



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,  
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS  
2020



Modul Pembelajaran SMA

# FISIKA



KELAS  
**XI**



## **ALAT OPTIK**

### **FISIKA XI**

**PENYUSUN**  
**Bagus Bintang Sukarno, M.Pd.**  
**SMAN 3 Prabumulih**

## DAFTAR ISI

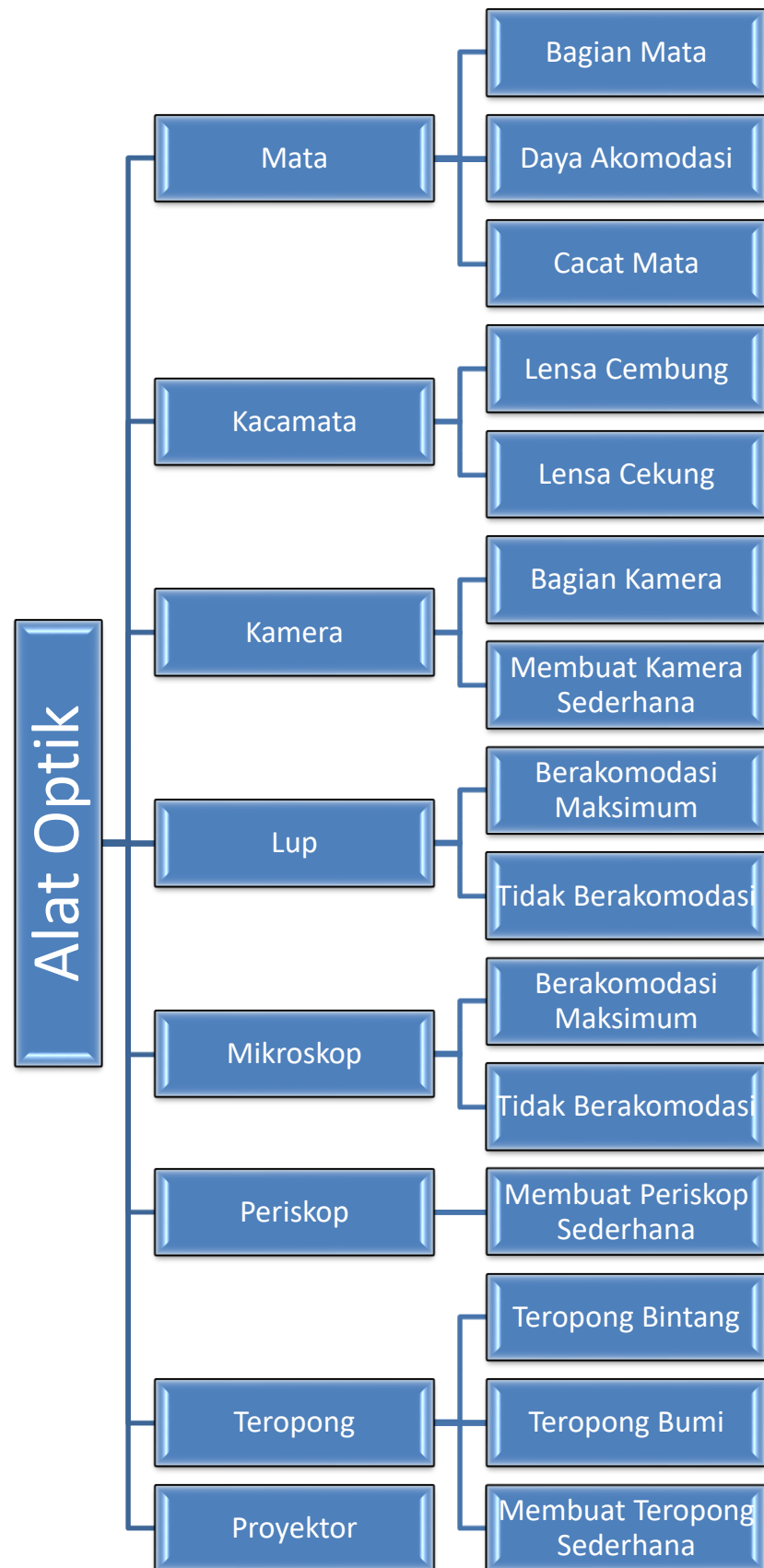
|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| PENYUSUN .....                     | 2  |
| DAFTAR ISI .....                   | 3  |
| GLOSARIUM .....                    | 5  |
| PETA KONSEP .....                  | 6  |
| PENDAHULUAN .....                  | 7  |
| A. Identitas Modul .....           | 7  |
| B. Kompetensi Dasar .....          | 7  |
| C. Deskripsi Singkat Materi .....  | 7  |
| D. Petunjuk Penggunaan Modul ..... | 7  |
| E. Materi Pembelajaran .....       | 8  |
| KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 .....      | 9  |
| MATA, KACAMATA DAN KAMERA .....    | 9  |
| A. Tujuan Pembelajaran .....       | 9  |
| B. Uraian Materi .....             | 9  |
| C. Rangkuman .....                 | 16 |
| D. Penugasan Mandiri .....         | 17 |
| E. Latihan Soal .....              | 18 |
| F. Penilaian Diri .....            | 21 |
| KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 .....      | 22 |
| LUP, MIKROSKOP DAN PERISKOP .....  | 22 |
| A. Tujuan Pembelajaran .....       | 22 |
| B. Uraian Materi .....             | 22 |
| C. Rangkuman .....                 | 28 |
| D. Penugasan Mandiri .....         | 28 |
| E. Latihan Soal .....              | 29 |
| F. Penilaian Diri .....            | 32 |
| KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 .....      | 33 |
| TEROPONG DAN PROYEKTOR .....       | 33 |
| A. Tujuan Pembelajaran .....       | 33 |
| B. Uraian Materi .....             | 33 |
| C. Rangkuman .....                 | 37 |
| D. Penugasan Mandiri .....         | 38 |
| E. Latihan Soal .....              | 39 |
| F. Penilaian Diri .....            | 41 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| EVALUASI .....              | 42 |
| KUNCI JAWABAN EVALUASI..... | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA .....        | 45 |

## GLOSARIUM

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alat Optik</b>   | : alat yang berupa benda bening yang digunakan untuk menghasilkan bayangan melalui pemantulan atau pembiasan cahaya.                                                                                                                                                                               |
| <b>Astigmatisma</b> | : cacat mata yang disebabkan karena kornea mata tidak berbentuk sferis (iris bola), melainkan melengkung pada satu bidang dari bidang yang lain (berbentuk silinder).                                                                                                                              |
| <b>Hipermetropi</b> | : cacat mata yang tidak dapat melihat jelas benda dekat, disebut juga mata perpenglihatan jauh (terang jauh/mata jauh).                                                                                                                                                                            |
| <b>Kamera</b>       | : alat optik yang memiliki mekanisme mirip dengan mekanisme kerja mata.                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Lup</b>          | : alat optik yang terdiri dari sebuah lensa cembung (lensa positif) yang berfungsi untuk dapat memperbesar benda-benda kecil yang masih dapat dilihat dengan mata telanjang.                                                                                                                       |
| <b>Mata</b>         | : alat optik yang digunakan untuk melihat yang dimiliki oleh manusia dan hewan                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Miopi</b>        | : cacat mata yang tidak dapat melihat benda-benda jauh dengan jelas, disebut juga mata perpenglihatan dekat (terang dekat/mata dekat).                                                                                                                                                             |
| <b>Mikroskop</b>    | : alat optik yang terdiri atas dua lensa cembung (lensa positif), yakni sebagai lensa objektif dan lensa okuler yang berfungsi untuk melihat benda-benda renik yang tak dapat dilihat langsung dengan mata telanjang, seperti bakteri, mikroba, virus, serta sel-sel tumbuhan, hewan, dan manusia. |
| <b>Periskop</b>     | : alat optik untuk mengamati suatu objek dari posisi tersembunyi                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Presbiopi</b>    | : cacat mata yang timbul akibat daya akomodasi mata berkurang                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Proyektor</b>    | : alat optik yang digunakan untuk menampilkan gambar di sebuah layar proyeksi atau permukaan serupa                                                                                                                                                                                                |
| <b>Teropong</b>     | : alat optik yang berfungsi untuk melihat benda-benda yang sangat jauh sehingga tampak lebih dekat dan jelas.                                                                                                                                                                                      |
| <b>Titik Dekat</b>  | : jarak terdekat yang masih dapat dilihat jelas oleh mata dengan berakomodasi maksimum. Untuk mata normal (emetrop), nilai titik dekat mata/ PP = 25 cm.                                                                                                                                           |
| <b>Titik Jauh</b>   | : jarak terjauh yang dapat dilihat jelas oleh mata tanpa berakomodasi. Untuk mata normal (emetrop), nilai titik jauh mata/PR = $\infty$ (tak terhingga).                                                                                                                                           |

## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

|                |                                    |
|----------------|------------------------------------|
| Mata Pelajaran | : Fisika                           |
| Kelas          | : XI                               |
| Alokasi Waktu  | : 12 jam pelajaran (3 x pertemuan) |
| Judul Modul    | : Alat Optik                       |

### B. Kompetensi Dasar

- 3.11 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa
- 4.11 Membuat karya yang menerapkan prinsip pemantulan dan / atau pembiasan pada cermin dan lensa

### C. Deskripsi Singkat Materi

Pada materi sebelumnya Anda telah mempelajari tentang cahaya. Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik. Ilmu fisika yang mempelajari tentang cahaya disebut Optika yang terbagi menjadi dua yaitu optik fisis dan optik geometri.

Optik fisis mempelajari tentang polarisasi, interferensi dan difraksi cahaya, sedangkan optik geometri mempelajari tentang pemantulan dan pembiasan. Pada pembelajaran IPA tingkat SMP Anda telah mempelajari konsep dasar pemantulan cahaya pada cermin dan pembiasan cahaya pada lensa. Anda juga telah mempelajari cara melukis bayangan pada cermin dan lensa serta perhitungan letak bayangan dengan menggunakan rumus.

Untuk dapat mempelajari modul alat optik, Anda harus menguasai lebih dahulu berbagai konsep terkait tentang pemantulan, pembiasan, lensa dan cermin. Penerapan cermin dan lensa dalam kehidupan sehari-hari adalah pada peralatan optik. Alat optik terdiri dari dua macam yaitu alat optik alamiah dan alat optik buatan. Alat optik alamiah tentu saja adalah mata, sedangkan alat optik buatan adalah alat-alat optik yang dibuat oleh manusia seperti kaca mata, kamera, kaca pembesar/lup, mikroskop, periskop, teropong dan proyektor.

Pada Modul ini akan membahas cara kerja alat-alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya sampai ke pembahasan kuantitatif. Semoga modul ini bermanfaat, Anda dapat mengerti dan memahami isi modul serta menerapkannya.

### D. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Pelajari daftar isi serta skema peta konsep dengan cermat dan teliti.
2. Pahami setiap materi dengan membaca secara teliti dan perhatikan seksama. Apabila terdapat contoh soal, maka cobalah kerjakan kembali contoh tersebut tanpa melihat modul sebagai sarana berlatih.
3. Perhatikan perintah dan langkah-langkah dalam melakukan percobaan dengan cermat untuk mempermudah dalam memahami konsep, sehingga diperoleh hasil yang maksimal.

4. Bila terdapat penugasan dan latihan soal, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan jika perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru.
5. Catatlah kesulitan yang Anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lain yang berhubungan dengan materi modul agar Anda mendapatkan pengetahuan tambahan.
6. Diakhir materi terdapat evaluasi, maka kerjakan evaluasi tersebut sebagaimana yang diperintahkan sebagai tolak ukur ketercapaian kompetensi dalam mempelajari materi pada modul ini.

## **E. Materi Pembelajaran**

Modul ini terbagi menjadi **3** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

**Pertama** : Mata, Kacamata dan Kamera

**Kedua** : Lup, Mikroskop dan Periskop

**Ketiga** : Teropong dan Proyektor

# KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

## MATA, KACAMATA DAN KAMERA

### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan Anda dapat menganalisis cara kerja pembentukan bayangan pada mata, kacamata dan kamera serta menerapkan prinsip kerja alat optik melalui praktik membuat kamera sederhana.

### B. Uraian Materi

#### Alat Optik

Alat optik adalah alat-alat yang menggunakan lensa dan/atau cermin untuk memanfaatkan sifat-sifat cahaya yaitu dapat dipantulkan dan dapat dibiaskan, cahaya tersebut digunakan untuk melihat. Selain dari mata kita, alat-alat optik digunakan bersamaan dengan mata kita, bisa juga untuk membantu kita melihat ataupun membutuhkan mata kita untuk menggunakannya.

