

ALAT - ALAT OPTIK

1. Pendahuluan

Alat optik banyak digunakan, baik untuk keperluan praktis dalam kehidupan sehari-hari maupun untuk keperluan keilmuan. Beberapa contoh alat optik antara lain:

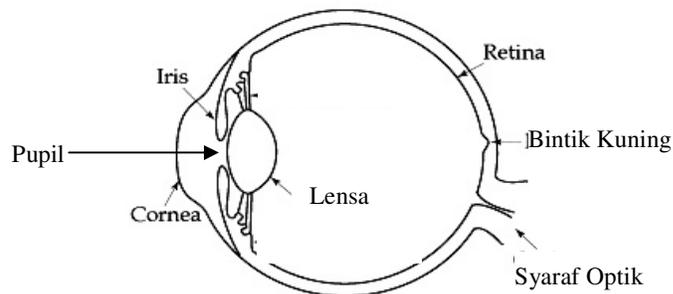
- Kaca Pembesar (Loupe / Lup)
- Kacamata
- Teropong
- Kamera
- Mikroskop
- Proyektor
- Periskop
- Mata

Dengan mata, kita dapat mengamati objek di sekitar kita secara baik. Namun untuk objek berukuran sangat kecil, mata kita tidak mampu mengamatinya. Demikian halnya untuk objek yang letaknya sangat jauh, mata tidak dapat mengamatinya secara baik. Jadi mata kita memiliki keterbatasan dalam mengamati suatu objek.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, digunakan alat optik misalnya Lup dan Mikroskop untuk mengamati benda-benda berukuran kecil, Teleskop untuk mengamati benda-benda yang letaknya sangat jauh agar terlihat jelas. Selanjutnya akan dibahas 3 alat optik saja, yaitu **Mata**, **Lup**, dan **Mikroskop**.

2. Mata

Mata sebagai indera penglihat merupakan alat optik yang sangat penting. Bagian-bagian penting mata ditunjukkan pada gambar berikut.



Proses melihat dapat dijelaskan sebagai berikut: berkas sinar dari objek menuju ke mata, kemudian dibiaskan oleh lensa mata sehingga terbentuk bayangan nyata dan terbalik di retina. Oleh syaraf penglihatan yang ada pada retina hal itu diteruskan ke otak sehingga terjadi kesan melihat.

Pada retina terdapat cekungan yang dinamakan **Bintik Kuning** dan di pusat bintik kuning tersebut syaraf penglihatan paling peka dibandingkan tempat lain pada retina. Pada bagian yang paling peka tersebut indera penglihatan paling kuat dan dinamakan **Fovea**. Agar mata dapat melihat objek secara jelas, bayangan objek tersebut haruslah tepat berada di tempat itu.

Jika bayangan suatu objek terbentuk di daerah syaraf optik, maka objek tersebut tidak terlihat. Daerah ini dinamakan **Bintik Buta**. Jumlah cahaya yang masuk ke mata diatur oleh pupil yang bertindak sebagai diafragma. Ukuran lubang pupil dapat membesar atau mengecil tergantung kuat lemahnya cahaya yang menuju ke mata. Jika cahaya yang menuju ke mata terlalu kuat (terang), lubang pupil mengecil dan sebaliknya jika cahaya yang menuju ke mata lemah (redup) lubang pupil membesar.

Dalam keseharian, mata harus mengamati objek-objek yang jaraknya berbeda-beda dari yang sangat dekat sampai yang sangat jauh dari mata. Dengan menerapkan prinsip pembentukan bayangan oleh lensa cembung pada mata kita, maka lensa mata harus dapat membentuk bayangan dari objek yang dilihat pada bintik kuning (tepatnya pada Fovea).

Agar bayangan selalu terbentuk pada bintik kuning, meskipun objek yang dilihat berada di dekat maupun jauh dari mata, maka lensa mata harus harus mengubah kecembungannya. Untuk melihat objek yang sangat dekat, otot mata harus makin tegang sehingga lensa mata makin cembung (berakomodasi). Sedangkan pada waktu melihat objek yang letaknya jauh, otot mata tidak perlu tegang (otot mata dalam kondisi rileks).

