Cahaya tidak memiliki wujud, tidak dapat dipegang, namun cahaya ada disekitar kita dan dapat dirasakan keberadaannya. Cahaya dapat membantu melihat benda – benda disekitar terlihat jelas.

Apabila tidak ada cahaya, yang terlihat hanyalah kegelapan. Mengapa cahaya dapat membantu melihat benda? bagaimana proses melihat dengan bantuan cahaya? yuk, pelajari ringkasan materi dibawah dengan seksama.

Cahaya dan Alat Optik

Photo by Ksenia Chernaya on Pexels.com

1. Sifat – sifat Cahaya

Sifat – sifat cahaya ada 4 yaitu merambat lurus, dapat dipantulkan, dapat dibiaskan dan merupakan gelombang elektromagnetik. Cahaya merambat lurus contohnya lilin atau lampu yang dinyalakan dalam ruangan gelap akan menerangi ruangan tersebut.

Pemantulan terjadi jika cahaya menumbuk suatu permukaan bidang, pemantulan berupa pemantulan baur dan pemantulan teratur. Pemantulan baur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang tidak rata seperti aspal, tembok, batang kayu dan sebagainya.

Pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang rata seperti cermin datar atau permukaan air danau yang tenang. Pada pemantulan baur dan pemantulan teratur, sudut pemantulan cahaya besarnya selalu sama dengan sudut datangnya cahaya.

Ilustrasi pemantulan baur dan teratur :

Hukum Pemantulan Cahaya

1). Sinar datang, garis normal dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar .
2). Besar sudut datang sama dengan besar sudut pantul ( )

Berikut proses pemantulan cahaya pada cermin datar

Cahaya yang mengenai benda sebagian dipantulkan ke mata, sebagian lagi diserap benda sebagai energi, contohnya cahaya yang mengenai benda terlihat berwarna merah, berarti spektrum cahaya merah dipantulkan oleh benda dan spektrum cahaya lainnya diserap oleh benda.

Pembiasan terjadi jika cahaya melalui 2 medium yang kerapatan optiknya berbeda. Semakin besar kecepatan cahaya melalui 2 medium, semakin besar pula efek pembiasannya. Namun, pembiasan tidak terjadi saat cahaya masuk dengan posisi tegak lurus bidang batas kedua medium. Berikut contoh pembiasan :

Download dari situs https://wirahadie.com

(a) : pembiasan berkas cahaya, (b) : pembiasan sendok dalam gelas berisi air

Gelombang cahaya terbentuk karena adanya perubahan medan magnet dan medan listrik secara periodik sehingga merupakan gelombang elektromagnetik. Gelombang cahaya matahari memancar ke segala arah sampai ke bumi meskipun melalui ruang hampa. Ini berarti cahaya dapat merambat melalui ruang kosong tanpa adanya materi.

Berdasar frekuensinya, gelombang elektromagnetik ada banyak jenis yang disebut spektrum elektromagnetik. Berikut jenis – jenis spektrum elektromagnetik :

Cahaya tampak adalah cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia, sekitar 400 – 700 nm. Warna cahaya yang dapat dilihat tergantung pada panjang gelombang dari gelombang cahaya yang masuk ke mata. Benda hanya memantulkan cahaya yang warnanya sama dengan warna permukaannya, sehingga kita dapat menghindari dengan tepat warna benda.

2. Pembentukan Bayangan pada Cermin

Bayangan bersifat nyata jika titik potongnya diperoleh dari perpotongan sinar – sinar pantul yang mengumpul (konvergen). Sebaliknya, bayangan bersifat maya jika titik potongnya merupakan hasil perpanjangan sinar – sinar pantul yang menyebar (divergen). Berikut contoh pembentukan bayangan pada cermin datar :

s = jarak benda terhadap cermin
s’ = jarak bayangan terhadap cermin

Cara melukis pembentukan bayangan pada cermin datar :

