

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Multimedia Interaktif

Multimedia merupakan penggabungan dua kata "multi" dan "media". Multi yang berarti "banyak" sedangkan media atau bentuk jamaknya berarti medium.

Beberapa definisi multimedia menurut para ahli adalah sebagai berikut (Asyhar, 2011: 75):

1. Najjar mendefinisikan bahwa "*Multimedia is the use of text, graphics, animations, pictures, videos, and sound to present information. Since these media can now be integrated using a computer, there has been a virtual explosion of computer based multimedia instructional applications*".
2. Vaughan menjelaskan bahwa multimedia adalah sembarang kombinasi yang terdiri atas teks, seni grafik, bunyi, animasi, dan video yang diterima oleh pengguna melalui hardware komputer.
3. Heinich at al menyatakan bahwa multimedia merupakan penggabungan atau pengintegrasian dua atau lebih format media yang berpadu seperti teks, grafik, animasi, dan video untuk membentuk aturan informasi ke dalam sistem komputer.

Sehingga Asyhar (2011: 75-76) mendefinisikan multimedia menjadi dua, yaitu *multimedia content production* dan *multimedia communication* dengan definisi sebagai berikut:

1. *Multimedia Content Production*

Multimedia adalah penggunaan dan pemrosesan media (*text, audio, graphics, animation, video, dan interactivity*) yang berbeda untuk menyampaikan informasi atau menghasilkan produk multimedia (*music, video, film, game, entertainment, dll.*), atau penggunaan sejumlah teknologi yang berbeda yang memungkinkan

untuk menggabungkan media (*text, audio, graphics, animation, video, and interactivity*) dengan cara yang baru untuk tujuan komunikasi. Dalam kategori ini media yang digunakan adalah media teks, audio, video, animasi, *graph/image, interactivity* dan *special effect*.

2. *Multimedia Communication*

Multimedia adalah menggunakan media (massa), seperti televisi, radio, cetak, dan internet, untuk mempublikasikan, menyiarkan, atau mengkomunikasikan material *advertising, publicity, entertainment, news, education, dll*. Dalam kategori ini media yang digunakan adalah TV, radio, film, cetak, musik, *game, entertainment, tutorial, ICT (internet)* dan gambar.

Vaughan (2006) menyatakan bahwa :

Multimedia adalah kombinasi dari teks, foto, seni grafis, suara, animasi, dan elemen-elemen video yang dimanipulasi secara digital. Ketika pengguna multimedia mengontrol multimedia tersebut, maka multimedia ini disebut multimedia interaktif.

Dalam blog Nining Martiningtyas (6 februari 2012) menyatakan bahwa :

Multimedia merupakan perpaduan antara berbagai media (format file) yang berupa teks, gambar (vektor atau bitmap), grafik, *sound*, animasi, video, interaksi, dll. yang telah dikemas menjadi file digital (komputerisasi), digunakan untuk menyampaikan pesan kepada publik.

Pemanfaatan multimedia sangatlah banyak diantaranya untuk: media pembelajaran, *game, film*, medis, militer, bisnis, desain, arsitektur, olahraga, hobi, iklan/promosi, dll. (Wahono, 2007). Bila pengguna mendapatkan keleluasaan

dalam mengontrol multimedia tersebut, maka hal ini disebut multimedia interaktif.

Thorn dalam munir (2009) mengajukan enam kriteria untuk menilai multimedia interaktif, yaitu : (1) Kriteria pertama adalah kemudahan navigasi, (2) Kriteria kedua adalah kandungan kognisi, (3) Kriteria ketiga adalah presentasi informasi, (4) Kriteria keempat adalah integrasi media, (5) Kriteria kelima adalah artistik dan estetika dan (6) Kriteria penilaian yang terakhir adalah fungsi secara keseluruhan.

Multimedia interaktif menggabungkan dan mensinergikan semua media yang terdiri dari: a) teks; b) grafik; c) audio; dan d) interaktivitas (Green & Brown, 2002: 2-6).

a. Teks

Teks adalah simbol berupa medium visual yang digunakan untuk menjelaskan bahasa lisan. Teks memiliki berbagai macam jenis bentuk atau tipe (sebagai contoh: Time New Roman, Arial, Comic San MS), ukuran dan wana. Satuan dari ukuran suatu teks terdiri dari *length* dan *size*. *Length* biasanya menyatakan banyaknya teks dalam sebuah kata atau halaman. *Size* menyatakan ukuran besar atau kecil suatu huruf. Standar teks memiliki *size* 10 atau 12 poin. Semakin besar *size* suatu huruf maka semakin tampak besar ukuran huruf tersebut.

b. Grafik

Grafik adalah suatu medium berbasis visual. Seluruh gambar dua dimensi adalah grafik. Apabila gambar di render dalam bentuk tiga dimensi (3D), maka tetap disajikan melalui medium dua dimensi. Hal ini termasuk gambar yang disajikan

lewat kertas, televisi ataupun layar monitor. Grafik bisa saja menyajikan kenyataan (*reality*) atau hanya berbentuk *iconic*. Contoh grafik yang menyajikan kenyataan adalah foto dan contoh grafik yang berbentuk *iconic* adalah kartun seperti gambar yang biasa dipasang dipintu toilet untuk membedakan toilet laki-laki dan perempuan.

Grafik terdiri dari gambar diam dan gambar bergerak. Contoh dari gambar diam yaitu foto, gambar digital, lukisan, dan poster. Gambar diam biasa diukur berdasarkan *size* (sering disebut juga *canvas size*) dan resolusi. Contoh dari gambar bergerak adalah animasi, video dan film. Selain bisa diukur dengan menggunakan *size* dan resolusi, gambar bergerak juga memiliki durasi.

c. Audio

Audio atau medium berbasis suara adalah segala sesuatu yang bisa didengar dengan menggunakan indera pendengaran. Contoh: narasi, lagu, *sound effect*, *back sound*.

d. Interaktivitas

Interaktivitas bukanlah medium, interaktivitas adalah rancangan dibalik suatu program multimedia. Interaktivitas memungkinkan seseorang untuk mengakses berbagai macam bentuk media atau jalur didalam suatu program multimedia sehingga program tersebut dapat lebih berarti dan lebih memberikan kepuasan bagi pengguna. Interaktivitas dapat disebut juga sebagai *interface design* atau *human factor design*.

Interaktivitas dapat dibagi menjadi dua macam struktur, yakni struktur linear dan struktur non linear. Struktur linear menyediakan satu pilihan situasi saja kepada pengguna sedangkan struktur nonlinear terdiri dari berbagai macam pilihan kepada pengguna.