Mata memiliki keterbatasan jarak pandang, baik jarak yang paling dekat maupun jarak yang paling jauh dari mata. Titik terdekat yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata (berakomodasi maksimum) disebut **titik dekat (*punctum proximum*)**. Sedangkan titik terjauh yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata (tidak berakomodasi) disebut **titik jauh (*punctum remotum*)**.

Mata normal orang dewasa memiliki titik dekat antara 20 - 30 cm (biasanya diambil sebesar 25 cm), sedangkan titik jauhnya berada di jauh tak berhingga. Kemampuan berakomodasi sangat menentukan titik dekat mata, semakin kuat daya akomodasi semakin semakin kecil jarak titik dekatnya (titik dekat lebih dekat ke mata). Sebaliknya, semakin lemah daya akomodasi semakin jauh letak titik dekatnya,

Dengan bertambahnya usia, kemampuan berakomodasi otot mata makin lemah sehingga letak titik dekatnya makin menjauhi mata. Jarak titik dekat mata bervariasi sesuai dengan usia, kira-kira sebagai berikut:

- Usia 10 – 30 tahun, titik dekat: 7 – 14 cm
- Usia 30 – 60 tahun, titik dekat: 22 – 200 cm

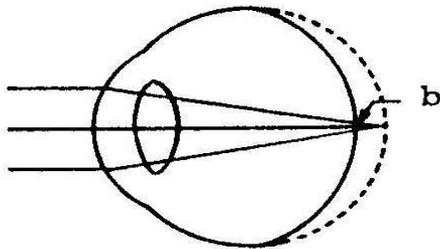
2.1. Cacat Mata

Pada umumnya cacat mata disebabkan oleh tidak sempurnanya sistem optik mata. Cacat mata yang biasa dijumpai misalnya:

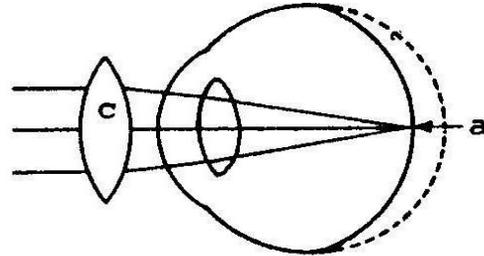
- Rabun dekat (Hipermetropi)
- Rabun jauh (Miopi)
- Mata tua (Presbiopi)
- Astigmatisma

2.2. Rabun Dekat (Hipermetropi)

Penderita rabun dekat tidak dapat melihat secara jelas objek yang letaknya dekat dengan mata (hanya dapat melihat objek yang letaknya jauh dari mata). Rabun dekat atau *hipermetropi* merupakan cacat mata yang terjadi karena lensa mata tidak dapat mencembung atau tidak dapat berakomodasi sebagaimana mestinya. Akibatnya, berkas cahaya dari objek di jauh tak berhingga terfokus dan membentuk bayangan di belakang retina (jadi benda tidak terlihat jelas).



Mata rabun dekat, bayangan di belakang retina

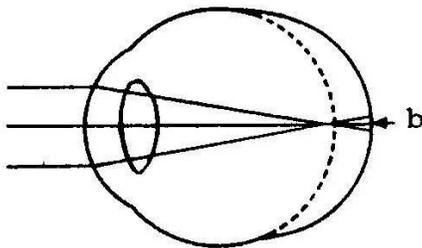


Mata rabun dekat, ditolong dengan lensa cembung (+), bayangan tepat di retina

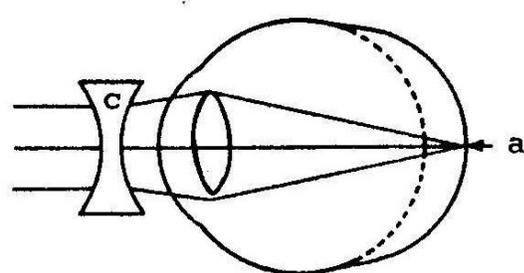
Letak titik dekat mata hipermetrop lebih jauh dibandingkan letak titik dekat mata normal. Untuk menolong penderita rabun dekat diperlukan kacamata berlensa cembung (+), yang bersifat mengumpulkan berkas cahaya. Lensa ini berfungsi membentuk bayangan maya di titik dekat mata dari objek yang berada pada jarak baca normal.

