalah :

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

3. Pengamatan dengan mata berakomodasi pada jarak x

$$M = \frac{S_n}{f} + \frac{S_n}{x}$$

Jika mata tidak menempel pada lup, maka :

a. untuk mata berakomodasi maksimum

$$M = \frac{S_n}{f} + 1 - \frac{d}{f}$$

b. untuk mata tidak berakomodasi

$$M = \frac{S_n}{f} - \frac{d}{f}$$

### Contoh Soal

Seorang tukang arloji menggunakan lup yang kekuatan lensanya 8 dioptri. Bila mata tukang arloji normal, tentukan perbesaran sudut lup jika:

- a. Mata berakomodasi maksimum
- b. Mata berakomodasi pada jarak 50 cm
- c. Mata tak berakomodasi

Diketahui :  $S_n = 25 \text{ cm}$

$$P = 8 \text{ D, maka } f = \frac{100}{8} = 12,5 \text{ cm}$$

Ditanya : M

Jawab :

- a.  $M = \frac{Sn}{f} + 1 = \frac{25}{12,5} + 1 = 3$  kali
- b.  $M = \frac{Sn}{f} + \frac{Sn}{x} = \frac{25}{12,5} + \frac{25}{50} = 2,5$  kali
- c.  $M = \frac{Sn}{f} = \frac{25}{12,5} = 2$  kali

### C. MIKROSKOP

Mikroskop digunakan untuk melihat benda-benda renik dengan menggunakan cahaya matahari.



Mikroskop terdiri dari dua lensa positif, yaitu lensa obyektif dan lensa okuler. Lensa obyektif terletak dekat benda, sedangkan lensa okuler terletak dekat mata yang berfungsi sebagai lup. Cermin berfungsi membentuk bayangan benda sehingga terlihat oleh pengamat. Diafragma mengatur besar kecilnya cahaya yang masuk ke lensa obyektif setelah dipantulkan oleh cermin yang dibawahnya.

- Jarak fokus lensa obyektif ( $f_{ob}$ ) lebih kecil dari jarak fokus lensa okuler ( $f_{ok}$ )
- Benda terletak di ruang II pada lensa obyektif (antara  $f_{ob}$  dengan R) dan membentuk bayangan nyata, terbalik diperbesar.
- Bayangan yang dibentuk oleh lensa obyektif jatuh di ruang I pada lensa okuler (antara pusat lensa okuler dengan  $f_{ok}$ ) dan terbentuk bayangan akhir oleh lensa okuler yang bersifat maya, tegak, diperbesar.

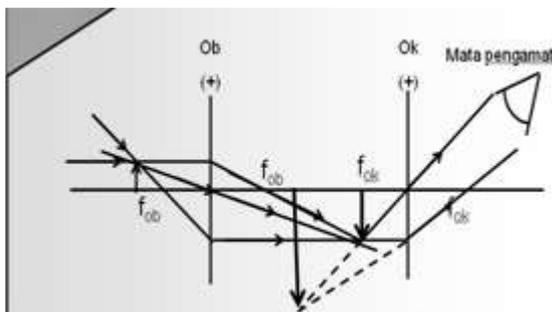
Perbesaran linier total mikroskop adalah :

$$M = M_{ob} \times M_{ok}$$

$$M = \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \times \frac{S'_{ok}}{S_{ok}}$$

Perbesaran sudut dan panjang mikroskop adalah :

- a. untuk mata berakomodasi maksimum

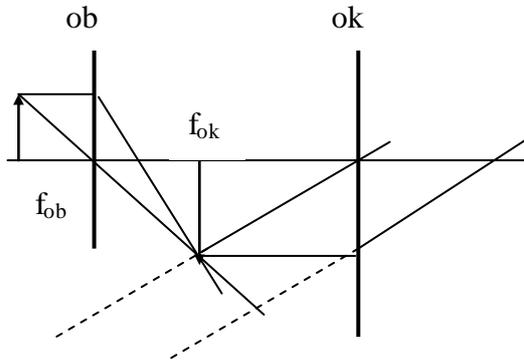


$$S'_{ok} = -Sn = -PP$$

$$M = \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \times \left( \frac{Sn}{f_{ok}} + 1 \right)$$

$$L = S'_{ob} + S_{ok}$$

b. untuk mata tak berakomodasi



$$S'_{ok} = \infty \text{ dan } S_{ok} = f_{ok}$$

$$M = \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \times \frac{Sn}{f_{ok}}$$