#### Macam-macam Alat Optik

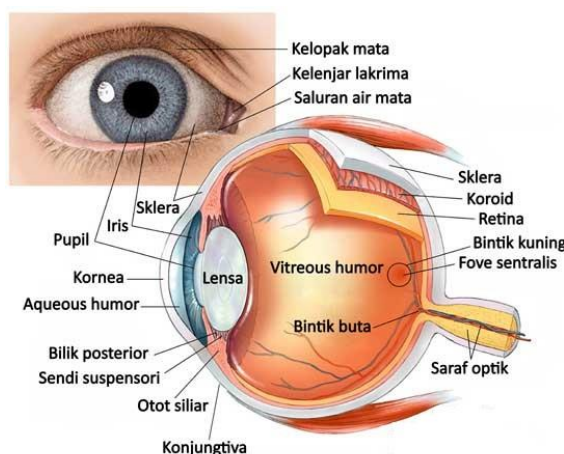
Alat optik terdiri dari dua macam: alat optik alamiah dan alat optik buatan.

Alat optik alamiah tentu saja adalah mata kita, sedangkan alat optik buatan adalah alat-alat optik yang dibuat oleh manusia seperti kaca mata, kamera, lup/kaca pembesar, mikroskop, periskop, teropong, proyektor dan masih banyak lagi.

#### 1. MATA

Mata merupakan salah satu organ tubuh yang sangat penting dan merupakan suatu karunia Allah SWT yang amat luar biasa dengan mata kita bisa melihat. Mata berfungsi dengan cara menerima, memfokuskan, dan mentransmisikan cahaya melalui lensa mata yang menghasilkan bayangan objek yang kemudian ditangkap oleh retina mata. Bayangan objek yang ditangkap retina tersebut kemudian dikirimkan ke otak melalui saraf optik untuk kemudian diolah menjadi gambar yang mampu kita lihat secara nyata. Mata hampir berbentuk bulat dengan diameter sekitar 2,5 cm dan dibungkus cangkang (sclera) berwarna putih yang keras sebagai pelindung.

Perhatikan struktur anatomi mata di bawah ini untuk lebih jelasnya.



Gambar Penampang sebuah mata

Sumber: fisikabc.com

Secara umum fungsi bagian-bagian mata dibagi menjadi dua yakni bagian luar mata (kelopak mata, bulu mata, alis mata dan kelenjar air mata) dan bagian dalam mata. Sudah tahukah Anda bagian dalam mata? Baiklah perhatikan penjelasan bagian dalam mata beserta fungsinya, berikut ini:

### **Bagian Dalam Mata**

1) Kornea

Kornea adalah bagian mata yang terletak di lapisan paling luar. Bagian kornea berupa selaput bening dan bersifat transparan, sehingga memungkinkan cahaya dapat masuk dalam sel-sel penerima cahaya di dalam bola mata. Fungsi kornea adalah untuk melindungi mata dari benda-benda asing dan melakukan refraksi di lensa mata.

2) Iris

Iris adalah bagian mata yang berfungsi untuk mengatur besar kecilnya pupil. Iris juga berfungsi memberi warna pada mata. Ada banyak ras dengan warna berbeda seperti mata yang berwarna biru, hijau atau cokelat, semuanya bisa terjadi karena fungsi iris. Hal ini yang membuat iris dikenal sebagai selaput pelangi.

3) Pupil

Pupil merupakan bagian mata berupa lubang kecil. Fungsi pupil adalah mengatur jumlah cahaya yang masuk ke bola mata. Besar kecilnya pupil diatur oleh iris. Pupil akan mengecil jika cahaya yang masuk terlalu terang, sementara pupil akan membesar jika cahaya yang datang terlalu redup.

4) Retina

Retina atau selaput jala merupakan bagian mata berupa lapisan tipis sel yang ada di bagian belakang bola mata. Fungsi retina adalah untuk menangkap bayangan yang dibentuk lensa mata untuk kemudian diubah menjadi sinyal syaraf. Retina memiliki dua sel fotoreseptor yaitu rods dan cones sehingga termasuk sebagai bagian mata yang sangat sensitif terhadap cahaya.

5) Lensa

Fungsi lensa mata adalah untuk membentuk sebuah gambar. Gambar yang dibentuk lensa mata kemudian diteruskan dan diterima retina. Lensa dapat menipis atau menebal sesuai dengan jarak mata dengan benda yang dilihatnya. Jika jarak benda terlalu dekat, maka lensa akan menipis, sementara jika jarak terlalu jauh, maka lensa mata akan menebal.

6) Koroid

Koroid adalah bagian mata berupa dinding mata. Fungsi koroid adalah untuk menyuplai oksigen dan nutrisi untuk bagian-bagian mata yang lain, khususnya retina. Biasanya koroid memiliki warna cokelat kehitaman atau hitam, tujuannya agar cahaya tidak dipantulkan kembali.

7) Aqueos humor

Bagian mata aqueos humor merupakan cairan yang menyerupai plasma berlendir transparan yang memiliki konsentrasi protein yang rendah. Aqueous humor diproduksi oleh silia tubuh. Fungsi aqueos humor adalah sebagai struktur pendukung lensa.

8) Vitreous humor

Berikutnya adalah bagian vitreous humor. Bagian mata ini juga dikenal sebagai badan vitreous. Bentuk vitreous humor adalah berupa semacam gel. Fungsi vitreous humor adalah berfungsi untuk mengisi ruang antara retina dan lensa.

9) Saraf optik

Saraf optik atau saraf mata menjadi bagian mata yang cukup penting. Fungsi saraf optik adalah untuk meneruskan informasi bayangan benda yang diterima retina menuju ke otak. Saraf ini penting agar kita dapat menentukan bagaimana bentuk suatu benda yang kita lihat. Jika syaraf optik ini rusak dapat mengakibatkan kebutaan mata.

## 10) Bintik kuning

Salah satu bagian mata yang paling sensitif terhadap cahaya adalah bintik kuning ini. Jika bayangan benda jatuh pada bintik kuning, maka benda akan terlihat jelas. Sebaliknya, jika bayangan benda jatuh sebelum atau sesudah bagian ini, maka benda tersebut akan terlihat kabur atau tidak begitu jelas.

## 11) Bintik buta

Bintik buta atau juga disebut sebagai blind spot adalah bagian mata yang tidak sensitif terhadap cahaya. Hal ini berbanding terbalik dengan bagian bintik kuning. Jika bayangan benda jatuh pada bintik buta, maka benda tidak dapat terlihat jelas oleh mata.

## 12) Otot mata

Salah satu bagian mata adalah otot mata. Fungsi otot mata adalah membantu cara kerjanya lensa mata dalam membuat lensa mencembung atau memipih atau yang dikenal sebagai daya akomodasi mata. Otot mata menyangga lensa mata dan bentuknya mirip kristal.

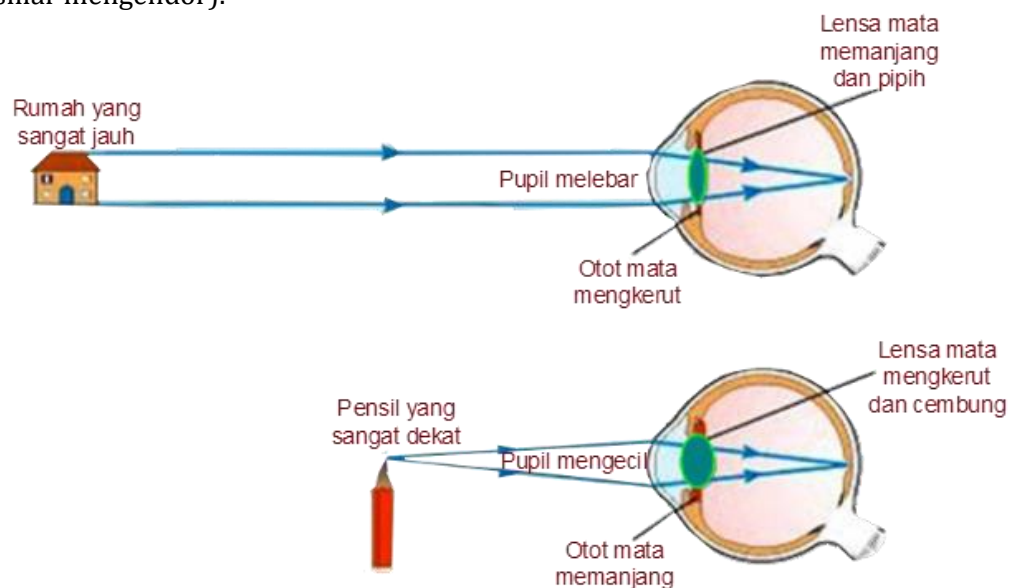
## 13) Sklera

Sklera merupakan bagian mata yang berupa dinding putih mata dan disebut sebagai selaput putih. Bagian mata sklera ini memiliki ketebalan rata-rata sekitar 1 milimeter, dan bisa juga menembal sampai 3 milimeter disebabkan karena adanya otot irensi. Fungsi sklera adalah untuk melindungi struktur mata dan membantu mempertahankan bentuk mata.

## a. Akomodasi

Daya Akomodasi mata atau daya suai mata adalah kemampuan otot siliar untuk menebalkan atau memipihkan kecembungan lensa mata yang disesuaikan dengan dekat atau jauhnya jarak benda yang dilihat mata. Sehingga dalam melihat benda-benda pada jarak tertentu perlu mengubah kelengkungan lensa mata. Untuk mengubah kelengkungan lensa mata, yang berarti mengubah jarak titik fokus lensa merupakan tugas otot siliar.

Hal ini dimaksudkan agar bayangan yang dibentuk oleh lensa mata selalu jatuh di retina. Pada saat mata melihat dekat lensa mata harus lebih cembung (otot-otot siliar menegang) dan pada saat melihat jauh lensa harus lebih pipih (otot-otot siliar mengendor).



Sumber: maurizka.com

**Gambar Penampang mata saat mata tidak berakomodasi dan berakomodasi**

Kemampuan manusia untuk melakukan akomodasi mata terbatas sehingga memerlukan bantuan lensa untuk memperjelas pandangannya pada objek yang dilihat.

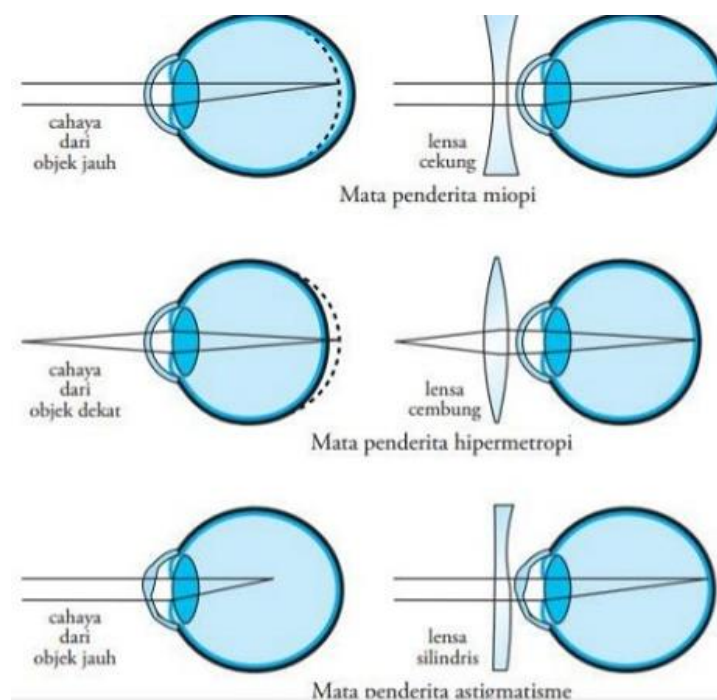
### Batas Daya Akomodasi

Manusia memiliki dua batas daya akomodasi (jangkauan penglihatan) yaitu dekat dan jauh :

- 1) Titik dekat mata (*punctum proximum*) adalah jarak benda terdekat di depan mata yang masih dapat dilihat dengan jelas. Untuk mata normal (*emetropi*) titik dekatnya berjarak 10cm s/d 20cm (untuk anak-anak) dan berjarak 20cm s/d 30cm (untuk dewasa). Titik dekat disebut juga jarak baca normal ( $S_n = 25$  cm). Ketika mata melihat pada titik dekat, mata dalam keadaan akomodasi maksimum.
- 2) Titik jauh mata (*punctum remotum*) adalah jarak benda terjauh di depan mata yang masih dapat dilihat dengan jelas. Untuk mata normal titik jauhnya adalah "tak terhingga" ( $S_r = \infty$ ). Ketika mata melihat titik jauh tak hingga, mata tak berakomodasi.