2.3. Rabun Jauh (Miopi)

Rabun jauh atau miopi merupakan cacat mata yang terjadi karena lensa mata tidak dapat menipis sebagaimana mestinya. Akibatnya, berkas cahaya dari objek di jauh tak berhingga terfokus dan membentuk bayangan di depan retina (jadi benda tidak terlihat jelas). Jadi titik jauh mata tidak berada di jauh tak berhingga, tetapi pada jarak tertentu dari mata. Dengan demikian, penderita rabun jauh tidak dapat melihat objek yang sangat jauh (tak berhingga).



Mata Miopi, bayangan di depan retina



Mata Miopi, ditolong dengan lensa cekung (-), bayangan tepat di retina

Penderita miopi dapat ditolong dengan kaca mata berlensa negatif (cekung), yang bersifat menyebarkan berkas cahaya. Lensa ini berfungsi membentuk bayangan

maya di titik jauh mata dari benda yang berada di jauh tak berhingga. Dengan demikian, benda yang berada di jauh tak berhingga akan membentuk bayangan tepat di retina, sehingga terlihat jelas.

2.4. Presbiopi (mata tua)

Mata tua atau presbiopi banyak dialami oleh orang-orang lanjut usia. Cacat mata ini disebabkan oleh berkurangnya daya akomodasi mata (otot mata sudah lemah). Akibatnya, baik titik dekat maupun titik jauh mata letaknya bergeser, yaitu titik dekat bergeser menjauhi mata, sedangkan titik jauh bergeser mendekati mata.

Dengan demikian, penderita presbiopi tidak dapat melihat secara jelas, baik objek yang berada pada jarak baca normal maupun yang berada di tempat sangat jauh. Untuk menolong penderita ini, digunakan kacamata berlensa ganda, yaitu lensa untuk melihat jauh dan lensa untuk membaca.

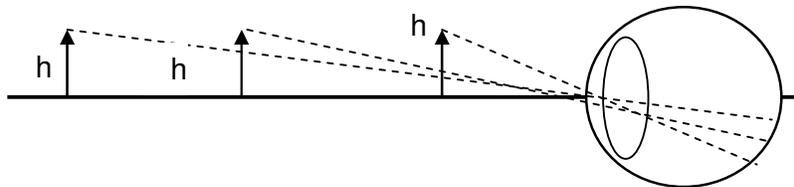
2.5. Astigmatisma

Cacat mata ini disebabkan oleh bentuk permukaan kornea mata yang *tidak sferis*, artinya kelengkungan pada satu bidang tidak sama tajamnya dengan kelengkungan pada bidang yang lain. Akibatnya, suatu bingkai horisontal dan bingkai vertikal tidak dapat difokuskan dengan baik secara bersamaan. Untuk menolong penderita ini, digunakan kacamata berlensa *silindris*.

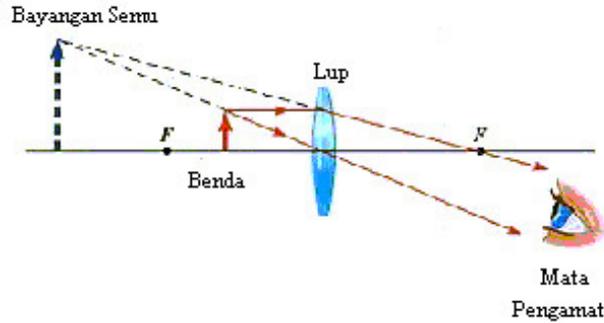
3. Lup

Agar dapat melihat secara teliti benda-benda berukuran kecil, kita harus mendekatkan benda tersebut ke mata kita. Dengan menggeser benda lebih dekat ke mata berarti kita memperbesar sudut penglihatan, sehingga benda tersebut terlihat lebih besar. Jadi agar suatu benda tampak lebih besar, maka sudut penglihatan kita terhadap benda itu harus diperbesar.