Green & Brown (2002: 3) menjelaskan, terdapat beberapa metode yang digunakan dalam menyajikan multimedia, yaitu:

- a. Berbasis kertas (*Paper-based*), contoh: buku, majalah, brosur.
- b. Berbasis cahaya (*Light-based*), contoh: *slide shows*, transparansi.
- c. Berbasis suara (*Audio-based*), contoh: *CD Players*, *tape recorder*, radio.
- d. Berbasis gambar bergerak (*Moving-image-based*), contoh: televisi, VCR (*Video cassette recorder*), film.
- e. Berbasis digital (*Digitally-based*), contoh: komputer.

Jadi dapat disimpulkan bahwa multimedia merupakan media yang terkumpul dari beberapa media untuk melibatkan beberapa indera dalam satu kegiatan pembelajaran. Dan jika pengguna dapat mengontrol multimedia tersebut maka disebut multimedia interaktif. Multimedia lebih ditekankan pada penggunaan berbagai media berbasis TIK dan komputer.

B. Multimedia Interaktif Tutorial

Rusman (2012 :210) mendefinisikan bahwa:

Tutorial merupakan bimbingan pembelajaran dalam bentuk pemberian arahan, bantuan, petunjuk, dan motivasi agar para siswa belajar secara efisien dan efektif. Pemberi bantuan berarti membantu siswa dalam mempelajari materi pelajaran. Petunjuk berarti memberi informasi tentang cara belajar secara efisien dan efektif. Arahan berarti mengarahkan para

siswa untuk mencapai tujuan masing-masing. Motivasi berarti menggerakkan kegiatan para siswa dalam mempelajari materi, mengerjakan tugas-tugas dan mengikuti penilaian. Bimbingan berarti membantu siswa memecahkan masalah.

Program tutorial merupakan program pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan menggunakan *software* berupa program komputer yang berisi materi pembelajaran dan soal-soal latihan. Perkembangan teknologi komputer membawa banyak perubahan pada sebuah program pembelajaran yang seharusnya didesain terutama pada upaya menjadikan teknologi ini mampu merekayasa keadaan sesungguhnya.

Dalam blog Didik Wira (5 September 2008) menyatakan bahwa :

Multimedia Interaktif format tutorial.

Format sajian ini merupakan multimedia pembelajaran yang dalam penyampaian materinya dilakukan secara tutorial, sebagaimana layaknya tutorial yang dilakukan oleh guru atau instruktur. Informasi yang berisi suatu konsep disajikan dengan teks, gambar, baik diam atau bergerak dan grafik. Pada saat yang tepat, yaitu ketika dianggap bahwa pengguna telah membaca, menginterpretasikan dan menyerap konsep itu, diajukan serangkaian pertanyaan atau tugas. Jika jawaban atau respon pengguna benar, kemudian dilanjutkan dengan materi berikutnya. Jika jawaban atau respon pengguna salah, maka pengguna harus mengulang memahami konsep tersebut secara keseluruhan ataupun pada bagian-bagian tertentu saja (*remedial*). Kemudian pada bahagian akhir biasanya akan diberikan serangkaian pertanyaan yang merupakan tes untuk mengukur tingkat pemahaman pengguna atas konsep atau materi yang disampaikan.

C. Manfaat Multimedia Interaktif Tutorial

Menurut Samodra dalam Dewi (2010:17) :

Secara umum manfaat yang dapat diperoleh adalah proses pembelajaran lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar siswa dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana dan kapan saja, serta sikap belajar siswa dapat ditingkatkan.

Beberapa keunggulan dari sebuah multimedia pembelajaran :

1. Memperbesar benda yang sangat kecil dan tidak tampak oleh mata, seperti kuman, bakteri, elektron.
2. Memperkecil benda yang sangat besar yang tidak mungkin dihadirkan ke sekolah, seperti gajah, rumah, gunung.
3. Menyajikan benda atau peristiwa yang kompleks, rumit dan berlangsung cepat atau lambat, seperti sistem tubuh manusia, bekerjanya suatu mesin, beredarnya planet Mars, berkembangnya bunga.
4. Menyajikan benda atau peristiwa yang jauh, seperti bulan, bintang, salju.
5. Menyajikan benda atau peristiwa yang berbahaya, seperti letusan gunung berapi, harimau, racun.
6. Meningkatkan daya tarik dan perhatian siswa.

Menurut Rusman (2012:214) bahwa :

Fungsi Tutorial adalah :

1. Adapun Kurikuler yakni sebagai pelaksanaan kurikulum sebagaimana telah dibutuhkan bagi masing-masing modul dan mengkomunikasikannya kepada siswa

2. Pembelajaran yakni melaksanakan proses pembelajaran agar para siswa aktif belajar mandiri melalui program interaktif yang telah dirancang dan ditetapkan
3. Diagnosis-bimbingan yakni membantu siswa yang mengalami kekeliruan, kelambatan, masalah dalam mempelajari pembelajaran berdasarkan hasil penilaian, baik formatif maupun sumatif sehingga siswa dapat membimbing dirinya sendiri
4. Administratif yakni mengalami proses pencatatan, pelaporan, dan penilaian.
5. Personal yakni memberikan teladan kepada siswa seperti penugasan mengorganisasikan materi, cara belajar sikap, dan perilaku secara tak langsung menggugah motivasi belajar mandiri dan motif berprestasi yang tinggi.

Sedangkan tujuan pembelajaran tutorial diantaranya :

1. Untuk meningkatkan penguasaan pengetahuan para siswa sesuai dengan yang dimuat dalam software pembelajaran, melakukan penguasaan materi yang relevan
2. Untuk meningkatkan kemampuan dan ketrampilan siswa tentang cara memecahkan masalah, mengatasi kesulitan atau hambatan agar mampu membimbing dirinya sendiri
3. Untuk meningkatkan kemampuan siswa dengan cara belajar mandiri.

D. Pengembangan Media Pembelajaran

Menurut Sadiman, dkk (2008), urutan dalam mengembangkan program media itu dapat diutarakan sebagai berikut:

1. Menganalisis kebutuhan dan karakteristik siswa,

Dalam proses belajar mengajar yang dimaksud dengan kebutuhan adalah kesenjangan antara kemampuan, keterampilan dan sikap siswa yang mereka miliki sekarang. Sebagai perancang program media kita harus dapat mengetahui pengetahuan atau keterampilan awal siswa pengetahuan/keterampilan yang dimaksud yaitu yang telah dimiliki siswa sebelum ia mengikuti kegiatan instruksional. Suatu program media akan dianggap terlalu mudah bagi siswa bila siswa tersebut telah memiliki sebagian besar pengetahuan/ keterampilan yang disajikan oleh program media itu. Sebaliknya program akan dipandang terlalu sulit bagi siswa bila siswa belum memiliki pengetahuan/ keterampilan prasyarat yang diperlukan siswa sebelum menggunakan media itu. Sebelum program dibuat, kita harus meneliti dengan baik pengetahuan awal maupun pengetahuan prasyarat yang dimiliki siswa yang menjadi sasaran program kita. Penelitian ini biasanya dilakukan dengan menggunakan tes. Bila tes ini tidak dapat dilakukan karena persoalan biaya, waktu, maupun alasan lainnya, pengembangan program sedikitnya harus dapat membuat asumsi-asumsi mengenai pengetahuan dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki siswa serta pengetahuan awal yang diduga telah dimiliki siswa.