### b. Cacat Mata

Macam-macam cacat mata: miopi, hipermetropi, presbiopi, astigmatisme, katarak, dan glukoma. Penderita mata miopi yaitu orang yang berpenglihatan dekat tidak dapat melihat benda-benda yang jaraknya jauh karena bayangan difokuskan di depan retina sehingga diperlukan lensa cekung untuk memperbaiki cacat ini. Penderita mata hipermetropi yaitu orang yang berpenglihatan jauh tidak dapat melihat benda-benda yang jaraknya dekat karena bayangan difokuskan dibelakang retina sehingga diperlukan lensa cembung untuk memperbaiki cacat ini. Sedangkan pada penderita mata astigmatisme yaitu orang yang berpenglihatan ketidaksempurnaan yang umum pada lengkungan permukaan depan mata atau lensa, di dalam mata, melengkung berbeda ke arah yang berbeda sehingga diperlukan lensa silindris untuk memperbaiki cacat ini.



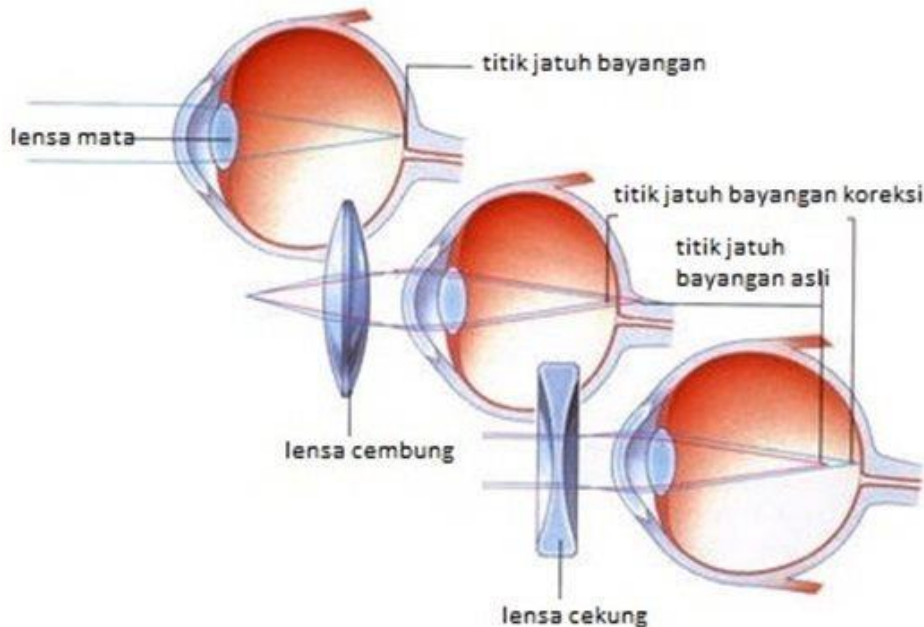
Sumber: obatmatayangbagus.netlify.app

**Gambar Jenis lensa untuk penderita mata**

## 2. Kaca Mata

Kacamata merupakan alat optik yang digunakan untuk membantu melihat pada orang yang memiliki cacat mata, baik itu rabun jauh, rabun dekat, ataupun mata silindris. Kacamata terdiri dari lensa (tergantung jenis cacat matanya), frame atau kerangka yang menyangga lensa.

Kacamata berfungsi dengan cara mengatur bayangan agar jatuh tepat di retina, dengan cara menjauhkan titik jatuh bayangan pada penderita rabun jauh dan mendekatkan titik jatuh bayangan pada penderita rabun dekat.



Sumber: studiobelajar.com

**Gambar Ilustrasi penggunaan lensa pada penderita rabun**

Jauh dekatnya bayangan terhadap lensa (kacamata) yang digunakan tergantung pada letak objek, jarak fokus lensa, dan kekuatan atau daya lensa.

Kekuatan atau daya lensa dirumuskan dengan:

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

di mana:

P = kekuatan atau daya lensa (dioptri)

f = jarak fokus lensa (meter)

Untuk mencari jarak fokus lensa, kita bisa mendapatkannya dengan menggunakan rumus:

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

dimana,

s = jarak benda ke lensa (meter)

s' = jarak bayangan ke lensa (meter)

Oleh karena itulah saat kita memeriksa matanya ke dokter mata, maka kita disuruh membaca rangkaian huruf-huruf di depan kita dengan jarak yang sudah ditentukan sehingga dokter dapat menentukan jarak fokus lensa untuk mengetahui besarnya daya lensa yang dibutuhkan.

*Contoh soal:*

Seorang yang tidak dapat melihat jarak jauh dan juga tidak bisa melihat jarak dekat dinamakan cacat mata presbiopi. Jika titik dekat 50 cm dan titik jauh 2 m. Bagaimana kacamata yang harus dipakainya agar dapat melihat normal?

*Jawab:*

- Agar dapat melihat normal maka harus dapat melihat jelas pada jarak 25 cm dan tak hingga. Untuk melihat dekat butuh kacamata positif sedangkan melihat jauh butuh kacamata negatif.
- Pada perhitungan kekuatan lensa untuk penderita Presbiopi, diselesaikan satu persatu lakukan perhitungan seperti pada penderita hipermetropi lalu dilanjutkan seperti pada perhitungan penderita miopi, kemudian hasilnya dilaporkan secara bersama.
- Melihat dekat (kacamata bagian bawah)  
 $s = 25 \text{ cm}$  dan  $s' = -50$  (tanda negatif menunjukkan bayangan sepihak dengan benda)

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{1}{-50}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{50} - \frac{1}{50}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{50}$$

$$f = \frac{50}{1} \text{ cm} = 50 \text{ cm}$$

Dan besar ukuran kacamatanya:

$$P = \frac{100}{f}$$

$$P = \frac{100}{50}$$

$$P = 2 \text{ dioptri}$$

Kekuatan lensa bertanda positif maka lensa yang digunakan adalah lensa positif atau lensa cembung atau lensa konvergen.

- Melihat jauh (kacamata bagian atas)  
 $s = \infty \text{ cm}$  dan  $s' = -2 \text{ m}$  (tanda negatif menunjukkan bayangan sepihak dengan benda)

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

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

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

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

$$f = -2 \text{ m}$$

Dan besar ukuran kacamatanya:

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

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

$$P = -\frac{1}{2} \text{ dioptri}$$

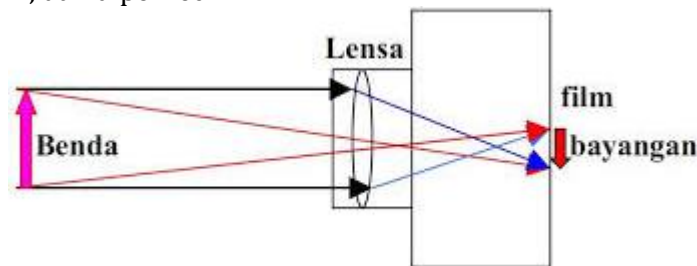
Kekuatan lensa bertanda positif maka lensa yang digunakan adalah lensa positif atau lensa cembung atau lensa divergen.

- Jadi kacamata yang dipakai jenis **kacamata bifokal (rangkap)** bagian bawah lensa cembung 2 D dan bagian atas lensa cekung  $\frac{1}{2}$  D.

### 3. KAMERA

Kamera merupakan alat untuk menghasilkan foto. Ada dua jenis kamera yang umum dikenal, yaitu kamera digital dan kamera analog. Saat ini yang akan dibahas adalah kamera analog. Cara kerja kamera hampir sama dengan cara kerja mata, yakni cahaya masuk difokuskan oleh lensa dan kemudian ditangkap oleh retina yang merupakan film pada kamera. Rumus untuk mencari titik fokus pada lensa kamera sama seperti yang kita gunakan pada lensa (kacamata) diatas.

Kamera terdiri atas sebuah lensa cembung, diafragma, dan film. Lensa pada kamera dapat diubah-ubah letaknya sedemikian agar bayangan yang dibentuk lensa selalu terletak tepat pada film. Sifat bayangan yang dibentuk kamera adalah nyata, terbalik, dan diperkecil.



Sumber: berpendidikan.com

**Gambar pembentukan bayangan pada kamera analog**

Bagian-bagian kamera seperti bagian-bagian mata:

- lensa kamera seperti lensa pada mata (memfokuskan bayangan)
- diafragma dan shutter (pembuka/penutup lensa) seperti iris dan pupil (mengatur banyak sedikitnya sinar yang masuk)
- film seperti retina (tempat terbentuknya bayangan)
- Gerakan maju mundurnya lensa seperti akomodasi (untuk memfokuskan bayangan agar jatuh di retina).

*Contoh soal:*

Sebuah kamera 35 mm dengan lensa yang dapat diubah-ubah digunakan untuk mengambil suatu gambar burung rajawali yang terbang pada jarak 30 m dan mempunyai sayap selebar 1,2 m. Berapa fokus lensa yang harus digunakan untuk membuat bayangan rajawali sebesar 2,5 cm pada film?

*Jawab:*

- Perbesaran sayap sama dengan perbesaran benda secara keseluruhan. Dari sini kita dapat menghitung jarak bayangan, selanjutnya kita dapat menghitung fokus lensanya:

- Menentukan jarak bayangan dengan menggunakan rumus perbesaran bayangan

$$M = \frac{h'}{h} = \frac{s'}{s}$$

$$\frac{2,5 \text{ cm}}{120 \text{ cm}} = \frac{s'}{30 \text{ m}}$$

$$s' = \frac{2,5 \text{ cm}}{120 \text{ cm}} \times 30 \text{ m}$$

$$s' = 0,625 \text{ m}$$

- Menggunakan persamaan umum, untuk menentukan fokus lensa

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{30} + \frac{1}{0,625}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{30} + \frac{48}{30}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{49}{30}$$

$$f = \frac{30}{49}$$

$$f = 0,612 \text{ m}$$

$$f = \mathbf{61,2 \text{ cm}}$$

Jadi fokus lens kamera yaitu 61,2 cm.

### C. Rangkuman

1. Pemfokusan bayangan di retina dengan mengatur jarak fokus lensa oleh otot siliar. Bayangan yang terbentuk di retina bersifat nyata, terbalik dan diperkecil. Intensitas cahaya yang memasuki lensa mata diatur oleh iris.
2. Daya akomodasi mata adalah kemampuan lensa mata untuk mencembung dan memipih.
3. Cacat mata miopi terjadi karena lensa mata tidak dapat memipih sesuai dengan yang diperlukan, sehingga bayangan benda yang sangat jauh jatuh di depan retina. Agar dapat melihat benda jauh, penderita miopi menggunakan kacamata berlensa cekung (divergen). Jarak fokus lensanya  

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$
 dimana  $s = \infty$  dan  $s' = -$  titik jauh miopi
4. Cacat mata hipermetropi terjadi karena lensa mata tidak dapat mencembung sesuai dengan yang diperlukan, sehingga bayangan benda yang dekat jatuh di belakang retina. Agar dapat melihat benda-benda yang dekat, penderita hipermetropi menggunakan kacamata berlensa cembung (konvergen).  

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$
 dimana  $s = 25 \text{ cm}$  dan  $s' = -$  titik dekat hipermetropi
5. Mata tua (presbiopi) adalah cacat mata berupa pengurangan daya akomodasi pada usia lanjut sehingga titik dekat mata menjadi jauh dan titik jauh mata menjadi lebih dekat. Penderita presbiopi dapat menggunakan kacamata berlensa rangkap (bifokal).

6. Cacat mata astigmatis terjadi karena kornea mata tidak berbentuk sferis atau jejari kelengkungannya tidak konstan, sehingga lensa mata memiliki fokus lebih pendek untuk sinar-sinar pada bidang vertikal daripada fokus untuk sinar-sinar pada bidang horizontal. Penderita astigmatisme dapat menggunakan kacamata berlensa silinder.
7. Sifat bayangan yang dibentuk oleh kamera pada film bersifat nyata, terbalik dan diperkecil. Pemfokusan bayangan pada film dilakukan dengan menyesuaikan jarak benda dengan jarak bayangan dengan cara menggeser-geser letak benda. Pada kamera, jarak fokus kamera adalah tetap dan letak film juga tetap.