$$L = S'_{ob} + f_{ok}$$

**Keterangan :**

- M = perbesaran total mikroskop (kali)
- $M_{ob}$  = perbesaran bayangan oleh lensa obyektif
- $M_{ok}$  = perbesaran bayangan oleh lensa okuler
- $S_{ob}$  = jarak benda dari lensa obyektif (m)
- $S'_{ob}$  = jarak bayangan dari lensa obyektif (m)
- $S_{ok}$  = jarak benda dari lensa okuler (m)
- $S'_{ok}$  = jarak bayangan dari lensa okuler (m)
- $f_{ob}$  = jarak fokus lensa obyektif (m)
- $f_{ok}$  = jarak fokus lensa okuler (m)
- L = panjang tubus mikroskop (m)
- Sn = jarak baca normal (m)
- PP = titik dekat mata (m)

**Contoh Soal**

Sebuah mikroskop digunakan untuk mengamati benda yang diletakkan 1,5 cm di depan lensa obyektif tanpa akomodasi. Jika jarak fokus lensa obyektif dan okuler masing-masing 1 cm dan 2,5 cm, dan mata melihat tanpa akomodasi, tentukan :

- a. panjang mikroskop
- b. Perbesaran total mikroskop

Diketahui :  $S_{ob} = 1,5 \text{ cm}$   
 $F_{ob} = 1 \text{ cm}$   
 $F_{ok} = 2,5 \text{ cm}$

Ditanya : a. L  
b. M

Jawab :

$$a. \frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{1} = \frac{1}{1,5} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$s'_{ob} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{Jadi L} = s'_{ob} + f_{ok} = 3 + 2,5 = 5,5 \text{ cm}$$

$$b. M = \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \times \frac{Sn}{f_{ok}}$$

$$M = \frac{3}{1,5} \times \frac{25}{2,5} = 20 \text{ kali}$$

## Uji Kompetensi 2

1. Seseorang bermata normal melihat benda kecil dengan menggunakan lup berkekuatan 10 dioptri. Lup diletakkan di depan mata pada jarak 4 cm. Bila mata berakomodasi maksimum, hitunglah perbesaran sudutnya !
2. Lup dengan dengan jarak fokus 4 cm digunakan untuk mengamati benda tanpa akomodasi. Tentukan :
  - a. jarak benda dari lup
  - b. perbesaran bayangannya
3. Sebuah lup memiliki jarak fokus 6 cm digunakan untuk melihat benda setinggi 2 mm dengan mata berakomodasi maksimum. Jika mata pengamat normal, hitunglah :
  - a. jarak benda dari lup
  - b. perbesaran bayangan
  - c. tinggi bayangannya
4. Sebuah benda terletak 1 cm didepan lensa obyektif sebuah mikroskop. Jarak titik api lensa obyektif 0,9 cm. Mata melihat bayangan dengan perbesaran okuler 10 kali, tentukan perbesaran mikroskop !
5. Sebuah benda terletak pada jarak 2,2 cm di bawah lensa obyektif mikroskop yang jarak fokus lensa obyektif dan okulernya 2 cm dan 6 cm. Seseorang dengan titik dekat 30 cm mengamati benda dengan mata berakomodasi maksimum. Hitunglah :
  - a. panjang mikroskop
  - b. perbesaran bayangannya
6. Sebuah benda terletak pada jarak 2,5 cm di bawah lensa obyektif yang jarak fokus lensa obyektif dan okulernya 2 cm dan 5cm. Seseorang dengan titik dekat 25 cm mengamati benda dengan mata tak berakomodasi. Hitunglah :
  - a. panjang mikroskop
  - b. perbesaran bayangannya
7. Sebuah benda terletak pada jarak 10,5 mm cm di bawah lensa obyektif yang jarak fokus lensa obyektif dan okulernya 10 mm dan 2,5 cm. Seseorang dengan titik dekat 25 cm mengamati benda dengan mata berakomodasi maksimum. Hitunglah :
  - a. panjang mikroskop
  - b. perbesaran bayangannya
8. Sebuah mikroskop jarak fokus lensa obyektif dan okulernya 12 cm dan 25 cm. Jika panjang tubus mikroskop 300 cm, tentukan perbesaran total mikroskop untuk mata :
  - a. berakomodasi maksimum
  - b. tanpa akomodasi

### C. TEROPONG BINTANG

Alat optik pandang jauh seperti teropong/teleskop berfungsi untuk mengamati benda-benda yang letaknya jauh agar tampak lebih dekat dan jelas. Teropong bintang terdiri dari dua lensa positif (cembung), yaitu lensa obyektif dan lensa okuler.