1). Lukis sinar benda menuju cermin dan dipantulkan ke mata sesuai hukum pemantulan cahaya yaitu ( )
2). Lukis sinar kedua seperti langkah pertama
3). Lukis perpanjangan sinar – sinar pantul dibelakang cermin hingga berpotongan. Perpotongan sinar – sinar pantul merupakan bayangan benda
4). Jarak benda terhadap cermin sama dengan jarak bayangan terhadap cermin

Bayangan pada cermin datar bersifat maya. Titik bayangan dihasilkan dari perpotongan

Download dari situs https://wirahadie.com

sinar – sinar pantul yang digambarkan oleh garis putus – putus. Cahaya dapat dipantulkan pada cermin datar, cermin cekung dan cermin cembung. Cahaya akan dibiaskan pada lensa cekung dan lensa cembung.

Cermin lengkung adalah cermin yang permukaannya melengkung. Cermin lengkung ada 2 yaitu cermin cekung dan cembung. Berikut penampang melintang cermin lengkung :

Unsur – unsur cermin lengkung yaitu :

1). Pusat kelengkungan cermin : titik di pusat bola yang diiris menjadi cermin, disimbolkan dengan *M*

2). Vertex : titik di permukaan cermin yang sumbu utamanya bertemu dengan cermin, disimbolkan dengan O

3). Titik api (titik fokus) : titik bertemunya sinar – sinar pantul yang sejajar dengan sumbu utama (terletak antara vertex dan titik pusat), disimbolkan dengan *F*

4). Jari – jari kelengkungan cermin : jarak antara vertex (O) ke pusat kelengkungan cermin (M), disimbolkan dengan *R*

5). Jarak fokus : jarak dari vortex ke titik api, disimbolkan dengan *f*.

Pembentukan bayangan pada cermin dan lensa menggunakan sinar – sinar istimewa. Sinar – sinar istimewa pada cermin cekung :

No.	Sinar – sinar istimewa	Diagram sinar
1.	Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus	
2.	Sinar datang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama	
3.	Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan melalui titik pusat kelengkungan cermin	

Cara melukis sinar istimewa cermin cekung

1). Pilih titik pada ujung atas benda dan lukis dua sinar datang melalui titik tersebut menuju cermin

Download dari situs https://wirahadie.com

2). Setelah sinar – sinar datang mengenai cermin, pantulkan kedua sinar sesuai aturan sinar istimewa cermin cekung

3). Tandai titik potong sinar pantul sebagai tempat bayangan benda

4). Lukis perpotongan sinar – sinar pantul tersebut

Berikut contoh melukis bayangan cermin cekung

1). Benda berada pada jarak lebih dari R :

Bayangan yang terbentuk : nyata, terbalik dan diperkecil

2). Benda di titik fokus (F) :

Bayangan yang terbentuk : tidak terbentuk bayangan atau bayangan terletak di jauh tak hingga

3). Benda diantara cermin dan F :

Bayangan yang terbentuk : maya, tegak dan diperbesar

Pembagian ruang menurut Dalil Esbach :

Menurut Dalil Esbach, jumlah ruang benda dengan ruang bayangan = 5 ($R_{benda} + R_{bayangan} = 5$)

Persamaan cermin cekung :

dengan :
f = jarak fokus (cm)
s = jarak benda ke cermin (cm)

Download dari situs https://wirahadie.com

s’ = jarak banyangan (layar) ke cermin (cm)

Perbesaran cermin cekung :

dengan :
M = perbesaran
s = jarak benda ke cermin
h = tinggi benda
s’ = jarak bayangan (layar) ke cermin
h’ = tinggi bayangan
h’ positif menyatakan bayangan adalah tegak (dan maya)
h’ negatif menyatakan bayangan adalah terbalik (dan nyata)

Bayangan pada cermin cembung bersifat maya, tegak dan diperkecil. Berikut sinar – sinar istimewa pada cermin cembung :

Cara melukis bayangan pada cermin cembung :