## D. Penugasan Mandiri

**Topik** : Membuat Kamera Sederhana

**Tujuan** : Menerapkan prinsip kerja alat optik pada kamera

### Alat dan Bahan:

1. Kardus bekas bentuk balok (misalnya kardus sepatu)
2. Lilin
3. Kertas tipis (misalnya kertas roti atau kertas HVS 70 gram)

### Langkah Kerja:

1. Ambil kardus bekas sepatu, kemudian potong salah satu bagian. Tutup bagian yang terpotong dengan kertas tipis.
2. Lubangi pada ujung lainnya sebesar diameter paku.
3. Nyalakan lilin dan tempatkan disebelah lubang. Kemudian amati bayangan lilin dari bagian sisi lainnya.



4. Amatilah bentuk bayangan lilin yang terlihat melalui kertas tipis. Catatlah data pengamatan kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

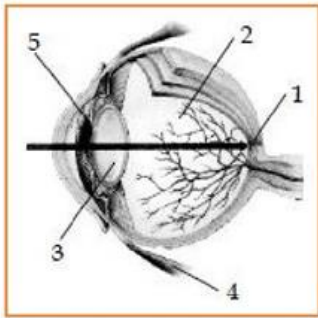
### Pertanyaan:

Setelah Anda berhasil membuat kamera sederhana, jawablah pertanyaan berikut!

1. Apa yang Anda amati pada kertas tipis pada salah satu sisi kotak sepatu?
2. Mengapa bayangan lilin yang terlihat selalu terbalik?
3. Apa yang terjadi jika lubang masuk diperbesar?
4. Bagaimana jalannya sinar dari objek menuju bayangan melalui lubang kecil?
5. Lukislah jalannya sinar pembentukan bayangan!
6. Tuliskan sifat bayangan yang dibentuk kamera!
7. Disebut apa lubang kecil yang dibuat pada kotak, pada prinsipnya sama dengan bagian pada kamera? Dan apa fungsinya?

## E. Latihan Soal

1. Perhatikan penampang mata berikut ini. Tuliskan nama bagian mata yang diberi nomor dan jelaskan fungsinya!



2. Jelaskan mengapa mata perlu berakomodasi!
3. Tuliskan 4 macam penderita mata dan jenis kacamata penolong yang digunakan!
4. Seorang siswa menggunakan kacamata yang mempunyai lensa berkekuatan  $-1$  dioptri, berapa panjang fokus lensa?. ( **$f = -100\text{cm}$** )
5. Seorang rabun dekat, titik paling dekat yang dapat dilihat dengan jelas berjarak  $2/3$  meter. Jika ingin melihat pada jarak baca normal ( $25\text{ cm}$ ), maka harus memakai kacamata dengan jarak fokus? ( **$f = 40\text{ cm}$** )
6. Tuliskan kesamaan bagian-bagian kamera yang setara dengan bagian mata beserta fungsinya!
7. Bayangan dari foto sebuah gedung bertingkat yang tercetak pada film memiliki tinggi  $92\text{ mm}$ . Foto ini dihasilkan oleh sebuah kamera yang memiliki jarak fokus  $52\text{ mm}$ . Jika lensa kamera berada  $100\text{ m}$  dari gedung ketika foto itu diambil, tentukan tinggi gedung! ( **$h = 177\text{ m}$** )

## Pembahasan Latihan Soal

1. Bagian Mata  
 No 1 Retina berfungsi tempat pembentukan bayangan  
 No 2 Syaraf Mata berfungsi penerjemah bayangan ke otak  
 No 3 Lensa berfungsi untuk memfokuskan cahaya ke retina  
 No 4 Otot siliar berfungsi mengubah bentuk lensa di dalam mata  
 No 5 Sklera berfungsi melindungi struktur mata dan membantu mempertahankan bentuk mata
2. Mata perlu berakomodasi karena untuk mengubah kelengkungan lensa mata, hal ini bertujuan meletakkan bayangan di retina. Pada saat mata melihat dekat lensa mata harus lebih cembung (otot-otot siliar menegang) dan pada saat melihat jauh lensa harus lebih pipih (otot-otot siliar mengendor).

3. Penderita cacat mata dan jenis kacamatanya:

| No | Cacat Mata   | Jenis Kacamata          |
|----|--------------|-------------------------|
| 1  | Miopi        | Lensa cekung            |
| 2  | Hipermetropi | Lensa cembung           |
| 3  | Presbiopi    | Lensa rangkap (bifokal) |
| 4  | Astigmatisma | Lensa silindris         |

$$4. P = \frac{1}{f}$$

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

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

$$f = -1 \text{ meter} = -100 \text{ cm}$$

panjang fokus lensa cekung adalah **100 cm**

5.  $s' = 2/3 \text{ m} = 200/3 \text{ cm}$  (beri tanda negatif)  
 $s = 25 \text{ cm}$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{1}{-\frac{200}{3}}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} - \frac{3}{200}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{8}{200} - \frac{3}{200}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5}{200}$$

$$f = \frac{200}{5} = 40 \text{ cm}$$

## 6. Kesamaan kamera dan mata

| Kamera    | Mata   | Fungsi                            |
|-----------|--------|-----------------------------------|
| Lensa     | Lensa  | Membentuk bayangan                |
| Diafragma | Iris   | Mengatur jumlah cahaya yang masuk |
| Apparture | Pupil  | Lubang tempat masuknya cahaya     |
| Film      | Retina | Tempat terbentuk bayangan         |

7. Lensa sebuah kamera adalah lensa cembung. Tinggi bayangan  $h' = -92$  mm (negatif, karena bayangan terbalik). Jarak fokus  $f = 52$  mm, jarak benda  $s = 100$  m = 100000 mm jarak bayangan  $s'$  bisa dihitung dari persamaan lensa tipis:

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

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

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{52} - \frac{1}{100000}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{100000 - 52}{52 \times 100000}$$

$$s = \frac{52 \times 100000}{100000 - 52}$$

$$s = 52 \text{ mm}$$

Tinggi gedung,  $h$  dapat dihitung dari rumus perbesaran:

$$M = \frac{h'}{h} = \frac{-s'}{s}$$

$$h = \frac{h' \cdot s}{-s'}$$

$$h = \frac{(-92 \text{ mm})(100 \text{ m})}{-52 \text{ mm}}$$

$$h = 177 \text{ m}$$

## F. Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom jawaban.

| No     | Pertanyaan                                                                                            | Jawaban |       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
|        |                                                                                                       | Ya      | Tidak |
| 1      | Apakah Anda tahu macam-macam cacat mata dan jenis kacamatanya?                                        |         |       |
| 2      | Apakah Anda bisa menentukan besar kekuatan lensa kaca mata pada penderita cacat mata?                 |         |       |
| 3      | Apakah Anda tahu pembentukan bayangan pada mata dan kamera adalah sama?                               |         |       |
| 4      | Apakah Anda tahu bagian kamera yang fungsinya sama dengan mata?                                       |         |       |
| 5      | Apakah Anda sudah mampu menerapkan prinsip kerja alat optik melalui praktik membuat kamera sederhana? |         |       |
| Jumlah |                                                                                                       |         |       |

**Catatan:**

Bila ada jawaban “Tidak” maka segera lakukan review pembelajaran.

Bila semua jawaban “Ya” maka Anda dapat melanjutkan kegiatan Pembelajaran berikutnya

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### LUP, MIKROSKOP DAN PERISKOP

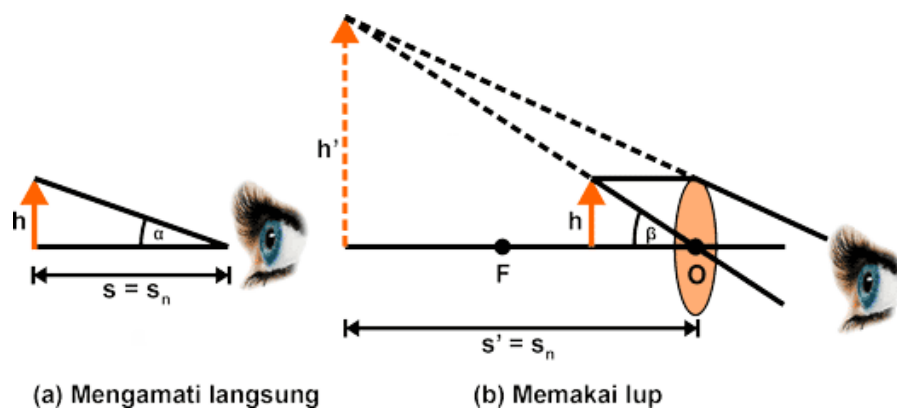
#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan Anda dapat menganalisis cara kerja pembentukan bayangan pada lup, mikroskop dan periskop serta menerapkan prinsip kerja alat optik melalui praktik membuat periskop sederhana.

#### B. Uraian Materi

##### 1. Lup

Lup atau kaca pembesar hanya terdiri dari satu lensa positif dan berfungsi untuk memperbesar ukuran bayangan yang terbentuk di retina. Lup sebenarnya merupakan lensa cembung yang diletakkan antara mata dengan benda yang akan diamati. Lup banyak digunakan oleh tukang arloji untuk melihat komponen-komponen arloji yang berukuran kecil. Ada 2 cara dalam menggunakan lup, yaitu dengan mata berakomodasi dan dengan mata tak berakomodasi. Sekarang coba Anda perhatikan gambar berikut ini.



Sumber: fisikabc.com

**Gambar Pengamatan memakai lup untuk mata berakomodasi**

Pada saat mata belum menggunakan lup, benda tampak jelas bila diletakkan pada titik dekat pengamat ( $s = s_n$ ) sehingga mata melihat benda dengan sudut pandang  $\alpha$ . Pada gambar (b), seorang pengamat menggunakan lup dimana benda diletakkan di antara titik O dan F (ruang I) dan diperoleh bayangan yang terletak pada titik dekat mata pengamat ( $s' = s_n$ ).

Karena sudut pandang mata menjadi lebih besar, yaitu  $\beta$ , maka mata pengamat berakomodasi maksimum. Untuk jenis mata normal (emetropi) dan berakomodasi maksimum, bayangan yang terbentuk berada pada jarak baca normal ( $s_n$ ) yaitu 25 cm. oleh karena itu, perbesaran bayangan pada lup mata berakomodasi maksimum dapat dituliskan sebagai berikut.

$$M = \frac{s_n}{s} = \frac{s_n}{f} + 1$$

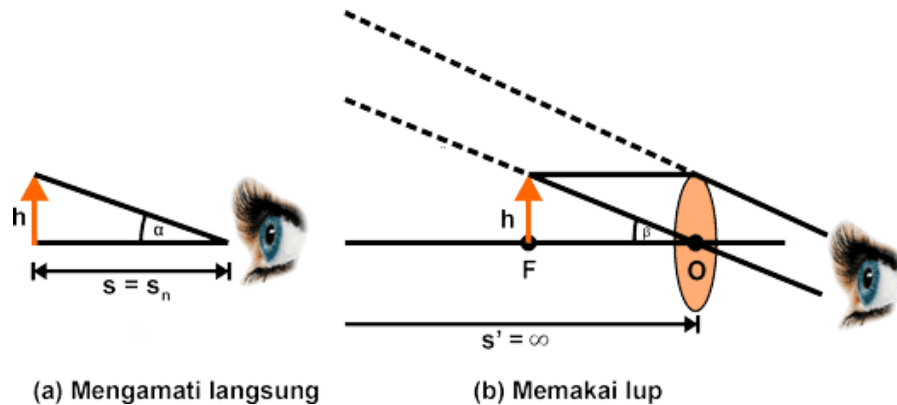
Keterangan:

$M$  = perbesaran bayangan (kali)

$f$  = jarak fokus lup (meter)

$s_n$  = jarak baca normal (25 cm)

Menggunakan lup untuk mengamati benda dengan mata berakomodasi maksimum cepat menimbulkan lelah. Oleh karena itu, pengamatan dengan menggunakan lup sebaiknya dilakukan dengan mata tak berakomodasi (mata dalam keadaan rileks). Menggunakan lup dengan mata tak berakomodasi dapat diperoleh bila benda diletakkan pada titik fokus lup ( $s = f$ ). Perhatikan gambar berikut ini.



Sumber: fisikabc.com

**Gambar Pengamatan memakai lup untuk mata tak berakomodasi**

Untuk mata tidak berakomodasi, bayangan terbentuk di tak terhingga ( $s' = \infty$ ) dan benda terletak di titik fokus ( $s = f$ ) sehingga perbesaran bayangan yang dibentuk lup untuk mata tak berakomodasi adalah sebagai berikut.

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

Keterangan:

$M$  = perbesaran bayangan (kali)

$f$  = jarak fokus lup (meter)

$s_n$  = jarak baca normal (25 cm)

*Contoh soal:*

Seorang tukang jam mempunyai sebuah lup yang fokusnya 5 cm. Hitung perbesaran maksimum yang dapat diperoleh dari lup ini! Hitung juga perbesaran lup jika mata tidak berakomodasi!