2. Merumuskan tujuan instruksional (*instructional objective*) dengan operasional dan khas,

Tujuan merupakan sesuatu yang sangat penting dalam kehidupan kita. Tujuan dapat memberi arah tindakan yang kita lakukan. Tujuan ini juga dapat dijadikan acuan ketika kita mengukur apakah tindakan kita betul atau salah, atautkah tindakan kita berhasil atau gagal.

Dalam proses belajar mengajar, tujuan instruksional merupakan faktor yang sangat penting. Tujuan dapat memberi arah kemana siswa akan pergi, bagaimana ia harus pergi ke sana, dan bagaimana ia tahu bahwa telah sampai ke tempat tujuan. Tujuan ini merupakan pernyataan perilaku yang harus dapat dilakukan siswa setelah ia mengikuti proses instruksional tertentu. Untuk merumuskan tujuan instruksional dengan baik ada beberapa ketentuan yang perlu diingat, yaitu tujuan instruksional harus berorientasi kepada siswa bukan berorientasi pada guru dan tujuan harus dinyatakan dengan kata kerja yang operasional.

3. Merumuskan butir-butir materi secara terperinci yang mendukung tercapainya tujuan,

Untuk dapat mengembangkan bahan instruksional yang mendukung tercapainya tujuan itu, tujuan yang telah dirumuskan tadi harus dianalisis lebih lanjut. Bila semua sub kemampuan dan keterampilan serta sub-sub kemampuan dan keterampilan telah kita identifikasi kita akan memperoleh bahan instruksional terperinci yang mendukung tercapainya tujuan itu. Setelah daftar pokok-pokok bahan pembelajaran tersebut diperoleh, tugas

selanjutnya ialah mengorganisasikan urutan penyajian yang logis, artinya dari yang sederhana ke yang rumit atau dari yang konkret ke yang abstrak.

4. Mengembangkan alat pengukur keberhasilan,

Alat pengukur keberhasilan siswa ini perlu dirancang dengan seksama dan seyogyanya dikembangkan sebelum naskah program media ditulis atau sebelum kegiatan belajar mengajar dilaksanakan. Alat ini dapat berupa tes, penugasan, ataupun daftar cek perilaku. Alat pengukur keberhasilan harus dikembangkan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dan pokok-pokok materi pembelajaran yang akan disajikan kepada siswa.

5. Menulis naskah media,

Penyajian ini dapat disampaikan melalui media yang sesuai atau media yang dipilih. Supaya materi instruksional tersebut dapat disampaikan melalui media itu, materi tersebut perlu dituangkan dalam tulisan dan atau gambar yang kita sebut naskah program media.

6. Mengadakan tes dan revisi,

Media apapun yang dibuat, perlu dinilai terlebih dahulu sebelum dipakai secara luas. Ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah media yang dibuat tersebut dapat mencapai tujuan-tujuan yang telah ditetapkan atau tidak.

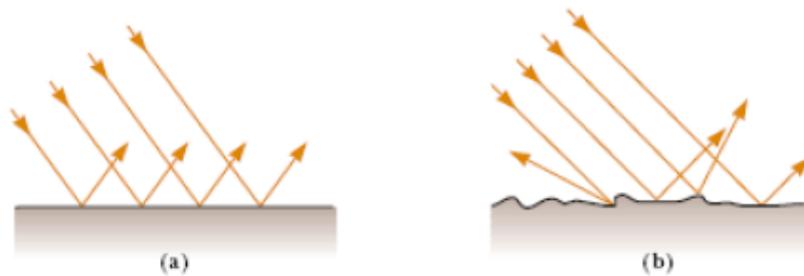
Menurut Asyhar (2011), di samping enam langkah tersebut, tahap validasi ahli sebaiknya dilakukan terhadap naskah media/prototipe yang sudah disusun, yaitu sebelum dilakukan uji coba lapangan.

E. Pemantulan Cahaya (*Light Reflection*)

1. Jenis Pemantulan

Pemantulan Teratur (*specular reflection*) terjadi karena pemantulan cahaya oleh permukaan-permukaan halus seperti cermin datar, sehingga berkas-berkas cahaya sejajar satu dengan yang lainnya.

Pemantulan Baur (*diffuse reflection*) terjadi karena pemantulan cahaya oleh permukaan yang kasar seperti kertas, sehingga cahaya yang dipantulkan ke segala arah (berkas-berkas cahaya tidak sejajar satu dengan yang lainnya).



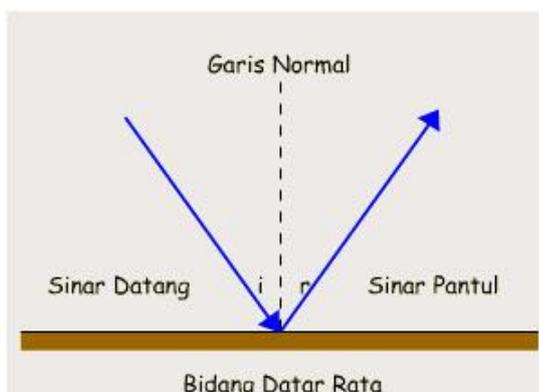
Gambar 2.1 Jenis Pemantulan

Keterangan gambar 2.1 :

- (a) Penggambaran pemantulan teratur (*Specular reflection*)
- (b) Penggambaran pemantulan baur (*Diffuse reflection*)

2. Hukum Pemantulan

- a) Sinar datang, sinar pantul dan garis normal berpotongan pada satu titik dan terletak pada satu bidang.
- b) Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r), $i = r$.



Gambar 2.2. Hukum Pemantulan

3. Pemantulan cahaya pada cermin datar

Sifat-sifat Bayangan pada Cermin Datar

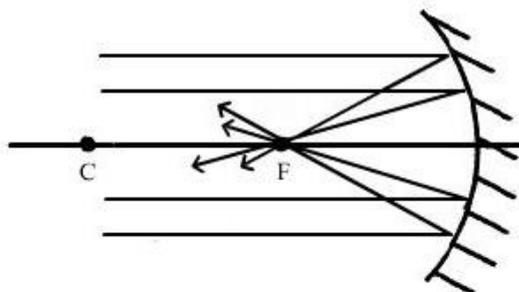
- Maya, karena dibelakang cermin, yang dibentuk oleh perpanjangan perpotongan sinar pantul.
- Sama besar dengan bendanya (perbesaran = 1) karena tinggi benda = tinggi bayangan.
- Tegak dan menghadap berlawanan arah (terbalik) terhadap bendanya.
- Jarak benda ke cermin sama dengan jarak bayangan dari cermin.