1). Pilih titik pada ujung atas benda dan lukis dua sinar datang melalui titik tersebut menuju cermin

2). Setelah sinar – sinar datang mengenai cermin, pantulkan kedua sinar sesuai aturan sinar istimewa pada cermin cembung

3). Tandai titik potong sinar – sinar pantul atau perpanjangan sinar – sinar pantul sebagai tempat bayangan benda

4). Lukis bayangan benda pada cermin perpotongan sinar – sinar pantul

Contoh pembentukan bayangan pada cermin cembung :

Persamaan cermin cembung sama dengan cermin cekung, namun titik fokus (F) dan pusat kelengkungan (M) terletak dibelakang, sehingga jarak folus (f) dan jari – jari (R) bernilai negatif.

Download dari situs https://wirahadie.com

3. Lensa

Lensa adalah benda bening yang memiliki permukaan berbentuk cekung atau cembung, berfungsi membiaskan cahaya. Jika dipegang, lensa cembung bagian tengahnya lebih tebal daripada bagian tepi. Lensa cekung bagian tengahnya lebih tipis daripada bagian tepi. Berikut contoh lensa cembung dan lensa cekung :

Kaca pembesar (lup) bagian utamanya lensa cembung yang berfungsi memperbesar bayangan benda yang akan diteliti. Sifat bayangan pada lensa cekung dan cembung tergantung pada posisi benda.

Sinar – sinar istimewa pada lensa cembung :

No.	Sinar istimewa	Diagram sinar
1	Sinar datang sejajar sumbu utama lensa akan dibiaskan menuju titik fokus aktif (F_1) dibelakang lensa	
2	Sinar datang melalui titik fokus pasif (F_2) didepan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama	
3	Sinar datang melalui pusat optik lensa (O) akan diteruskan tanpa dibiaskan	

Sinar – sinar istimewa pada lensa cekung :

Pada lensa cekung, benda yang terletak didepan lensa akan selalu menghasilkan bayangan maya, tegak, diperkecil dan terletak didepan lensa. Perbesaran pada lensa :

Pada lensa cembung, titik fokus (F) bernilai positif (sama seperti cermin cekung); pada lensa cekung, titik fokus bernilai negatif (sama seperti cermin cembung).

Kuat lensa (D) adalah kemampuan lensa dalam mengumpulkan atau menyebarkan sinar, satuannya dioptri, dinyatakan sebagai :

Download dari situs https://wirahadie.com

Dengan syarat f harus dinyatakan dalam m, jika f dinyatakan dalam cm maka rumusnya :

4. Indra Penglihatan Manusia dan Hewan

Mata adalah organ penglihatan pada manusia dan hewan, berbentuk bulat, memiliki bagian – bagian yang memiliki fungsi berbeda. Mata manusia dilindungi oleh 3 lapisan yaitu lapisan sklera yang membentuk kornea, lapisan koroid yang membentuk iris dan lapisan ketiga (retina). Berikut bagian – bagian mata manusia :

Mata berbentuk seperti bola, berdiameter 2,5 cm. Sklera membentuk putih mata, bersambung dengan bagian depan bening (kornea). Kornea bersifat kuat, tembus cahaya, berfungsi melindungi bagian sensitif dibelakangnya dan memfokuskan bayangan pada retina.

Pupil adalah bagian berwarna hiam yang merupakan jalan masuknya cahaya ke mata. Pupil dikelilingi iris : bagian berwarna pada mata yang letaknya dibelakang kornea. Besar kecilnya pupil dan iris tergantung cahaya yang masuk ke mata.

Lensa mata berbentuk bikonvex (cembung depan – belakang), bersifat fleksibel, otot siliar yang ada di mata akan membantu mengubah kecembungan mata. Berikut contoh kecembungan lensa mata :

Ketika melihat benda berjarak jauh, otot siliaris berelaksasi, menyebabkan lensa mata lebih datar (tak berakomodasi). Ketika melihat benda berjarak dekat, otot siliaris berkontraksi, menyebabkan lensa menjadi cembung (akomodasi maksimum).