*Jawab:*

- Perbesaran maksimum akan diperoleh ketika mata berakomodasi maksimum. Perbesaran maksimum terjadi ketika  $s_n = 25$  cm (mata normal)

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

$$M = \frac{25 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} + 1$$

$$M = 5 + 1$$

$$M = \mathbf{6 \text{ kali}}$$

- Perbesaran lup mata tidak berakomodasi

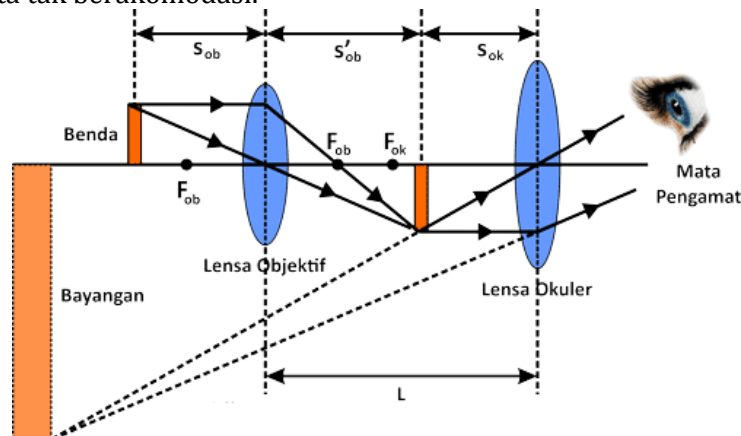
$$M = \frac{s_n}{f}$$

$$M = \frac{25 \text{ cm}}{5 \text{ cm}}$$

$$M = \mathbf{5 \text{ kali}}$$

## 2. Mikroskop

Mikroskop merupakan alat optik untuk melihat benda-benda kecil dengan perbesaran yang lebih besar dari perbesaran lup (dapat mencapai lebih dari 100 kali lipat dari besar benda). Mikroskop pertama kali ditemukan oleh Zacharias Janssen dari Belanda pada tahun 1590. Mikroskop terdiri dari 2 lensa. Lensa pertama dinamakan lensa obyektif yang diletakkan dekat dengan benda yang akan diamati. Sedangkan lensa kedua yang diletakkan dekat dengan mata pengamat dinamakan lensa okuler. Lensa okuler bertindak sebagai lup. Ada dua cara dalam menggunakan mikroskop, yaitu dengan mata berakomodasi maksimum dan dengan mata tak berakomodasi.



Sumber: fisikabc.com

**Gambar Pembentukan bayangan mikroskop untuk mata berakomodasi**

Bayangan akhir yang dihasilkan oleh dua lensa dalam mikroskop bersifat maya, diperbesar dan terbalik terhadap benda semula. Perhatikan gambar pembentukan bayangan pada mikroskop di atas (untuk mata berakomodasi maksimum). Panjang mikroskop ( $L$ ) dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut

$$L = s'_{ob} + s_{ok}$$

Keterangan:

$L$  = panjang mikroskop (meter)

$s'_{ob}$  = jarak bayangan lensa objektif

$s_{ok}$  = jarak benda lensa okuler

Perbesaran lensa obyektif merupakan perbesaran lensa positif:

$$M_{ob} = \frac{h'_{ob}}{h_{ob}} = \left| \frac{-s'_{ob}}{s_{ob}} \right|$$

Keterangan:

$M_{ob}$  = perbesaran lensa objektif

$s'_{ob}$  = jarak bayangan bagi lensa objektif

$s_{ob}$  = jarak benda bagi lensa objektif

$h'_{ob}$  = tinggi bayangan

$h_{ob}$  = tinggi benda

Oleh karena lensa okuler bersifat sebagai lup maka perbesaran lensa okuler mikroskop adalah sebagai berikut. Untuk mata berakomodasi maksimum.

Mata berakomodasi maksimum:

$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} + 1$$

Keterangan:

$s_n$  = jarak titik dekat mata normal

$f_{ok}$  = jarak fokus lensa okuler

mikroskop terdiri atas lensa objektif dan lensa okuler. Maka dapat dikatakan bahwa perbesaran pada mikroskop merupakan perkalian antara perbesaran oleh lensa objektif ( $m_{ob}$ ) dengan perbesaran oleh lensa okuler ( $m_{ok}$ ) dan secara matematis dituliskan sebagai berikut.

Perbesaran total mikroskop:  $M_{tot} = M_{ob} \times M_{ok}$

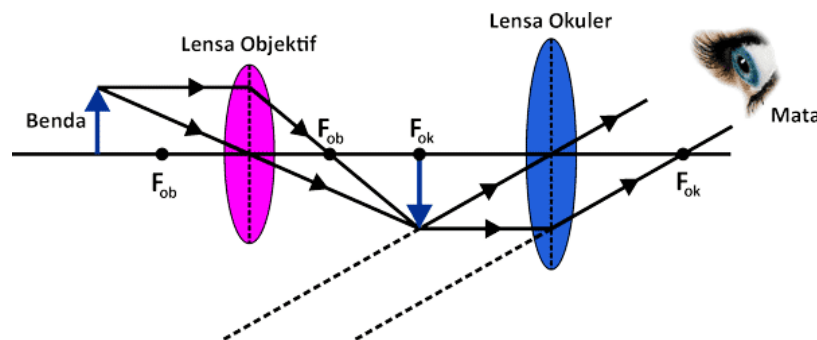
Keterangan:

$M$  = perbesaran total mikroskop

$m_{ob}$  = perbesaran lensa objektif

$m_{ok}$  = perbesaran lensa okuler

Pada mikroskop, lensa okuler berfungsi sebagai lup. Agar mata pengamat dalam menggunakan mikroskop tidak berakomodasi, maka lensa okuler harus diatur/digeser sedemikian rupa supaya bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif tepat jatuh di titik fokus lensa okuler ( $f_{ok}$ ). Lukisan bayangan untuk mata tak berakomodasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: fisikabc.com

**Gambar Pembentukan bayangan mikroskop untuk mata tidak berakomodasi**

Perbesaran lensa objektif selalu sama baik digunakan pada saat pengamatan dengan mata berakomodasi maksimum maupun mata tidak berakomodasi. Hal ini dikarenakan lensa objektif digunakan untuk membentuk bayangan objek asli dan tidak berhubungan langsung dengan mata pengamat.

Oleh karena lensa okuler bersifat sebagai lup maka perbesaran lensa okuler untuk pengamatan dengan mata tidak berakomodasi dirumuskan sebagai berikut.

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

Sehingga untuk perbesaran total mikroskop untuk pengamatan dengan mata tidak berakomodasi, sebagai berikut:

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{s_n}{f_{ok}}$$

Sedangkan panjang mikroskop (jarak tubulus) untuk pengamatan dengan mata tidak berakomodasi dinyatakan dengan persamaan berikut.

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

*Contoh soal:*

Sebuah mikroskop mempunyai lensa obyektif dengan fokus 4 cm dan lensa okuler dengan fokus 1 cm. anggap jarak kedua lensa 21 cm. hitung perbesaran mikroskop ketika mata tidak berakomodasi!

*Jawab:*

- Untuk mata tidak berakomodasi

$$s'_{ok} = \infty$$

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

$$M_{ok} = \frac{25 \text{ cm}}{1 \text{ cm}}$$

$$M_{ok} = 25 \text{ kali}$$

Untuk mencari perbesaran lensa obyektif kita harus cari  $s'_{oby}$  dan  $s_{oby}$ . Keduanya dapat dicari dengan mencari dulu jarak  $s_{ok}$  dengan rumus pembuat lensa lalu gunakan rumus panjang mikroskop.

Lensa okuler:

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{s_{ok}} + \frac{1}{s'_{ok}}$$

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{s_{ok}} + \frac{1}{\infty}$$

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{s_{ok}}$$

$$s_{ok} = f_{ok} = 1 \text{ cm}$$

Rumus panjang mikroskop:

$$L = s'_{ob} + s_{ok}$$

$$s'_{ob} = L - s_{ok}$$

$$s'_{ob} = 21 \text{ cm} - 1 \text{ cm}$$

$$s'_{ob} = 20 \text{ cm}$$

Lensa obyektif:

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

$$\frac{1}{4 \text{ cm}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{20 \text{ cm}}$$

$$\frac{1}{s_{ob}} = \frac{1}{4 \text{ cm}} - \frac{1}{20 \text{ cm}}$$

$$\frac{1}{s_{ob}} = \frac{4}{20} \text{ cm}$$

$$s_{ob} = 5 \text{ cm}$$

Perbesaran lensa obyektif:

$$M_{ob} = \left| \frac{-s'_{ob}}{s_{ob}} \right|$$

$$M_{ob} = \left| \frac{-20 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} \right|$$

$$M_{ob} = |-4 \text{ kali}| = \mathbf{4 \text{ kali}}$$

(tanda minus menunjukkan bayangan terbalik)

Perbesaran total:

$$M_{tot} = [M_{ob} \times M_{ok}]$$

$$M_{tot} = 4 \times 25$$

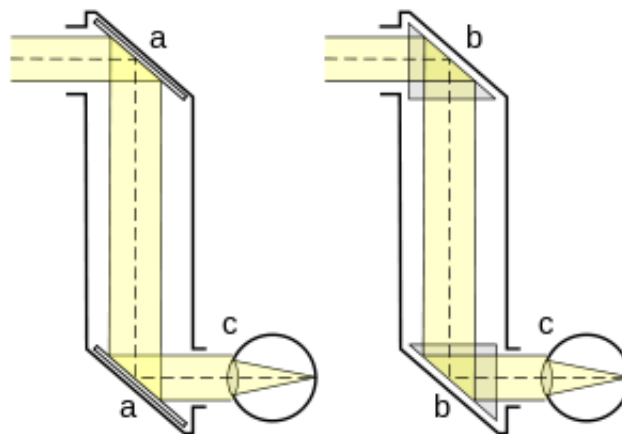
$$M_{tot} = \mathbf{100 \text{ kali}}$$

### 3. Periskop

Periskop adalah alat optik yang berfungsi untuk mengamati benda dalam jarak jauh atau berada dalam sudut tertentu. Bentuknya sederhana, yaitu berupa tabung yang dilengkapi dengan cermin/prisma pada ujung-ujungnya. Prisma ini akan memantulkan cahaya yang datar sejajar padanya, kemudian diatur sedemikian rupa sehingga membentuk sudut 45 derajat terhadap sumbu tabung.

Periskop digunakan pada tank dan kapal selam. Para navigator kapal di kapal selam memanfaatkan periskop untuk mengamati gerak-gerik yang terjadi di permukaan laut. Ketika kita melihat ujung bawah, cahaya sejajar masuk lewat ujung atas mengenai cermin, oleh cermin akan dipantulkan membentuk sudut 45 derajat ke cermin bawah yang juga membentuk 45 derajat. Sinar-sinar pantul sejajar tadi akan dipantulkan kembali ke mata kita yang melihat dari ujung bawah sehingga kamu dapat melihat benda-benda yang berada di ujung atas.

Prinsip kerja Periskop yaitu cahaya dari benda akan masuk secara horizontal kemudian turun dan mengarah ke mata pengamat secara horizontal juga. Bagian periskop yang berada diatas permukaan air haruslah tidak menarik perhatian atau mencolok. Oleh karena itu, pipa periskop dibuat dengan bentuk panjang menyempit dan kecil.



Sumber: fisikaoptikenyeni.blogspot.com

#### Gambar Periskop sederhana menggunakan cermin dan lensa

Cara kerja periskop sangat sederhana, yaitu diawali dengan masuknya cahaya pada kotak di bagian depan dan diterima oleh cermin bagian atas. Cermin tersebut kemudian mengirimkan cahaya yang diterima ke cermin yang disimpan di bagian bawah. Selanjutnya, cermin di bawah mengirimkan cahaya menuju mata kita, sehingga kita dapat melihat disekeliling kita di dalam karton atau periskop sederhana.

Sebuah periskop terdiri atas dua buah lensa cembung sebagai lensa objektif dan lensa okuler serta dua buah prisma siku-siku sama kaki. Ketika seberkas

cahaya mengenai lensa objektif, cahaya tersebut akan diteruskan menuju prisma siku-siku pertama. Prisma siku-siku pertama akan memantulkan berkas cahaya tersebut menuju ke prisma siku-siku kedua. Berkas cahaya yang menembus prisma siku-siku kedua akan diteruskan ke lensa okuler.