Dalam sajian multimedia interaktif, berawal dari adanya gambar garis cermin datar dan bayangan benda terletak di depan cermin, kemudian ada beberapa tombol navigasi dan perintah yang harus digunakan siswa untuk melihat pembentukan bayangan benda pada multimedia interaktif tutorial yang disajikan.

4. Pemantulan cahaya pada cermin cekung

Pada cermin cekung semua cahaya yang datang sejajar sumbu utama akan difokuskan sesuai dengan sifatnya yaitu mengumpulkan cahaya. Titik

berkumpulnya sinar-sinar pantul disebut titik fokus atau titik api yang terletak di sumbu utama. Cara melukis sinar-sinar pantulnya tetap menggunakan hukum pemantulan cahaya.



Gambar 2.3. Pemantulan cahaya sejajar sumbu utama pada cermin cekung

Dalam sajian multimedia interaktif, berawal dari adanya gambar garis cermin cekung dan bayangan benda terletak di depan cermin, kemudian ada beberapa tombol navigasi dan perintah yang harus digunakan siswa untuk melihat pembentukan bayangan benda pada multimedia interaktif tutorial yang disajikan.

5. Pembentukan bayangan oleh cermin cekung

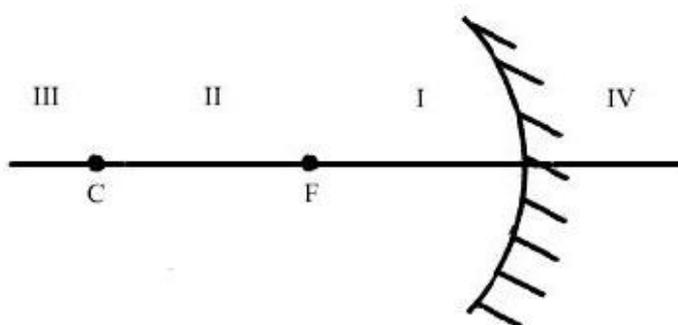
Untuk menggambarkan bagaimana terbentuknya bayangan pada cermin cekung dapat menggunakan bantuan sinar-sinar istimewa, dengan demikian lukisan bayangan akan dapat dilukis dengan mudah karena sinar-sinar tersebut mudah diingat ketentuannya tanpa harus mengukur sudut datang dan sudut bias.

Sinar-sinar istimewa pada cermin cekung adalah sebagai berikut:

- a) Sinar yang datang sejajar sumbu utama dipantulkan melalui titik fokus (F).

- b) Sinar yang datang melalui titik fokus (F) akan dipantulkan sejajar sumbu utama.
- c) Sinar-sinar yang datang melalui pusat kelengkungan (C) akan dipantulkan kembali melalui titik pusat kelengkungan tersebut.

Pembagian Ruang Tempat Benda dan Bayangan



Gambar 2.4. Pembagian ruang tempat benda dan bayangan

Keterangan :

I = ruang antara cermin dengan titik fokus (F)

II = ruang antara titik pusat (C) dengan titik fokus (F)

III = ruang antara titik pusat (C) sampai jauh tak terhingga

IV = ruang dibelakang cermin

6. Pemantulan cahaya pada cermin cembung

Sama halnya dengan cermin cekung, pada cermin cembung juga mempunyai tiga macam sinar istimewa. Karena jarak fokus dan pusat kelengkungan cermin cembung berada di belakang cermin maka ketiga sinar istimewa pada cermin cembung tersebut adalah :

- a) Sinar yang datang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus (F).

- b) Sinar yang datang menuju titik fokus (F) akan dipantulkan sejajar sumbu utama.
- c) Sinar-sinar yang menuju titik pusat kelengkungan (C) akan dipantulkan seolah-olah berasal dari titik pusat kelengkungan tersebut.

7. Hubungan antara jarak benda, jarak fokus dan jarak bayangan

Hubungan antara jarak benda (s), jarak fokus (f) dan jarak bayangan (s') pada cermin cekung dapat ditentukan dengan bantuan geometrik.

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s'} \quad \text{atau} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Bila jarak fokus sama dengan separuh jarak pusat kelengkungan cermin $f = \frac{1}{2} R$, sehingga persamaan cermin lengkung juga dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Dalam menggunakan persamaan tersebut perlu diperhatikan kesepakatan tanda yang telah disepakati bersama yaitu :

- a) Jarak benda s bernilai positif (+) jika benda nyata terletak di depan cermin. Jarak benda s bernilai negatif (-) jika benda maya terletak di belakang cermin.
- b) Jarak bayangan s' bernilai positif (+) jika bayangan nyata di depan cermin. Jarak bayangan s' bernilai negatif (-) jika bayangan maya di belakang cermin.

- c) R dan f bertanda positif (+) untuk cermin cekung dan bertanda (-) untuk cermin cembung.

Berbeda dengan cermin datar besar bayangan yang dibentuk oleh cermin lengkung berbeda-beda sesuai dengan letak benda tersebut terhadap cermin.

Untuk mengetahui perbesaran linier pada pembentukan bayangan pada cermin lengkung maka dapat dibandingkan tinggi bayangan h' dengan tinggi benda h atau jarak bayangan terhadap cermin s' dengan jarak benda terhadap cermin s .

$$M = \left| \frac{h'}{h} \right| = \left| \frac{s'}{s} \right|$$

dengan

M : perbesaran linier

h' : tinggi bayangan

h : tinggi benda

s' : jarak bayangan terhadap cermin

s : jarak benda terhadap cermin

Jika dalam penghitungan ternyata diperoleh $M > 1$ artinya bayangan yang dibentuk lebih besar daripada bendanya, jika $M = 1$ maka bayangan sama besar dengan bendanya sedangkan jika $0 < M < 1$ maka bayangan yang dibentuk akan lebih kecil dari bendanya.

F. Pembiasan Cahaya (*Light Refraction*)

Pembiasan cahaya berarti pembelokan arah rambat cahaya saat melewati bidang batas dua medium tembus cahaya yang berbeda indeks biasnya. Pembiasan cahaya mempengaruhi penglihatan pengamat.