Jarak fokus lensa obyektif ( $f_{ob}$ ) lebih besar dari jarak fokus lensa okuler ( $f_{ok}$ ).

Perbesaran dan panjang teropong adalah sebagai berikut :

- a. untuk mata berakomodasi maksimum

$$S'_{ok} = -Sn = -PP$$
$$M = \frac{f_{ob}}{S_{ok}} = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \cdot \left( \frac{Sn + f_{ok}}{Sn} \right)$$
$$L = f_{ob} + S_{ok}$$

- b. untuk mata tak berakomodasi

$$S'_{ok} = \infty$$
$$S_{ok} = f_{ok}$$
$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$
$$L = f_{ob} + f_{ok}$$

### D. TEROPONG BUMI

Teropong Bumi (Yojana) digunakan untuk mengamati obyek di bumi yang letaknya relatif jauh. Teropong bumi terdiri dari 3 lensa positif yaitu lensa obyektif, lensa pembalik dan lensa okuler. Lensa pembalik berfungsi untuk membalikkan bayangan obyektif sehingga bayangan akhir tegak.

Perbesaran bayangan dan panjang teropong bumi adalah :

- a. untuk mata berakomodasi maksimum

$$S'_{ok} = -Sn = -PP$$
$$M = \frac{f_{ob}}{S_{ok}} = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \cdot \left( \frac{Sn + f_{ok}}{Sn} \right)$$
$$L = f_{ob} + 4f_p + S_{ok}$$

- b. untuk mata tak berakomodasi

$$S'_{ok} = \infty$$
$$S_{ok} = f_{ok}$$
$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$
$$L = f_{ob} + f_p + f_{ok}$$

## E. TEROPONG PANGGUNG

Teropong panggung (Galilei) fungsinya sama dengan teropong bumi. Teropong panggung terdiri dari lensa obyektif (berupa lensa positif) dan lensa okuler (berupa lensa negatif). Lensa negatif berfungsi sebagai pembalik dan sebagai lensa okuler, sehingga bayangan akhir tegak diperbesar.

Perbesaran dan panjang teropong adalah sebagai berikut :

- a. untuk mata berakomodasi maksimum

$$S'_{ok} = -Sn = -PP$$
$$M = \frac{f_{ob}}{S_{ok}} = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \cdot \left( \frac{Sn + f_{ok}}{Sn} \right)$$
$$L = f_{ob} + S_{ok}$$

- b. untuk mata tak berakomodasi

$$S'_{ok} = \infty$$
$$S_{ok} = f_{ok}$$
$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$
$$L = f_{ob} + f_{ok}$$

## Contoh Soal

Sebuah teropong bintang panjangnya 14 cm memberikan perbesaran 6 kali. Jika mata pengamat tidak berakomodasi, tentukan jarak fokus lensa obyektif dan okulernya !

Diketahui :  $L = 14$  cm

$M = 6$  kali

Ditanya :  $f_{ob}$  dan  $f_{ok}$  ?

Jawab :

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

$$f_{ob} = 6 \cdot f_{ok}$$

Jadi :

$$L = f_{ob} + f_{ok}$$

$$14 = 6 \cdot f_{ok} + f_{ok}$$

$$14 = 7 \cdot f_{ok}$$

$$f_{ok} = 2 \text{ cm}$$

$$f_{ob} = 12 \text{ cm}$$



## Tugas Anda ! Kompetensi 3

Lukiskan jalannya sinar pada proses pembentukan bayangan pada teropong bintang, panggung dan teropong bumi !