### C. Rangkuman

1. Lup (kaca pembesar) digunakan untuk mengamati benda-benda berukuran kecil agar tampak jelas dan lebih besar. Sifat bayangannya maya, tegak dan diperbesar.
2. Perbesaran angular  $M_a$  adalah perbandingan antara ukuran angular benda yang dilihat dengan menggunakan alat optik ( $\beta$ ) dengan tanpa alat optik/mata telanjang ( $\alpha$ ) yaitu:  $M_a = \frac{\beta}{\alpha}$

Perbesaran lup untuk mata berakomodasi maksimum:

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

Perbesaran lup untuk mata tidak berakomodasi:

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

3. Mikroskop adalah alat yang digunakan untuk mengamati benda-benda renik atau mikro, seperti bakteri, virus dan lain-lain. Bayangan akhir yang terbentuk oleh mikroskop bersifat maya, terbalik dan diperbesar.
4. Mikroskop terdiri dari lensa objektif (dekat dengan objek) dan lensa okuler (dekat dengan mata) dimana  $f_{ok} > f_{ob}$

Mata berakomodasi maksimum

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

$$L = s'_{ob} + s_{ok}$$

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \left[ \frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \right]$$

Mata tidak berakomodasi

$$s'_{ok} = \infty; s_{ok} = f_{ok}$$

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

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{s_n}{f_{ok}}$$

5. Periskop adalah alat optik untuk mengamati suatu objek dari posisi tersembunyi. Sifat bayangan yang dihasilkan periskop sederhana yaitu maya, tegak dan sama besar.

### D. Penugasan Mandiri

**Topik** : Membuat Periskop Sederhana

**Tujuan** : Menerapkan prinsip kerja alat optik pada periskop

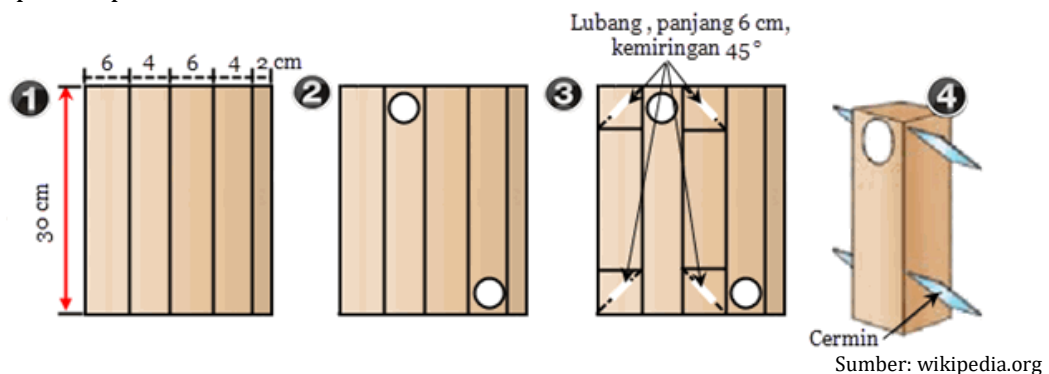
**Alat dan bahan:**

1. Kardus bekas
2. Cermin datar 2 buah
3. Lem/selotip
4. Busur derajat
5. Gunting
6. Kertas biasa atau kertas koran maupun kertas pembungkus kado.

**Langkah kerja:**

1. Bagi kardus bekas menjadi lima bagian. Dua bagian sama besar dengan ukuran masing-masing 30 cm x 6 cm. Dua bagian sama besar dengan ukuran 30 cm x 4 cm dan satu bagian lagi berukuran 30 cm x 2 cm (untuk menyatukan persegi panjang sebagai badan periskop).

2. Buat 2 lubang berbentuk lingkaran pada bagian depan dan belakang periskop (gambar 2). Lubang bagian atas depan nantinya sebagai lubang yang melihat langsung ke objek yang akan dilihat sedangkan lubang bagian belakang bawah adalah sebagai tempat untuk kita mengamati.
3. Buat 4 lubang berbentuk persegi panjang pada samping kanan dan kiri, atas dan bawah. Lubang ini nantinya berguna untuk menempatkan 2 buah cermin datar. Kemiringan lubang ini adalah  $45^\circ$ . Agar pas kemiringannya, gunakan busur untuk mengukur derajat kemiringannya (gambar 3)
4. Satukan bagian-bagian periskop menggunakan selotip atau lem sehingga membentuk bangun persegi panjang dengan ukuran 30 cm x 6 cm x 4 cm (lihat gambar).
5. Selipkan cermin datar pada celah bersudut dan rekatkan dengan selotip. Salah satu cermin menghadap ke atas dan yang lainnya menghadap ke bawah. Perhatikan saat memasang kedua cermin, yakni harus saling berhadapan agar nantinya dapat memantulkan bayangan objek sesuai dengan konsep cara kerja periskop.



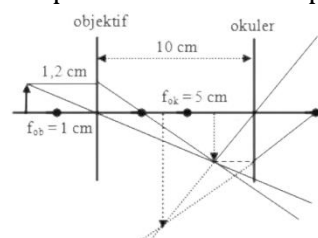
#### Pertanyaan:

Setelah Anda berhasil membuat periskop sederhana, jawablah pertanyaan berikut!

1. Sifat cahaya apa yang terjadi dalam percobaan ini ?
2. Bagaimana prinsip kerja periskop?
3. Bagaimana sifat bayangan yang dihasilkan?
4. Dimana akan Anda jumpai periskop dalam kehidupan sehari-hari?

### E. Latihan Soal

1. Berapakah perbesaran anguler lup yang memiliki fokus 10 cm dengan mata tak berakomodasi? **(2,5 kali)**
2. Sebuah lup memiliki lensa dengan kekuatan 20 dioptri. Seorang pengamat dengan jarak titik dekat 30 cm menggunakan lup tersebut. Tentukan letak benda dan perbesaran lup untuk mata berakomodasi maksimum! **(s = 4,3 cm dan M = 7 kali)**
3. Jarak fokus objektif dan okuler dari suatu mikroskop 7,5 mm dan 5 cm. Sebuah benda kecil terletak pada jarak 8 mm dari lensa objektif tegak lurus sumbu utama. Jika pengamat bermata normal. Berapakah panjang mikroskop jika mata dapat melihat bayangan terang tanpa akomodasi? **(L = 17 cm dan M = 75 kali)**
4. Seorang siswa bermata normal ( $s_n = 25$  cm) melakukan percobaan dengan data seperti gambar. Tentukan nilai perbesaran mikroskop! **(M = 30 kali)**



## Pembahasan Latihan Soal

$$1. \quad M = \frac{s_n}{f}$$

$$M = \frac{25 \text{ cm}}{10 \text{ cm}}$$

$$M = \mathbf{2,5 \text{ kali}}$$

2. Kuat lensa  $P = 20$  dioptri

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

$$f = \frac{1}{20} \text{ m}$$

$$f = \frac{1}{20} \times 100 \text{ cm}$$

$$f = 5 \text{ cm}$$

Mata berakomodasi maksimum  $s' = -s_n = -30 \text{ m}$  (tanda negatif karena bayangan di depan lensa adalah bayangan maya)

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

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{5} - \frac{1}{-30}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{30}{30} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{31}{30}$$

$$s = \frac{30}{31}$$

$$s = \mathbf{4,3 \text{ cm}}$$

Jadi benda terletak sejauh 4,3 cm di depan lensa.

Perbesaran lup mata berakomodasi maksimum

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

$$M = \frac{30 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} + 1$$

$$M = 6 + 1$$

$$M = \mathbf{7 \text{ kali}}$$

Jadi perbesaran lup untuk mata berakomodasi maksimum yaitu 7 kali

3.  $f_{ok} = 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$

$$f_{ob} = 7,5 \text{ mm}$$

$$s_{ob} = 8 \text{ mm}$$

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

$$\frac{1}{7,5} = \frac{1}{8} - \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{1}{8} - \frac{1}{7,5}$$

$$\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{60}{60} - \frac{8}{60}$$

$$\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{52}{60}$$

$$s'_{ob} = \frac{60}{0,5}$$

$$s'_{ob} = 120 \text{ mm}$$

Maka panjang mikroskop,

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

$$L = 120 \text{ mm} + 50 \text{ mm}$$

$$L = 170 \text{ mm} = \mathbf{17 \text{ cm}}$$

Perbesaran Mikroskop tanpa akomodasi:

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{s_n}{f_{ok}}$$

$$M = \frac{120 \text{ mm}}{8 \text{ mm}} \times \frac{25 \text{ cm}}{5 \text{ cm}}$$

$$M = 15 \times 5$$

$$M = 75 \text{ kali}$$

Jadi perbesarannya **75 kali**

4. pada gambar didapatkan data

$$s_{ob} = 1,2 \text{ cm}; f_{ob} = 1 \text{ cm}$$

$$f_{ok} = 5 \text{ cm}; L = 10 \text{ cm}$$

$$s_n = 25 \text{ cm}$$

pada gambar menunjukkan pembentukan bayangan mikroskop untuk mata berakomodasi maksimum.

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

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

$$\frac{s'_{ob}}{1} = \frac{f_{ob}}{1} - \frac{1}{s_{ob}}$$

$$\frac{s'_{ob}}{1} = \frac{1}{1} - \frac{1}{1,2}$$

$$\frac{s'_{ob}}{1} = \frac{1,2}{1,2} - \frac{1,2}{1,2}$$

$$\frac{s'_{ob}}{1} = \frac{0,2}{1,2}$$

$$s'_{ob} = \frac{1,2}{0,2}$$

$$s'_{ob} = 6 \text{ cm}$$

Nilai perbesaran dapat dihitung dengan

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \left[ \frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \right]$$

$$M = \frac{6 \text{ cm}}{1,2 \text{ cm}} \times \left[ \frac{25 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} + 1 \right]$$

$$M = 5 \times (5 + 1)$$

$$M = 5 \times 6$$

$$M = 30 \text{ kali}$$

Jadi perbesarannya **30 kali**.

## F. Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom Jawaban.

| No     | Pertanyaan                                                                                                   | Jawaban |       |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
|        |                                                                                                              | Ya      | Tidak |
| 1      | Apakah Anda tahu perhitungan perbesaran penggunaan pada lup secara mata berakomodasi dan tidak berakomodasi? |         |       |
| 2      | Apakah Anda tahu fungsi dan prinsip kerja mikroskop?                                                         |         |       |
| 3      | Apakah Anda bisa menentukan perbesaran total dan panjang mikroskop?                                          |         |       |
| 4      | Apakah Anda bisa menggambarkan proses pembentukan bayangan pada mikroskop ?                                  |         |       |
| 5      | Apakah Anda sudah mampu menerapkan prinsip kerja alat optik melalui praktik membuat periskop sederhana?      |         |       |
| Jumlah |                                                                                                              |         |       |

### Catatan:

Bila ada jawaban “Tidak” maka segera lakukan review pembelajaran.

Bila semua jawaban “Ya” maka Anda dapat melanjutkan kegiatan Pembelajaran berikutnya

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 TEROPONG DAN PROYEKTOR

### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan Anda dapat menganalisis cara kerja pembentukan bayangan pada teropong dan proyektor serta menerapkan prinsip kerja alat optik melalui praktik membuat teropong sederhana.

### B. Uraian Materi

#### 1. TEROPONG

Teropong atau teleskop merupakan alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang sangat jauh sehingga tampak lebih dekat dan lebih jelas. Teropong berfungsi mendekatkan benda ke mata kita.

Ada dua jenis teropong, yaitu:

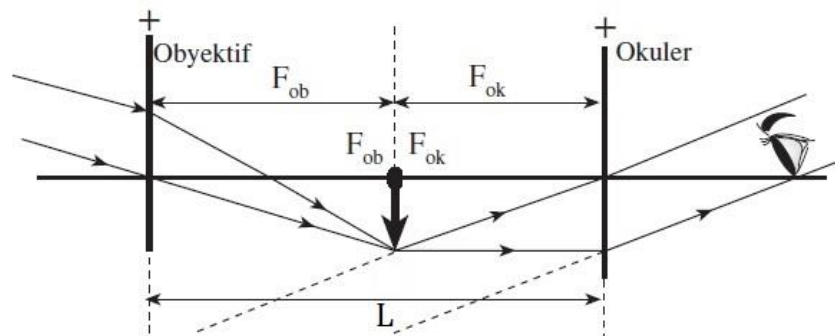
1. Teropong bias yang terdiri dari beberapa lensa untuk membiaskan sinar yang datang dari benda. Beberapa contoh teropong bias yaitu Teropong bintang, teropong bumi, teropong prisma, teropong panggung.
2. Teropong pantul yang terdiri dari beberapa cermin dan lensa sebagai pemantul dan pembias sinar datang.