1. Indeks Bias Medium

Kecepatan merambat cahaya pada tiap-tiap medium berbeda-beda tergantung pada kerapatan medium tersebut. Perbandingan perbedaan kecepatan rambat cahaya ini selanjutnya disebut sebagai indeks bias. Dalam dunia optik dikenal ada dua macam indeks bias yaitu indeks bias mutlak dan indeks bias relatif. Indeks bias mutlak adalah perbandingan kecepatan cahaya di ruang hampa dengan kecepatan cahaya di medium tersebut

$$n_{\text{medium}} = \frac{c}{v}$$

dengan

n_{medium} : indeks bias mutlak medium

c : cepat rambat cahaya di ruang hampa

v : cepat rambat cahaya di suatu medium

Indeks bias mutlak medium yaitu indeks bias medium saat berkas cahaya dari ruang hampa melewati medium tersebut. Indeks bias mutlak suatu medium dituliskan n_{medium} . Indeks bias mutlak kaca dituliskan n_{kaca} , indeks bias mutlak air dituliskan n_{air} dan seterusnya. Oleh karena c selalu lebih besar dari pada v maka indeks bias suatu medium selalu lebih dari satu $n_{\text{medium}} > 1$.

Indeks bias relatif adalah perbandingan indeks bias suatu medium terhadap indeks bias medium yang lain.

$$n_{12} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{atau} \quad n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

dengan

n_{12} : indeks bias relatif medium 1 terhadap medium 2

n_{21} : indeks bias relatif medium 2 terhadap medium 1

n_1 : indeks bias mutlak medium 1

n_2 : indeks bias mutlak medium 2

Setiap medium memiliki indeks bias yang berbeda-beda, karena perbedaan indeks bias inilah maka jika ada seberkas sinar yang melalui dua medium yang berbeda kerapatannya maka berkas sinar tersebut akan dibiaskan.

Hukum pembiasan Snellius berbunyi:

- a) Sinar datang, sinar bias dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
- b) Jika sinar datang dari medium kurang rapat ke medium lebih rapat maka sinar dibelokkan mendekati garis normal. Jika sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat maka sinar dibelokkan menjauhi garis normal

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

Pada peristiwa pembelokan cahaya dari medium 1 ke medium 2 ini besaran frekuensi cahaya tetap atau tidak mengalami perubahan. Karena $v = \lambda \cdot f$ maka berlaku pula,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

Sehingga berlaku persamaan pembiasan $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

Dengan keterangan,

n_1 : indeks bias medium 1

n_2 : indeks bias medium 2

v_1 : cepat rambat cahaya di medium 1

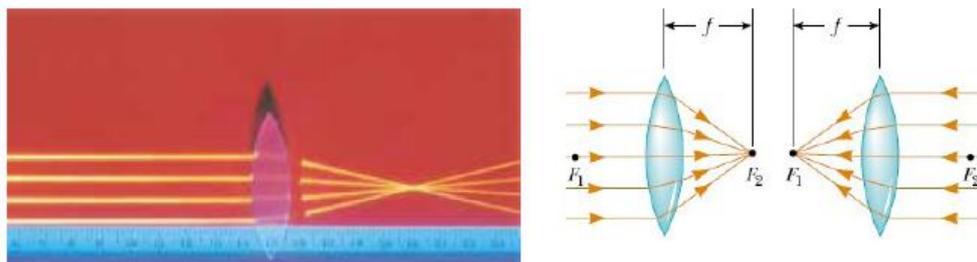
v_2 : cepat rambat cahaya di medium 2

λ_1 : panjang gelombang cahaya di medium 1

λ_2 : panjang gelombang cahaya di medium 2

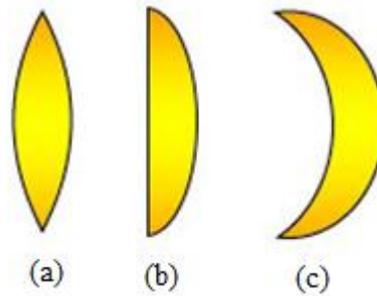
2. Pembiasan pada lensa cembung

Lensa cembung (*konveks/convex*) memiliki bagian tengah yang lebih tebal daripada bagian tepinya. Sinar-sinar bias pada lensa ini bersifat *mengumpul (konvergen)*. Oleh karena itu, lensa cembung disebut lensa *konvergen*.



Gambar 2.5. Sinar-sinar bias lensa cembung

Lensa cembung dibagi lagi menjadi tiga:



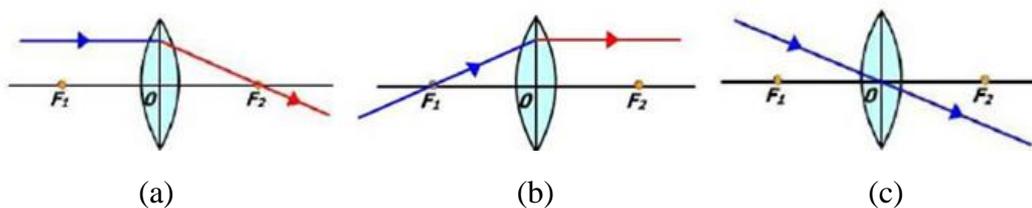
Gambar 2.6. Macam-macam lensa cembung

Keterangan:

- (a) lensa cembung dua (bikonveks)
- (b) lensa cembung datar (plan konveks)
- (c) lensa cembung cekung (konkaf konveks)

3. Sinar-Sinar Istimewa Pada Lensa Cembung

- a) Sinar datang sejajar sumbu utama lensa dibiaskan melalui titik fokus aktif F_2
- b) Sinar datang melalui titik fokus pasif F_1 dibiaskan sejajar sumbu utama.
- c) Sinar datang melalui titik pusat optik O diteruskan tanpa membias.



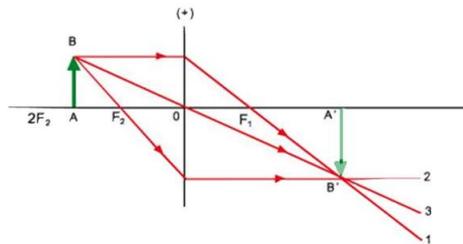
Gambar 2.7. Sinar-sinar istimewa lensa cembung

4. Melukis pembentukan bayangan pada lensa cembung

Untuk melukis pembentukan bayangan pada lensa tipis cukup menggunakan minimal dua berkas sinar istimewa untuk mendapatkan titik bayangan.