Hal itu serupa dengan fenomena sehari-hari saat kita melihat gunung di kejauhan tampak lebih rendah daripada pohon kelapa di depan kita. Gambar berikut menunjukkan sebuah benda setinggi h diamati dengan sudut penglihatan yang berbeda-beda. Bayangan yang terjadi pada retina lebih besar jika sudut penglihatan diperbesar ($h_3 > h_2 > h_1$ karena sudut penglihatan $\alpha > \beta > \gamma$)



Cara lain untuk memperbesar sudut penglihatan adalah dengan menggunakan lensa cembung (+) atau lup. Lup dipasang di antara mata dan benda yang akan diamati, kemudian lup digeser mendekati benda tersebut sampai terlihat lebih besar dan jelas (letak benda harus di antara lensa dan F seperti gambar berikut).



Perbesaran sudut (anguler) pada lup:

$$M = \frac{25}{f} + 1 \quad (f \text{ dalam cm}) \rightarrow \text{untuk mata berakomodasi maksimum.}$$

$$M = \frac{25}{f} \quad (f \text{ dalam cm}) \rightarrow \text{untuk mata tidak berakomodasi (benda di F)}$$

Perbesaran sudut yang dapat diperoleh dengan lup sederhana kira-kira 2X – 4X. Untuk memperoleh perbesaran yang lebih besar lagi, digunakan mikroskop.

Latihan

1. Seorang penderita rabun dekat titik dekatnya 50 cm. Lensa dengan kekuatan berapa dioptri yang harus digunakan, agar dapat melihat secara jelas pada jarak baca normal (25 cm)?

Petunjuk penyelesaian

1. Rabun dekat = hipermetropi
 - Titik dekat mata 50 cm, berarti mata hanya dapat melihat dengan jelas benda-benda yang berada pada jarak 50 cm sampai jauh tak berhingga.
 - Lensa yang digunakan harus dapat membentuk bayangan maya pada jarak 50 cm dari benda yang terletak pada jarak baca normal (25 cm).
 - Dari soal diketahui:
 $S_o = 25 \text{ cm}$ $S_i = - 50 \text{ cm}$ (Ingat! Bayangan maya)

Dengan cara yang sama dengan soal nomor 1 diperoleh:
 $f = 50 \text{ cm}$ atau $f = 0,5 \text{ m}$

Ingat kembali pengertian kekuatan lensa $P = \frac{1}{f}$ (f dalam meter).

Diperoleh $P = 2$ dioptri.
 Jadi mata tersebut harus ditolong dengan lensa positif berkekuatan 2 dioptri atau berjarak titik api 0,5 m (50 cm)

2. Seorang penderita miopi memiliki titik jauh 4 meter. Agar orang tersebut dapat melihat benda yang berada di jauh tak berhingga, lensa dengan jarak titik api berapakah yang harus digunakan?

Petunjuk penyelesaian

Miopi = rabun jauh.

- Titik jauh mata 4 meter, berarti mata hanya dapat melihat dengan jelas benda-benda yang berada pada jarak baca normal (25 cm) sampai paling jauh 4 meter.
- Lensa yang digunakan harus dapat membentuk bayangan maya pada jarak 4 meter dari benda yang berada di jauh tak berhingga.
- Jika jarak benda: S_o , jarak bayangan: S_i , dan jarak titik api lensa: f , maka dapat dituliskan:

$$S_o = \infty \quad S_i = -4 \text{ m (Ingat! Bayangan maya)}$$

$$\frac{1}{S_o} + \frac{1}{S_i} = \frac{1}{f} \rightarrow \text{diperoleh } f = -4 \text{ m}$$

Jadi orang tersebut harus menggunakan kacamata **berlensa negatif** dengan jarak titik api 4 m ($f = -4 \text{ m}$), atau **berkekuatan - 0,25 dioptri**.

Soal PR

- Seseorang menggunakan kacamata dengan lensa berkekuatan $-0,125$ dioptri. Cacat mata apakah yang dialami orang itu? Berapa meter titik jauh orang tsb?
- Seorang penderita hipermetropi memiliki titik dekat 125 cm. Berapa dioptri lensa kacamata yang harus digunakan agar dapat membaca pada jarak normal?