#### Teropong Bintang

Teropong bintang digunakan untuk mengamati benda-benda langit, seperti bintang, planet dan asteroid. Teropong bintang menggunakan dua lensa cembung satu sebagai lensa objektif dan yang lainnya sebagai lensa okuler. Jarak fokus lensa objektif lebih panjang daripada jarak fokus lensa okulernya ( $f_{ob} > f_{ok}$ ) dimana kedua titik fokus tersebut saling berimpit. Jika Anda ingin melihat teropong bintang bisa berkunjung ke Boscha di Lembang Bandung.

Prinsip kerja teropong bintang sama dengan prinsip kerja mikroskop pada saat mata tak berakomodasi. Bayangan benda langit yang sangat jauh ( $s_{ob} = \infty$ ) akan berada di titik fokus lensa objektif ( $s'_{ob} = f_{ob}$ ). Bayangan dari lensa objektif menjadi benda bagi lensa okuler.

Titik fokus lensa okuler berimpit dengan titik fokus lensa objektif, berarti bayangan dari lensa objektif tadi berada di titik fokus lensa okuler. Oleh lensa okuler, bayangan dari lensa objektif akan dibiaskan lagi hingga terbentuk bayangan akhir di tak berhingga. Dengan demikian, mata dapat mengamatinnya tanpa berakomodasi.



Sumber: fisikazone.com

**Gambar Pembentukan bayangan pada teropong bintang**

Perbesaran bayangan pada teropong bintang untuk mata tak berakomodasi dapat ditentukan dengan rumus:

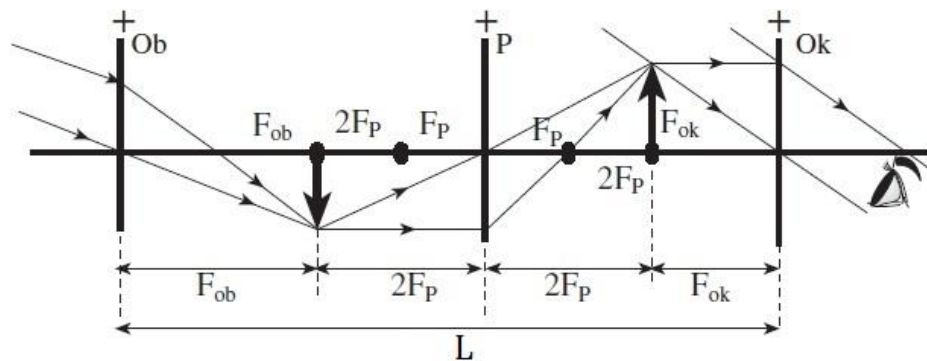
$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Panjang teropong bintang adalah jarak antara lensa objektif dan okulernya, dengan rumus:

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

### Teropong Bumi

Teropong bumi digunakan untuk melihat benda-benda di permukaan bumi. Teropong bumi terdiri atas tiga lensa cembung yang masing-masing berperan sebagai lensa objektif, lensa pembalik, lensa okuler. Lensa pembalik berfungsi membalik bayangan dari lensa objektif agar teramati seperti keadaan aslinya oleh lensa okuler



Sumber: fisikazone.com

**Gambar Pembentukan bayangan pada teropong bumi**

Selain keberadaan lensa pembalik, prinsip kerja teropong bumi sama dengan prinsip kerja teropong bintang. Perbesaran bayangan pada teropong bumi juga dapat ditentukan dengan rumus:

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

Namun, rumus perhitungan panjang teropong bumi berbeda dengan rumus perhitungan panjang teropong bintang. Hal ini karena adanya lensa pembalik. Panjang teropong bumi dapat ditentukan dengan rumus:

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

Dengan  $f_p$  adalah jarak fokus lensa pembalik.

#### Contoh soal:

Bandingkan panjang teropong bintang, teropong bumi dan teropong Galileo untuk mendapatkan perbesaran 3 kali perbesaran benda. Lensa obyektif yang dipakai pada ketiga teropong itu sama yaitu jarak fokusnya 60 cm. anggap mata mengamati tidak berakomodasi. Panjang fokus lensa pembalik 10 cm.

*Jawab:*

- Teropong bintang ( $L_1$ ):

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

$$3 = \frac{60 \text{ cm}}{f_{ok}}$$

$$f_{ok} = 20 \text{ cm}$$

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

$$L = 60 \text{ cm} + 20 \text{ cm}$$

$$L = \mathbf{80 \text{ cm}}$$

- Teropong bumi ( $L_2$ ):

$$M_Y = \frac{f_{oby}}{f_{ok}}$$

$$3 = \frac{60 \text{ cm}}{f_{ok}}$$

$$f_{ok} = 20 \text{ cm}$$

$$L = f_{oby} + f_{ok} + 4 f_p$$

$$L = 60 \text{ cm} + 20 \text{ cm} + (4 \times 10 \text{ cm})$$

$$L = \mathbf{120 \text{ cm}}$$

- Teropong Galileo ( $L_3$ ):

$$M_Y = \frac{f_{oby}}{f_{ok}}$$

$$3 = \frac{60 \text{ cm}}{f_{ok}}$$

$$f_{ok} = 20 \text{ cm}$$

$$L = f_{oby} - f_{ok}$$

$$L = 60 \text{ cm} - 20 \text{ cm}$$

$$L = \mathbf{40 \text{ cm}}$$

- Perbandingan panjang teropong:

$$L_1 : L_2 : L_3 = 80 : 120 : 40$$

$$L_1 : L_2 : L_3 = \mathbf{2 : 3 : 1}$$

Terlihat teropong Galileo paling pendek dan teropong bumi paling panjang.

## 2. Proyektor

Proyektor adalah sebuah perangkat optik yang memproyeksikan gambar atau gambar bergerak pada sebuah permukaan datar, biasanya sebuah layar putih atau dinding putih. Kebanyakan proyektor membuat gambar dengan cara menyinari objek melalui lensa transparan kecil, namun proyektor sekarang dapat memproyeksikan gambar secara langsung, dengan menggunakan laser. Ada beberapa jenis proyektor, yaitu: Slide Projector (Proyektor Slide), Overhead Projector (OHP) dan Digital Projector (CRT Projector, LCD Projector, DLP Projector, LCoS Projector dan LED Projector).

Pada kesempatan ini kita akan membahas proyektor manual yaitu proyektor diaskop (diaskop projector) dan overhead projector (OHP).

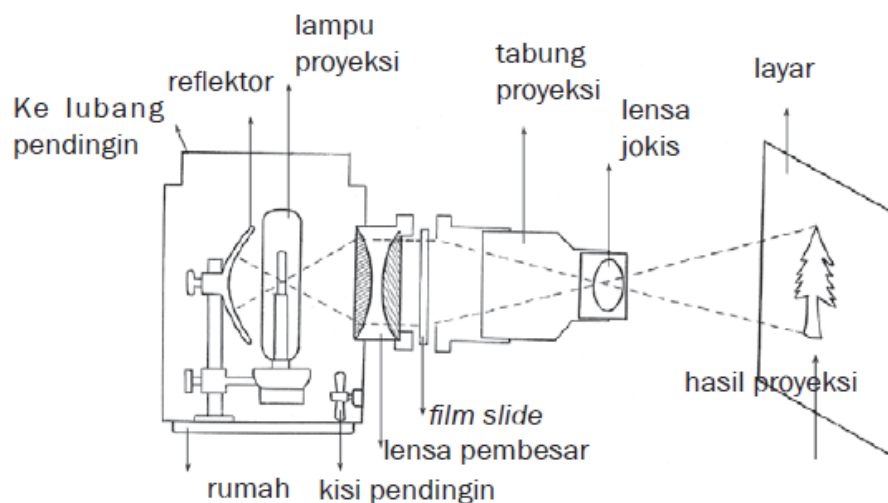
### a. Proyektor Diaskop (Diaskop Projector)

Proyektor diaskop adalah alat untuk memproyeksikan gambar diapositif sehingga terbentuk bayangan nyata pada layar. Alat ini terdiri dari sebuah cermin cekung sebagai reflektor (pemantul) dan dua buah lensa cembung masing-masing sebagai kondensor (membuat sinar sejajar) dan sebagai proyektor (memperbesar gambar bayangan).



Sumber: fisikazone.com

Pada proyektor diaskop, titik pusat kelengkungan cermin berimpit dengan titik api lensa kondensor dan di titik itu dipasang lampu yang terang. Sinar yang dipancarkan lampu diubah oleh lensa kondensor menjadi berkas sinar sejajar yang tepat menerangi benda diapositif. Benda tersebut merupakan benda untuk lensa proyektor yang menghasilkan bayangan nyata, terbalik, diperbesar, dan terletak di layar. Perbesaran hanya terjadi oleh lensa proyektor sehingga terlihat seperti pada gambar berikut:



Sumber: fisikazone.com

**Gambar Pembentukan bayangan proyektor diaskop**

Pembentukan bayangan pada proyektor diaskop

$$M = \frac{s'}{s}$$

Di bioskop, gambar diapositif disambung dengan perubahan gerak. Akibatnya, bayangan pada layar tampak hidup. Kesan hidup ini akibat bayangan iring, yaitu kesan yang diterima retina, kemudian disimpan kira-kira 0,05 detik setelah bayangan itu hilang. Sebelum kesan bayangan pertama hilang, bayangan kedua

telah mengikutinya, begitu seterusnya. Akibatnya, kesan terhadap kedua bayangan menjadi satu.

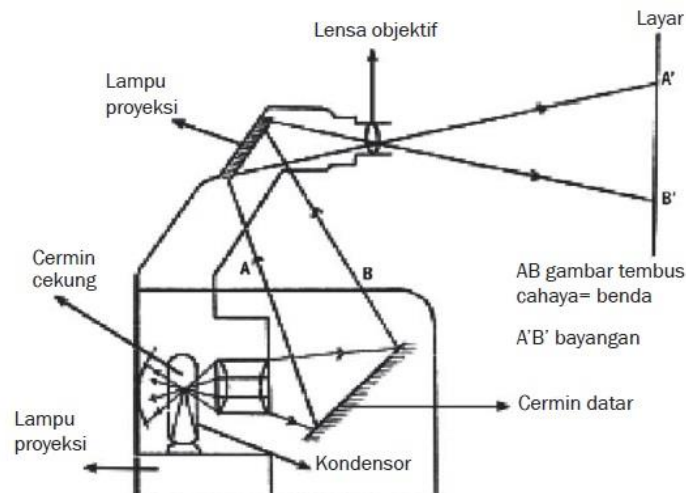
### b. Overhead Projector (OHP)

OHP adalah alat untuk memproyeksikan benda tembus cahaya. Cara kerja OHP seperti diaskop. Alat ini sering dipakai karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu dapat dipakai dalam ruangan terang dan benda yang diproyeksikan adalah gambar atau tulisan tangan dengan spidol pada kertas plastik atau kertas transparan.



Sumber: fisikazone.com

**Gambar Overhead Projector (OHP)**



Sumber: fisikazone.com

**Gambar Pembentukan bayangan proyektor OHP**

## C. Rangkuman

1. Teropong dibedakan menjadi dua kelompok yaitu (1) teropong bias yang terdiri dari beberapa lensa, (2) teropong pantul yang terdiri dari beberapa cermin dan lensa.
2. Teropong bias diantaranya teropong bintang, teropong bumi, teropong prisma (kekeran), teropong panggung (teropong galileo).
3. Teropong pantul diantaranya teropong newton, teropong cassegrain dan teropong gregorian.
4. Penggunaan normal teropong

**mata tak berakomodasi**

$$s'_{ok} = \infty$$

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

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

**mata berakomodasi maksimum**

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

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

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

5. Pada teropong bumi antara objektif dan okuler disipkan lensa pembalik yang berfungsi untuk membalikkan bayangan. Maka panjang teropong bumi:  

$$L = f_{ob} + f_{ok} + 4f_p$$
6. Proyektor digunakan untuk memperbesar bayangan slide pada sebuah layar. Sifat bayangan yang terbentuk nyata, terbalik dan diperbesar.

## D. Penugasan Mandiri

**Topik** : Membuat Teropong Sederhana

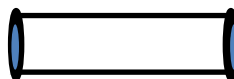
**Tujuan** : Menerapkan prinsip kerja alat optik pada teropong

**Alat dan Bahan:**

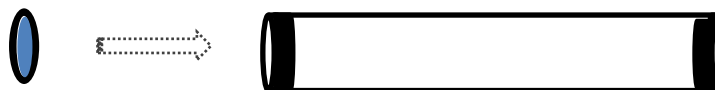
1. Tiga buah lensa positif dengan fokus  $f = 20\text{cm}$ ,  $f = 5\text{cm}$  dan  $f = 5\text{cm}$
2. Pipa PVC 1 inci dan 1 ¼ inci
3. Lem PVC
4. Karet bekas sandal jepit

**Langkah Kerja:**

1. Potong PVC 1 inci dengan panjang 15 cm. Pasang pada tiap ujungnya masing-masing lensa positif dengan jarak fokus masing-masing 5 cm. Agar tidak lepas rekat lensa dengan lem PVC.