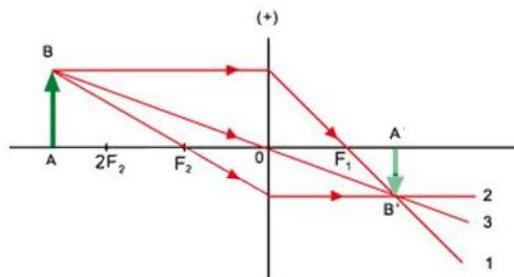
Contoh melukis pembentukan bayangan.

a) Benda AB berada di ruang II lensa cembung



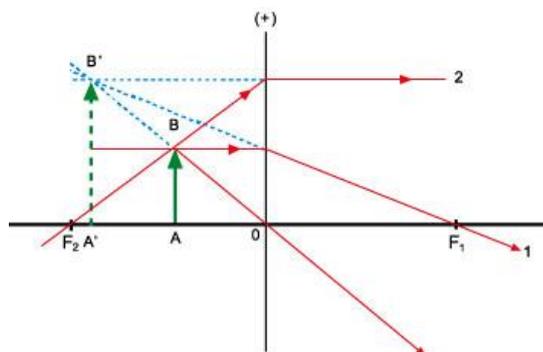
Gambar 2.8. Pembentukan bayangan pada lensa cembung

b) Benda AB berada di ruang III lensa cembung



Gambar 2.9. Pembentukan bayangan pada lensa cembung

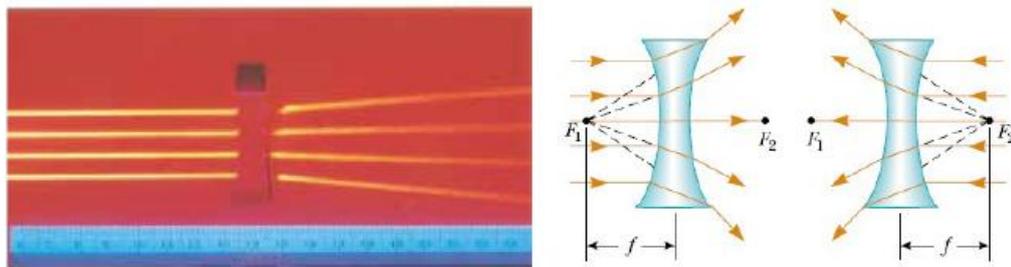
c) Benda AB berada di ruang I lensa cembung



Gambar 2.10. Pembentukan bayangan pada lensa cembung

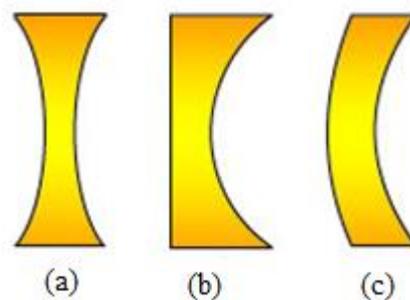
5. Pembiasan pada lensa cekung

Lensa cekung (*konkaf / concave*) memiliki bagian tengah yang lebih tipis daripada bagian tepinya. Sinar-sinar bias pada lensa ini bersifat memencar (*divergen*). Oleh karena itu, lensa cekung disebut lensa *divergen*.



Gambar 2.11. Sinar-sinar bias lensa cekung

Lensa cekung dibagi lagi menjadi tiga:



Gambar 2.12. Macam-macam lensa cekung

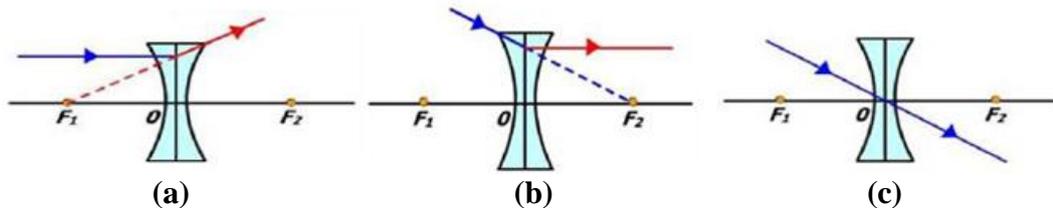
Keterangan:

- (a) lensa cekung dua (bikonkaf)
- (b) lensa cekung datar (plan konkaf)
- (c) lensa cekung cekung (koveks konkaf)

6. Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung

- a) Sinar datang sejajar sumbu utama lensa dibiaskan seakan-akan berasal dari titik fokus aktif F_1 .

- b) Sinar datang seakan-akan menuju ke titik fokus pasif F_2 dibiaskan sejajar sumbu utama.
- c) Sinar datang melalui titik pusat optik O diteruskan tanpa membias.



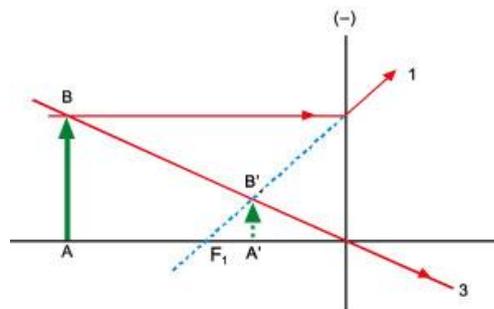
Gambar 2.13. Sinar-sinar istimewa lensa cekung

7. Melukis pembentukan bayangan pada lensa cekung

Untuk melukis pembentukan bayangan pada lensa tipis cukup menggunakan minimal dua berkas sinar istimewa untuk mendapatkan titik bayangan.

Contoh melukis pembentukan bayangan.

Benda AB berada di ruang II lensa cekung



Gambar 2.14. Pembentukan bayangan pada lensa cekung

8. Daya / Kekuatan lensa

Daya Lensa adalah kekuatan lensa dalam memfokuskan lensa. Daya lensa berkaitan dengan sifat konvergen (mengumpulkan berkas sinar) dan divergen (menyebarkan sinar) suatu lensa. Untuk Lensa positif, semakin kecil jarak

fokus, semakin kuat kemampuan lensa itu untuk mengumpulkan berkas sinar. Untuk lensa negatif, semakin kecil jarak fokus semakin kuat kemampuan lensa itu untuk menyebarkan berkas sinar. Oleh karena itu kuat lensa didefinisikan sebagai kebalikan dari jarak fokus, Rumus kekuatan lensa (power lens)

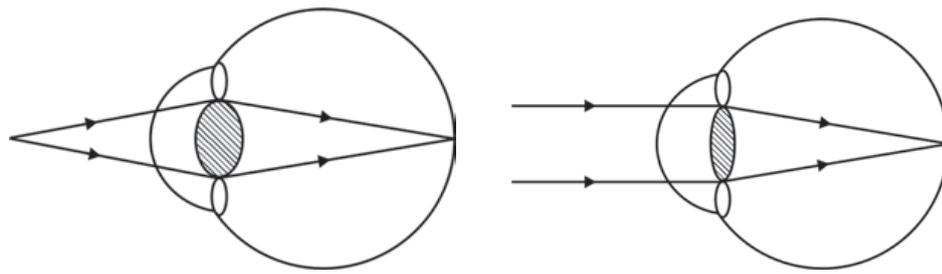
$$P = \frac{1}{f} \text{ dengan satuan } \frac{1}{\text{meter}} = \text{Dioptri}$$