Retina : sel yang sensitif terhadap cahaya matahari atau saraf penerima rangsang (fotoreseptor) pada bagian belakang mata. Sel fotoreseptor ada 2 yaitu sel batang dan sel kerucut. Sel batang akan menunjukkan responnya ketika di tempat redup, mampu menerima rangsang sinar tidak berwarna, jumlah selnya sekitar 125 juta.

Sel kerucut memungkinkan kita melihat warna, tapi membutuhkan cahaya yang lebih terang dari sel batang, jumlah selnya sekitar 6,5 – 7 juta. Berikut struktur sel batang dan sel kerucut :

Download dari situs https://wirahadie.com

Mekanisme cahaya masuk ke mata manusia : cahaya masuk melalui kornea → merambat melalui pupil → masuk ke lensa mata (bayangan difokuskan) → bayangan terbentuk pada retina → sel khusus di retina mengubah bayangan menjadi impuls → impuls menuju otak dan diterjemahkan sebagai obajek atau benda yang kita lihat.

Gangguan pada lensa mata dapat menyebabkan seseorang menderita hipermetropi, miopi, buta warna, presbiopi dan astigmatisma.

Hipermetropi adalah kelainan yang menyebabkan seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda yang jaraknya dekat (± 30 cm). Karena bayangan yang terbentuk jatuh di belakang retina. Penderita dibantu dengan lensa cembung. Berikut perubahan fokus sinar pada hipermetropi :

Kekuatan lensa kacamata yang diperlukan yaitu :

dengan :
P_H = kekuatan lensa kacamata hipermetropi (D)
s = jarak benda didepan kacamata (Cm)

PP (*punctum proximum*) = titik dekat mata (Cm)

Miopi adalah kelainan yang menyebabkan seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda yang jaraknya jauh (tak hingga). Karena bayangan yang terbentuk jatuh didepan retina. Penderita dibantu dengan lensa cekung. Berikut perubahan fokus sinar pada miopi :

Kekuatan lensa kacamata yang diperlukan :

dengan : P_M = daya lensa untuk miopi (D)

PR (*Punctum Remotum*) = titik jatuh mata (Cm)

Buta warna adalah kelainan yang disebabkan ketidakmampuan sel – sel kerucut mata

Download dari situs https://wirahadie.com

untuk menangkap suatu warna tertentu, bersifat menurun, ada 2 jenis yaitu buta warna total dan sebagian. Buta warna total hanya mampu melihat warna hitam dan putih, buta warna sebagian tidak mampu melihat warna tertentu misalnya merah, biru atau hijau saja.

Untuk menguji buta warna (uji ushihara) digunakan huruf tokek seperti berikut :

Penderita presbiopi tidak dapat melihat benda berjarak jauh dan berjarak dekat, karena kurangnya daya akomodasi mata. Penderita dibantu dengan lensa rangkap (kacamata bifokal) yaitu kaca mata cekung dan cembung.

Astigmatisma (silinder) adalah gangguan pada mata karena penyimpangan dalam pembentukan bayangan pada lensa, disebabkan cacat lensa yang tidak dapat memberi gambaran atau bayangan garis vertikal dengan horizontal secara bersamaan sehingga penglihatannya kabur. Penderita dibantu menggunakan kacamata silindris.

Mata serangga disebut mata majemuk (faset) yang terdiri atas beberapa omatidia (tunggal : omatidium). Omatidia berfungsi sebagai reseptor penglihatan yang terpisah.