2. Potong pipa PVC 1 ¼ inci dengan panjang 30 cm. Kemudian, tempelkan lensa positif dengan jarak fokus 20 cm pada salah satu ujungnya. Sebelum dipasang lensa, pasang potongan karet sandal jepit berbentuk lingkaran dengan diameter luar 1 ¼ inci dan diameter dalam 1 inci pada kedua ujung pipa.



3. Pasang kedua pipa PVC yang dilengkapi lensa, seperti gambar berikut ini.



4. Gunakan teropong sederhana tersebut untuk melihat benda-benda yang sangat jauh (misalnya burung, daun pohon kelapa)

**Catatan:**

- Lensa paling kanan adalah lensa okuler
- Lensa paling kiri adalah lensa objektif
- Lensa di tengah adalah lensa pembalik

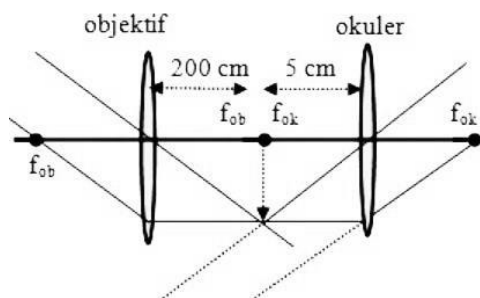
**Pertanyaan:**

Setelah Anda berhasil membuat teropong sederhana, jawablah pertanyaan berikut!

1. Apa nama jenis teropong sederhana yang telah dibuat?
2. Apa kegunaan teropong tersebut?
3. Bagaimana sifat bayangan yang dilihat oleh mata?
4. Apa fungsi lensa pembalik pada teropong?
5. Bagaimana rumus secara umum perbesaran teropong?

**E. Latihan Soal**

1. Sebuah teropong bintang memiliki perbesaran 40 kali saat digunakan dengan mata tak berakomodasi. Jika panjang teropong saat itu 20,5 cm, tentukanlah titik fokus lensa objektif dan okulernya! ( $f_{ob} = 20 \text{ cm}$  dan  $f_{ok} = 0,5 \text{ cm}$ )
2. Sebuah teropong bintang memiliki jarak fokus objektif 75 cm dan jarak fokus okuler 5 cm. Tentukan perbesaran sudut teropong dengan mata berakomodasi pada jarak 25 cm! ( $M = 18 \text{ kali}$ )
3. Perhatikan gambar berikut!



Tentukan perbesaran dan panjang teropong! ( $M = 40 \text{ kali}$  dan  $L = 205 \text{ cm}$ )

4. Sebuah teropong bumi memiliki perbesaran 8 kali jika panjang teropong 110 cm dan fokus lensa pembalik =  $\frac{1}{2}$  fokus okuler. Tentukan fokus lensa pembalik! ( $f_p = 5 \text{ cm}$ )
5. Gambarkan pembentukan bayangan pada periskop sederhana menggunakan 2 cermin!

**Pembahasan Latihan Soal**

1. pada saat mata tak berakomodasi, perbesarannya 40 kali, maka

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

$$40 = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}, \quad \text{didapat } f_{ob} = 40 f_{ok}$$

Dan panjang teropong sebesar 20,5, maka

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

$$20,5 = f_{ob} + f_{ok}, \text{ dimana } f_{ob} = 40 f_{ok}$$

$$20,5 = 40 f_{ok} + f_{ok}$$

$$20,5 = 41 f_{ok}$$

$$f_{ok} = \frac{20,5}{41} = \mathbf{0,5 \text{ cm}}$$

$$\text{Sehingga didapat nilai } f_{ob} = 40 f_{ok} = 40 (0,5 \text{ cm}) = \mathbf{20 \text{ cm}}$$

Jadi titik fokus lensa objektifnya adalah 20 cm sedangkan titik fokus lensa okulernya adalah 0,5 cm.

2. Perbesaran teropong untuk mata berakomodasi menggunakan rumus

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

Menentukan jarak bayangan dari lensa okuler

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{s_{ok}} + \frac{1}{s'_{ok}}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{s_{ok}} + \frac{1}{-25}$$

$$\frac{1}{s_{ok}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{25} = \frac{5}{25} + \frac{1}{25} = \frac{6}{25}$$

$$s_{ok} = \frac{25}{6}$$

Jadi perbesarannya

$$M = \frac{f_{ob}}{s_{ok}} = \frac{75}{\frac{25}{6}} = 75 \times \frac{6}{25} = \mathbf{18 \text{ kali}}$$

3. Berdasarkan gambar kita ketahui

$$f_{ob} = 200 \text{ cm}$$

$$f_{ok} = 5 \text{ cm}$$

perbesaran bayangan teropong dihitung dengan persamaan:

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} = \frac{200}{5} = \mathbf{40 \text{ kali}}$$

Dan panjang teropong

$$L = f_{ob} + f_{ok} = 200 + 5 = \mathbf{205 \text{ cm}}$$

Jadi perbesaran teropong 40 kali dan panjang teropong 205 cm

4. Panjang teropong bumi

$$L = f_{ob} + f_{ok} + 4f_p, \text{ dimana } f_p = \frac{1}{2} f_{ok} \text{ maka}$$

$$L = f_{ob} + f_{ok} + 4 \left( \frac{1}{2} f_{ok} \right)$$

$$L = f_{ob} + f_{ok} + 2 f_{ok} = f_{ob} + 3 f_{ok}$$

Untuk perbesarannya 8 kali, maka

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

$$8 = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Di dapat  $f_{ob} = 8 f_{ok}$

Substitusi persamaannya  $L = f_{ob} + 3 f_{ok}$  dengan  $f_{ob} = 8 f_{ok}$ , maka

$$L = 8 f_{ok} + 3 f_{ok}$$

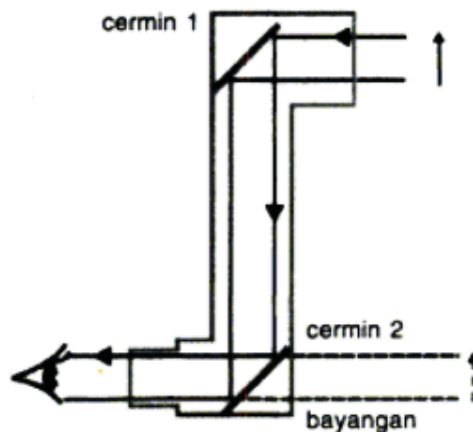
$$L = 11 f_{ok}$$

$$110 = 11 f_{ok}$$

$$f_{ok} = \frac{110}{11} = 10$$

jadi fokus pembaliknya adalah  $f_p = \frac{1}{2} f_{ok} = \frac{1}{2} (10) = 5 \text{ cm}$

5. Gambar pembentukan bayangan periskop sederhana dengan 2 cermin datar



## F. Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom jawaban.

| No     | Pertanyaan                                                                                              | Jawaban |       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
|        |                                                                                                         | Ya      | Tidak |
| 1      | Apakah Anda tahu macam-macam teropong?                                                                  |         |       |
| 2      | Apakah Anda bisa menghitung perbesaran dan panjang teropong?                                            |         |       |
| 3      | Apakah Anda bisa menggambarkan jalannya sinar pada teropong dan proyektor?                              |         |       |
| 4      | Apakah Anda tahu fungsinya proyektor?                                                                   |         |       |
| 5      | Apakah Anda sudah mampu menerapkan prinsip kerja alat optik melalui praktik membuat teropong sederhana? |         |       |
| Jumlah |                                                                                                         |         |       |

### Catatan:

Bila ada jawaban “Tidak” maka segera lakukan review pembelajaran.

Bila semua jawaban “Ya” maka Anda dapat melanjutkan kegiatan Pembelajaran berikutnya

## EVALUASI

1. Mata dapat melihat benda apabila terbentuk ....
  - A. Nyata dan tegak di retina
  - B. Nyata dan terbalik di retina
  - C. Maya dan tegak di retina
  - D. Maya dan terbalik di retina
  - E. Maya dan tegak di depan lensa
2. Cacat mata yang dikoreksi dengan lensa silindris adalah ....
  - A. Miopi
  - B. Hipermetropi
  - C. Presbiopi
  - D. Katarak
  - E. Astigmatisma
3. Penderita miopi menggunakan kacamata -2D agar penglihatannya menjadi normal. Apabila orang tersebut tanpa kacamata, titik jauhnya sebesar ....
  - A. 50 cm
  - B. 75 cm
  - C. 100 cm
  - D. 125 cm
  - E. 150 cm
4. Seorang penderita rabun dekat dengan titik dekat 100 cm ingin membaca pada jarak baca normal. Jenis kacamata yang harus digunakan dan jarak fokusnya adalah ....
  - A. Cekung dengan fokus 50 cm
  - B. Cembung dengan fokus 33,3 cm
  - C. Rangkap dengan fokus 25 cm
  - D. Cekung dengan fokus 33,3 cm
  - E. Cembung dengan fokus 50 cm
5. Bayangan dari foto sebuah gedung yang tercetak pada film memiliki tinggi 26,0 mm. Foto ini dihasilkan oleh sebuah kamera yang memiliki jarak fokus 52,0 mm. Jika lensa kamera berada 100 m dari gedung ketika foto itu diambil, maka tinggi gedung adalah ....
  - A. 50 m
  - B. 60 m
  - C. 70 m
  - D. 80 m
  - E. 100 m
6. Sebuah kaca pembesar memiliki lensa dengan kekuatan 25 dioptri, maka perbesaran maksimum yang dapat diperoleh adalah ....
  - A. 5,00
  - B. 6,25
  - C. 7,25
  - D. 8,00
  - E. 10,0
7. Pengamat bermata normal menggunakan mikroskop. Preparat diletakkan 2,5 cm di depan lensa objektif yang mempunyai jarak fokus 2 cm. Jika jarak fokus lensa okuler

yang digunakan 25 cm, maka perbesaran mikroskop saat pengamat berakomodasi maksimum ( $s_n = 25$  cm) adalah ....

- A. 4 kali
  - B. 5 kali
  - C. 6 kali
  - D. 8 kali
  - E. 10 kali
8. Sebuah mikroskop mempunyai objektif yang berjarak titik api 2 cm. Sebuah objek diletakkan 2,2 cm di bawah lensa objektif. Jika perbesaran okuler 10 kali maka perbesaran mikroskop itu ....
- A. 11 kali
  - B. 20 kali
  - C. 22 kali
  - D. 50 kali
  - E. 100 kali
9. Teropong Bintang mempunyai lensa objektif dan okuler masing-masing berkekuatan  $\frac{1}{2}$  D dan 10 D. Apabila pengamatan tanpa akomodasi dan akomodasi maksimum, maka perbesaran yang diperoleh masing-masing sebesar ....
- A. 10 kali dan 15 kali
  - B. 15 kali dan 20 kali
  - C. 20 kali dan 25 kali
  - D. 20 kali dan 28 kali
  - E. 26 kali dan 32 kali
10. Lensa objektif yang digunakan kedua teropong sama yaitu 60 cm. Anggap mata tidak berakomodasi dan mendapatkan perbesaran 3 kali perbesaran benda. Jika panjang fokus lensa pembalik 10 cm, perbandingan panjang teropong bintang dan teropong bumi adalah ....
- A. 1 : 2
  - B. 1 : 3
  - C. 2 : 3
  - D. 3 : 2
  - E. 3 : 4

## KUNCI JAWABAN EVALUASI

1. B
2. E
3. A
4. B
5. A
6. C
7. D
8. E
9. D
10. C

## DAFTAR PUSTAKA

- Foster, Bob. 2012. *Fisika Terpadu Untuk SMA/MA Kelas X Semester 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kanginan, Marthen. 2017. *Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Nursyamsuddin. 2008. *Panduan Praktikum Terpilih Fisika SMA Untuk Kelas X*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sears, Zemansky. 1994. *Fisika Untuk Universitas 3 Optika Fisika Modern (Terjemahan)*. Bandung: Penerbit Binacipta.
- Surya, Yohanes. 1996. *Olimpiade Fisika SMU Caturwulan Kedua Kelas 2*. Jakarta: Penerbit PT Prmatika Cipta Ilmu.