G. Alat Optik

1. Daya Akomodasi Mata

Bola mata Anda bentuknya tetap, sehingga jarak lensa mata ke retina juga tetap. Hal ini berarti jarak bayangan yang dibentuk lensa mata selalu tetap, padahal jarak benda yang Anda lihat berbeda. Bagaimana supaya Anda tetap dapat melihat benda dengan jarak bayangan yang terbentuk tetap, meskipun jarak benda yang dilihat berubah? Tentu Anda harus mengubah jarak fokus lensa mata, dengan cara mengubah kecembungan lensa mata. Hal inilah yang menyebabkan Anda bisa melihat benda yang memiliki jarak berbeda tanpa mengalami kesulitan. Kemampuan ini merupakan karunia Tuhan yang sampai sekarang manusia belum bisa menirunya.

Lensa mata dapat mencembung atau pun memipih secara otomatis karena adanya otot akomodasi (otot siliar). Untuk melihat benda yang letaknya dekat, otot siliar menegang sehingga lensa mata mencembung dan sebaliknya untuk melihat benda yang letaknya jauh, otot siliar mengendur (rileks), sehingga lensa mata memipih. Kemampuan otot mata untuk menebalkan atau memipihkan lensa mata disebut *daya akomodasi mata*.



(a) Mata memandang benda berjarak dekat (b) Mata memandang benda berjarak jauh

Gambar 2.15 Kondisi lensa mata saat melihat benda.

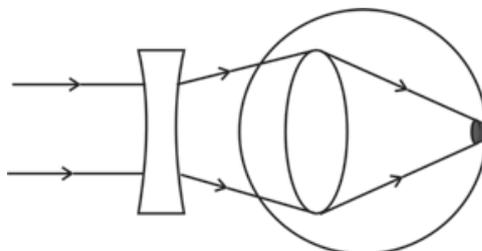
2. Cacat Mata

Tidak semua mata manusia dapat membentuk bayangan tepat pada retina, ada mata yang mengalami anomali. Hal ini dapat terjadi karena daya akomodasi mata sudah berkurang sehingga titik jauh atau titik dekat mata sudah bergeser. Keadaan mata yang demikian disebut *cacat mata*. Cacat mata yang diderita seseorang dapat disebabkan oleh kerja mata (kebiasaan mata) yang berlebihan atau cacat sejak lahir.

a) Miopi (Rabun Jauh)

Miopi adalah kondisi mata yang tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya jauh. Penderita miopi titik jauhnya lebih dekat daripada tak terhingga ($\text{titik jauh} < \infty$) dan titik dekatnya kurang dari 25 cm. Hal ini terjadi karena lensa mata tidak dapat dipipihkan sebagaimana mestinya sehingga bayangan dari benda yang letaknya jauh akan jatuh di depan retina. Untuk dapat melihat benda-benda yang letaknya jauh agar nampak jelas, penderita miopi ditolong dengan kaca mata berlensa cekung (negatif).

Miopi dapat terjadi karena mata terlalu sering/terbiasa melihat benda yang dekat. Cacat mata ini sering dialami tukang jam, tukang las, operator komputer, dan sebagainya.

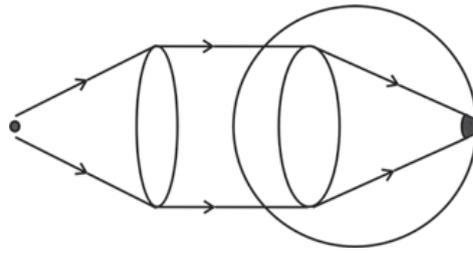


Gambar 2.16 Penderita miopi dapat ditolong dengan lensa cekung.

b) Hipermetropi

Hipermetropi adalah cacat mata dimana mata tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya dekat. Titik dekatnya lebih jauh daripada titik dekat mata normal (titik dekat > 25 cm). Pernahkah Anda melihat orang yang membaca koran dengan letak koran yang agak dijauhkan? Orang semacam itulah yang dikatakan menderita hipermetropi. Penderita hipermetropi hanya dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya jauh sehingga cacat mata ini sering disebut *mata terang jauh*.

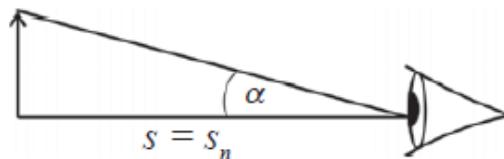
Hipermetropi disebabkan lensa mata terlalu pipih dan sulit dicembungkan sehingga bila melihat benda-benda yang letaknya dekat, bayangannya jatuh di belakang retina. Supaya dapat melihat benda-benda yang letaknya dekat dengan jelas, penderita hipermetropi ditolong dengan kaca mata berlensa cembung (positif).



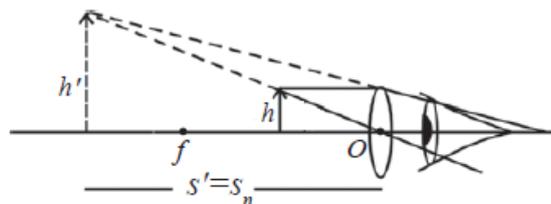
Gambar 2.17 Penderita hipermetropi dapat ditolong dengan lensa cembung

3. Lup (Kaca Pembesar)

Lup atau kaca pembesar adalah alat optik yang terdiri atas sebuah lensa cembung. Lup digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar nampak lebih besar dan jelas. Ada 2 cara dalam menggunakan lup, yaitu dengan mata berakomodasi dan dengan mata tak berakomodasi.



(a) Mengamati langsung



(b) Memakai lup

Gambar 2.18 Mengamati benda dengan mata berakomodasi.

Untuk mata berakomodasi maksimum $s' = -25$ cm (tanda negatif (-) menunjukkan bayangan di depan lensa) sehingga diperoleh:

$$M = \frac{25}{f} - \frac{25}{-25} \text{ atau } \frac{25}{f} + 1$$

Keterangan:

M : perbesaran bayangan

f : jarak fokus lup

Sifat bayangan yang dihasilkan lup adalah maya, tegak, dan diperbesar.