### Uji Kompetensi 3

1. Jarak titik api obyektif dan okuler dari teropong bintang adalah 150 cm dan 30 cm. Jika teropong digunakan oleh pengamat bermata normal tanpa akomodasi, tentukan:
  - a. panjang teropong
  - b. perbesaran bayangannya
  - c. agar mata dapat melihat jelas dengan akomodasi pada jarak 25 cm, berapa cm lensa okuler harus digeser ?
2. Sebuah teropong bintang perbesarannya 10 kali dan jarak fokus obyektifnya 50 cm di arahkan ke matahari dan memberikan bayangan di tempat yang jauh sekali. Tentukan berapa cm lensa okuler harus digeser agar dibentuk bayangan yang tajam pada jarak 31 cm dibelakang okuler.
3. Perbesaran bayangan dengan mata tak berakomodasi yang dihasilkan oleh teropong bintang adalah 54 kali. Jika panjang teropong 110 cm, tentukan jarak fokus lensa obyektif dan okulernya!
4. Jarak antara lensa obyektif dan lensa okuler sebuah teleskop 150 cm. Jika jarak fokus lensa obyektif teleskop 148 cm, tentukan perbesaran bayangannya jika :
  - a. mata berakomodasi maksimum
  - b. mata tak berakomodasi
5. Sebuah teropong bumi digunakan untuk mengamati benda di tak terhingga. Jarak titik api lensa obyektif, lensa pembalik dan okulernya adalah 50 cm, 4 cm dan 5 cm. Jika mata tak berakomodasi, tentukan :
  - a. panjang teropong
  - b. perbesaran bayangannya
6. Sebuah teropong panggung panjangnya 40 cm dan jarak titik api lensa okulernya 4 cm. Hitunglah perbesaran bayangan untuk mata tak berakomodasi !
7. Perbesaran normal teropong Galilei yang jarak fokus okulernya 3 cm adalah 18 kali. Tentukan panjang teropong tersebut !

### EVALUASI

#### SOAL PILIHAN GANDA

1. Seseorang yang cacat mata miopi dapat ditolong dengan menggunakan kacamata ...
  - a. divergen
  - b. konvergen
  - c. positif
  - d. planparalel
  - e. plankonveks
2. Cacat mata hipermetropi tidak dapat melihat pada jarak normal, karena bayangan benda yang terbentuk ...
  - a. di belakang retina
  - b. di depan retina
  - c. pada retina
  - d. pada bintik buta
  - e. pada kornea
3. Pada mata hipermetropi, pernyataan yang benar adalah ...
  - a. PR di tak hingga, PP = 25 cm
  - b. PR di tak hingga, PP > 25 cm
  - c. PR di tak hingga, PP < 25 cm
  - d. PR > 25 cm, PP di tak hingga
  - e. PR < 25 cm, PP di tak hingga
4. Seorang siswa menggunakan kacamata +1 D, berarti tanpa memakai kacamata siswa tersebut memiliki titik dekat mata .....cm
  - a. 33,3
  - b. 40,0
  - c. 60,0
  - d. 75,0
  - e. 150

5. Titik dekat mata seseorang terletak pada jarak 120 cm di depan mata. Untuk melihat dengan jelas suatu benda yang terletak 30 cm di depan matanya, maka orang tersebut harus menggunakan kacamata yang kuat lensanya sebesar ... Dioptri
  - a. 5
  - b. 2,5
  - c. 1
  - d. 0,5
  - e. 0,25
6. Seseorang hanya dapat melihat benda terjauh dengan jelas pada jarak 125 cm dari matanya. Agar seperti mata normal, kekuatan lensa kaca mata yang harus dipakai adalah ...D
  - a. +1
  - b. -1
  - c. +0,8
  - d. -0,8
  - e. -0,5
7. Titik jauh seseorang adalah 1 m di depan matanya. Untuk mampu melihat benda di tak terhingga dengan jelas perlu memakai kacamata yang jarak fokusnya ... cm
  - a. Tak terhingga
  - b. +100
  - c. -100
  - d. +3,3
  - e. -3,3
8. Seseorang tidak mampu melihat benda dengan jelas benda yang terletak lebih dari 50 cm dari matanya. Kuat lensa kacamata agar seperti mata normal adalah ...D
  - a. -4
  - b. -2
  - c. +3
  - d. +5
  - e. +2
9. Bila kita menggunakan lup dengan mata tidak berakomodasi, maka benda harus diletakkan di ...
  - a. titik api lup
  - b. titik pusat lup
  - c. antara f dengan R
  - d. antara lensa dengan f
  - e. antara R dengan tak hingga
10. Sebuah obyek untuk mikroskop harus selalu diletakkan pada ruang ...
  - a. I lensa obyektif
  - b. II lensa obyektif
  - c. III lensa obyektif
  - d. titik api lensa obyektif
  - e. titik pusat lensa obyektif
11. Dalam sebuah mikroskop, bayangan yang dibentuk oleh lensa obyektif adalah ...
  - a. nyata, tegak, diperbesar
  - b. nyata, terbalik diperbesar
  - c. nyata, terbalik diperkecil
  - d. maya, tegak, diperbesar
  - e. maya, tegak, diperkecil
12. Mikroskop dengan jarak fokus lensa obyektif dan okuler 1 cm dan 2,5 cm memiliki panjang tabus 13,5 cm digunakan untuk mengamati benda dengan mata normal tanpa akomodasi. Jarak preparat dengan lensa obyektif adalah ... cm
  - a. 0,9
  - b. 1,0
  - c. 1,09
  - d. 1,1
  - e. 1,3