Setiap omatidium terdiri atas 5 bagian yaitu :

1). Lensa : permukaan depannya merupakan satu faset mata majemuk

2). Kerucut kristalin : dapat menembus cahaya

3). Sel – sel penglihatan : peka terhadap cahaya

4). Sel – sel yang mengandung pigmen : pemisah antar omatidia

Setiap omatidium menangkap informasi penglihatan dari satu objek yang dilihat serangga dari arah yang berbeda – beda. Gabungan semua informasi omatidium merupakan bayangan mozaik yang menyusun pandangan serangga. Berikut struktur mata lalat :

Contohnya, lalat terdiri atas mata yang ditata dalam segi enam (omatidium), setiap oamtidium diarahkan keatas, bawah, depan, belakang dan samping sehingga bisa melihat ke semua arah; terdapat 8 neuron (reseptor cahaya) sehingga totalnya 48.000 sel indra penglihatan. Dengan demikian, lalat dapat memproses 100 gambar per detik.

Download dari situs https://wirahadie.com

5. Alat Optik dalam Kehidupan Sehari – hari

Pembentukan bayangan pada mata manusia merupakan bentuk pemanfaatan alat optik dalam kehidupan sehari – hari. Contoh alat optik dalam kehidupan sehari – hari yaitu kamera, lup, mikroskop, teropong dan teleskop.

Kamera : alat untuk mengambil gambar atau foto suatu objek; memiliki diafragma dan pengatur (shutter) untuk mengatur jumlah cahaya yang masuk ke lensa; kemudian memfokuskan bayangan benda pada film foto; bayangannya nyata, terbalik dan diperkecil; ukuran bayangan tergantung pada panjang fokus lensa dan jarak lensa pada film.

Berikut bagian – bagian kamera analog :

Kaca pembesar (lup) : alat untuk melihat objek yang kecil agar terlihat lebih besar dan jelas. Besar objek yang kita lihat, tergantung pada ukuran bayangan objek pada retina, ukuran bayangan tergantung pada sudut mata yang berhadapan dengan objek. Agar mata tidak mudah lelah ketika menggunakan lup, letakkan objek pada titik fokus lup.

Berikut contoh pengamatan menggunakan lup :

Keterangan gambar : (a) : pengamatan menggunakan lup dengan mata berakomodasi maksimum, (b) : pengamatan menggunakan lup dengan mata tak berakomodasi

Mikroskop : alat untuk melihat benda atau makhluk hidup yang bersifat mikroskopik. Mikroskop mempunyai 2 lensa cembung yaitu 1). Lensa okuler adalah lensa yang dekat dengan mata 2). Lensa objektif adalah lensa yang dekat dengan objek.

Berikut bagian – bagian mikroskop cahaya :

Benda yang diamati ditempatkan pada kaca objek dan disinari bawah. Cahaya melalui lensa objektif membentuk bayangan nyata dan diperbesar, kemudian diperbesar lagi oleh lensa okuler membentuk bayangan maya dan diperbesar. Berikut pembentukan bayangan pada mikroskop :

Download dari situs https://wirahadie.com

Teleskop : alat optik yang dapat melihat benda jarak jauh menjadi dekat; ada 2 jenis yaitu teleskop bias dan pantul. Teleskop bias sederhana adalah kombinasi antara 2 lensa cembung yang terletak pada bagian pipa. Lensa yang besar adalah objektif, lensa yang kecil adalah okuler. Lensa objektif membentuk bayangan dan diperbesar lagi dengan lensa okuler.

Lensa objektifnya berdiameter lebih besar daripada diameter mata, berarti banyak cahaya yang dipantulkan oleh objek masuk ke lensa kemudian ke mata, sehingga bayangan yang terbentuk sangat jelas dan detail. Berikut contoh teleskop bias :

Teleskop pantul : mempunyai cermin cekung pada lensa objektifnya, cahaya yang dipantulkan objek jauh masuk salah satu ujung tabung dan ditangkap oleh cermin lain pada ujung yang lain. Cahaya dipantulkan dari cermin cekung ke cermin datar dalam tabung, kemudian memantulkan cahaya ke lensa okuler yang berfungsi memperbesar gambar.

Berikut contoh teleskop pantul :

Demikian ringkasan materi tentang **Cahaya dan Alat Optik** semoga bermanfaat dan bisa menambah referensi kamu.

Download dari situs https://wirahadie.com