Untuk mata tak berakomodasi, bayangan terbentuk di tak terhingga ($s' = \infty$)

sehingga perbesaran bayangan yang dibentuk lup untuk mata tak

berakomodasi adalah sebagai berikut.

$$M = \frac{25}{f} - \frac{25}{s'}$$

$$M = \frac{25}{f} - \frac{25}{\infty} \text{ karena } \frac{25}{\infty} = 0, \text{ maka } M = \frac{25}{f}$$

Pada kehidupan sehari-hari, lup biasanya digunakan oleh tukang arloji,

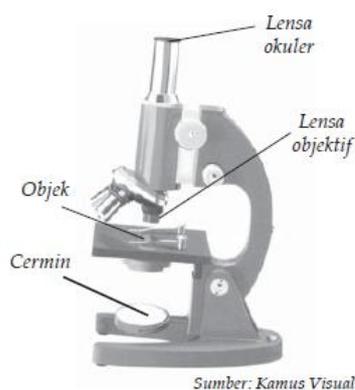
pedagang kain, pedagang intan, polisi, dan sebagainya.

4. Mikroskop

Mikroskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar tampak jelas dan besar. Mikroskop terdiri atas dua buah lensa cembung.

Lensa yang dekat dengan benda yang diamati (objek) disebut *lensa objektif* dan lensa yang dekat dengan pengamat disebut *lensa okuler*. Mikroskop yang memiliki dua lensa disebut *mikroskop cahaya lensa ganda*. Karena mikroskop terdiri atas dua lensa positif, maka lensa objektifnya dibuat lebih kuat daripada lensa okuler (fokus lensa objektif lebih pendek daripada fokus lensa okuler). Hal ini dimaksudkan agar benda yang diamati kelihatan sangat besar dan mikroskop dapat dibuat lebih praktis (lebih pendek).

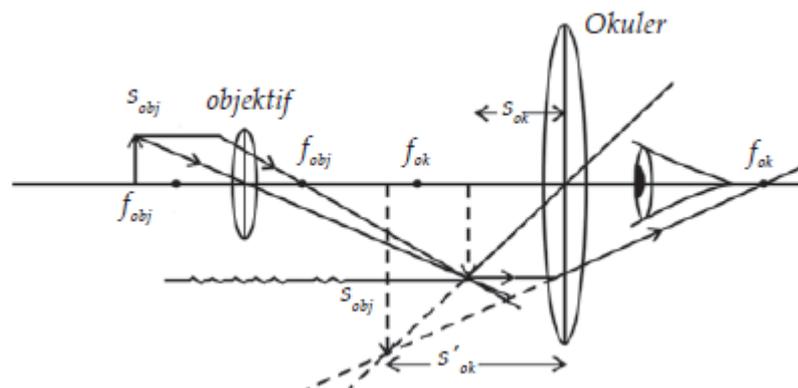
Benda yang akan amati diletakkan pada sebuah kaca preparat di depan lensa objektif dan berada di ruang II lensa objektif ($f_{obj} < s < 2 \cdot f_{obj}$). Hal ini menyebabkan bayangan yang terbentuk bersifat nyata, terbalik dan diperbesar. Bayangan yang dibentuk lensa objektif merupakan benda bagi lensa okuler. Untuk memperoleh bayangan yang jelas, Anda dapat menggeser lensa okuler dengan memutar tombol pengatur. Supaya bayangan terlihat terang, di bawah objek diletakkan sebuah cermin cekung yang berfungsi untuk mengumpulkan cahaya dan diarahkan pada objek. Ada dua cara dalam menggunakan mikroskop, yaitu dengan mata berakomodasi maksimum dan dengan mata tak berakomodasi.



Gambar 2.19 Bagian-bagian mikroskop.

a) Penggunaan Mikroskop dengan Mata Berakomodasi Maksimum

Pada mikroskop, lensa okuler berfungsi sebagai lup. Pengamatan dengan mata berakomodasi maksimum menyebabkan bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif harus terletak di ruang I lensa okuler (di antara O_{ok} dan f_{ok}). Hal ini bertujuan agar bayangan akhir yang dibentuk lensa okuler tepat pada titik dekat mata pengamat. Lukisan bayangan untuk mata berakomodasi maksimum dapat dilihat pada Gambar 2.20



Gambar 2.20 Pembentukan bayangan pada mikroskop untuk mata berakomodasi maksimum

Secara matematis perbesaran bayangan untuk mata berakomodasi maksimum dapat ditulis sebagai berikut.

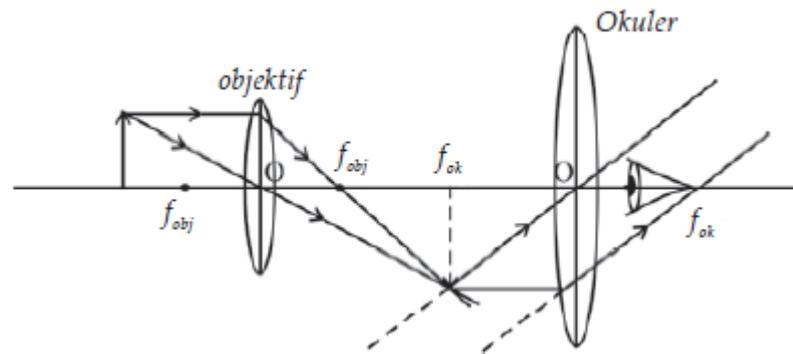
$$M = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left(\frac{s_n}{s_{ok}} + 1 \right) \text{ atau } M = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left(\frac{s_n}{s_{ok}} \right)$$

Panjang mikroskop (tubus) dapat dinyatakan :

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

b) Penggunaan Mikroskop pada Mata Tak Berakomodasi

Agar mata pengamat dalam menggunakan mikroskop tidak berakomodasi, maka lensa okuler harus diatur/digeser supaya bayangan yang diambil oleh lensa objektif tepat jatuh pada fokus lensa okuler. Lukisan bayangan untuk mata tak berakomodasi dapat dilihat pada Gambar 2.21



Gambar 2.21 Pembentukan bayangan pada mikroskop untuk mata tak berakomodasi.

Perbesaran bayangan pada mata tak berakomodasi dapat ditulis sebagai berikut.

$$M = M_{obj} \times M_{ok} \text{ karena } M_{lup} = \frac{s_n}{f}, \text{ maka}$$

$$\frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left(\frac{s_n}{f_{ok}} \right) \text{ atau } M = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left(\frac{25}{f_{ok}} \right)$$

Panjang mikroskop (tubus) dapat dinyatakan :

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

Keterangan :

s'_{obj} = jarak bayangan objektif

s'_{ok} = jarak bayangan okuler

s_{obj} = jarak benda objektif

s_{ok} = jarak benda okuler

f_{obj} = jarak fokus lensa objektif

f_{ok} = jarak fokus lensa okuler

M_{obj} = perbesaran bayangan lensa objektif

M_{ok} = perbesaran bayangan lensa okuler

M = perbesaran bayanga total

L = panjang mikroskop (jarak tubus) = jarak anatar lensa objektif dengan
lensa okuler