13. Sebuah mikroskop dengan jarak fokus lensa obyektif dan okuler 0,8 cm dan 2,5 cm membentuk bayangan nyata pada jarak 16 cm dari lensa obyektif. Jika mata normal berakomodasi maksimum, perbesaran total mikroskop adalah .... kali
  - a. 11
  - b. 15
  - c. 19
  - d. 40
  - e. 190
14. Dua lensa dengan jarak titik api 1 cm dan 5 cm disusun membentuk mikroskop majemuk. Jika sebuah benda diletakkan 1,1 cm di depan lensa pertama dan bayangan akhir diamati pada jarak 25 cm dari lensa kedua, maka jarak kedua lensa adalah .... cm
  - a. 0,25
  - b. 1,1
  - c. 6,0
  - d. 15,2
  - e. 17,3
15. Sebuah mikroskop mempunyai panjang tabung 21,4 cm. Jarak fokus lensa obyektif dan okuler 4 mm dan 5 cm. Untuk mendapatkan bayangan yang jelas dengan mata tak berakomodasi, maka jarak benda dengan lensa obyektif adalah ... mm
  - a. 4,0
  - b. 4,1
  - c. 4,2
  - d. 4,4
  - e. 4,6
16. Sebuah teropong bintang, memiliki jarak fokus lensa obyektif dan okuler 50 cm dan 5 cm. Perbesaran bayangan untuk mata tak berakomodasi adalah ... kali
  - a. 250
  - b. 150
  - c. 50
  - d. 25
  - e. 10
17. Sebuah teropong Galileo memiliki jarak fokus lensa obyektif dan okuler 30 cm dan 5 cm. Panjang teropong tersebut adalah .... cm
  - a. 35
  - b. 30
  - c. 25
  - d. 20
  - e. 15
18. Sebuah teropong panggung memiliki jarak fokus lensa obyektif dan okuler 50 cm dan 5 cm. Perbesaran bayangan untuk mata berakomodasi maksimum adalah ... kali
  - a. 10
  - b. 12
  - c. 15
  - d. 20
  - e. 25
19. Sebuah teropong astronomi dalam keadaan normal memiliki jarak fokus lensa 5 cm dan perbesaran bayangan 25 kali. Panjang teropong tersebut adalah ... cm
  - a. 50
  - b. 125
  - c. 130
  - d. 230
  - e. 250
20. Sebuah teropong bintang memiliki jarak fokus lensa obyektif 100 cm digunakan untuk mengamati bulan. Agar dapat difokuskan pada obyek 50 cm, maka lensa okulernya harus ditarik keluar sepanjang ...cm
  - a. 2
  - b. 4
  - c. 6
  - d. 8
  - e. 10

**SOAL URAIAN**

1. Sebuah teropong Galilei memiliki jarak fokus lensa okuler 5 cm dan panjangnya 20 cm digunakan untuk mengamati benda langit dengan mata berakomodasi maksimum. Tentukan :
  - a. jarak fokus lensa obyektif
  - b. perbesaran bayangannya
2. Sebuah mikroskop memiliki jarak fokus lensa obyektif dan okuler 0,8 cm dan 8 cm digunakan untuk mengamati preparat yang panjangnya 0,05 cm dan terletak 1 cm dari lensa obyektif. Jika panjang mikroskop 12 cm, tentukan :
  - a. jarak bayangannya
  - b. perbesarannya
  - c. tinggi bayangannya
3. Seorang kakek menggunakan kacamata berlensa rangkap dengan kuat lensa +2 D dan -0,5 D. Tentukan batas-batas penglihatan kakek jika kacamatanya dilepas!
4. Sebuah lup yang titik apinya 5 cm digunakan untuk mengamati sebuah benda pada jarak 25 cm. Tentukan :
  - a. jarak bayangan
  - b. perbesaran bayangannya