

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Media

Kata "media" berasal dari kata latin, merupakan bentuk jamak dari kata "medium".

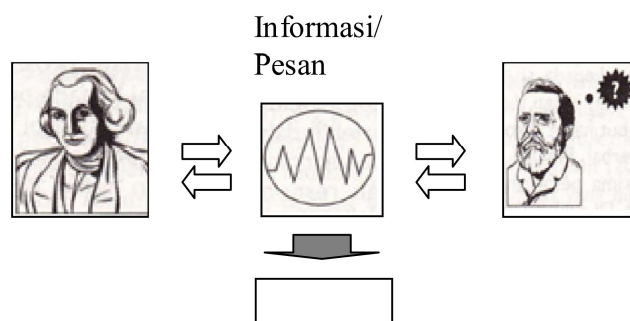
Secara harfiah kata tersebut mempunyai arti perantara atau pengantar. Kemudian telah banyak pakar yang memberikan batasan mengenai pengertian atau media. Salah satunya adalah Arsyad (2011: 3) yang menyatakan bahwa media adalah alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal.

Heinich dalam Susilana dan Riyana (2007: 6) menjelaskan,

Kata media berasal dari bahasa latin dan merupakan bentuk jamak dari kata "medium" yang secara harfiah berarti "perantara" yaitu perantara sumber pesan (a source) dengan penerima pesan (a receiver). Heinich mencontohkan media ini dapat berupa film, televisi, diagram, bahan tercetak (printed material), komputer, dan instruktur. Contoh media tersebut dapat dipertimbangkan sebagai media pembelajaran jika membawa pesan-pesan dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran.

Selain pengertian media yang telah diuraikan di atas, Asyhar (2011: 4) menyatakan,

Media memiliki peran yang sangat penting, yaitu suatu sarana atau perangkat yang berfungsi sebagai perantara atau saluran dalam suatu proses komunikasi antara komunikator dan komunikan.

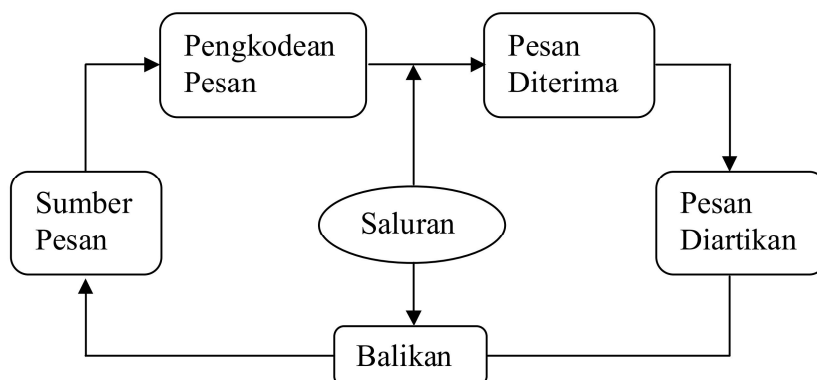


Gambar 2.1 Komponen dalam Proses Komunikasi Menurut Asyhar (2011: 5)

Menurut Kempt dalam Asyhar (2011: 5),

Pesan yang masih berada pada pikiran (mind) pembicara tidak akan sampai ke penerima pesan apabila tidak dibantu dengan sebuah media perantara. Selain media, pesan akan sampai ke si penerima pesan apabila terjadi proses pengkodean (encoding) pesan tersebut.

Jadi, sebelum sampai kepada penerima, pesan tersebut harus dikodekan terlebih dahulu melalui simbol verbal maupun nonverbal. Setelah pesan itu diartikan oleh penerima pesan, barulah penerima pesan memberikan respon (umpan balik) kepada pengirim pesan. Di sinilah terjadi komunikasi efektif.



Gambar 2.2 Proses Komunikasi Menurut Kempt dalam Asyhar (2011: 5)

## B. Media Pembelajaran

Setelah memahami pengertian kata "media" secara umum, maka pengertian "media pembelajaran" dapat dipahami dengan mudah, yaitu apa saja yang digunakan sebagai media dalam pembelajaran. Menurut Asyhar (2011: 7),

Media pembelajaran dapat dipahami sebagai segala sesuatu yang dapat menyampaikan atau menyalurkan pesan dari suatu sumber secara terencana, sehingga terjadi lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif.

Pendapat yang serupa juga dikatakan Sadiman dkk. (2007: 7),

Media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta perhatian siswa sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi.

Susilana dan Riyana (2007: 6) menyatakan lebih spesifik lagi mengenai media pembelajaran, yaitu:

Media pembelajaran selalu terdiri atas dua unsur penting, yaitu unsur peralatan atau perangkat keras (hardware) dan unsur pesan yang dibawanya (message/software). Dengan begitu, media pembelajaran memerlukan peralatan untuk menyajikan, namun yang terpenting bukanlah peralatan itu, tetapi pesan atau informasi belajar yang dibawakan oleh media tersebut.

Dari berbagai pendapat di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa (a) media pembelajaran merupakan wadah dari pesan, (b) materi yang ingin disampaikan adalah pesan pembelajaran, (c) tujuan yang ingin dicapai adalah proses pembelajaran. Selanjutnya penggunaan media secara kreatif akan memperbesar kemungkinan bagi siswa untuk belajar lebih banyak, mencamkan apa yang dipelajarinya lebih baik, dan meningkatkan penampilan dalam melakukan keterampilan sesuai dengan yang menjadi tujuan pembelajaran.

Dalam usaha memanfaatkan media sebagai alat bantu, Edgar Dale (Susilana dan Riyana, 2007: 7) mengadakan klasifikasi menurut tingkat dari yang paling konkret ke yang paling abstrak. Klasifikasi tersebut kemudian dikenal dengan nama "kerucut pengalaman" dari Edgar Dale dan dianut secara luas dalam menentukan alat bantu yang paling sesuai untuk pengalaman belajar.



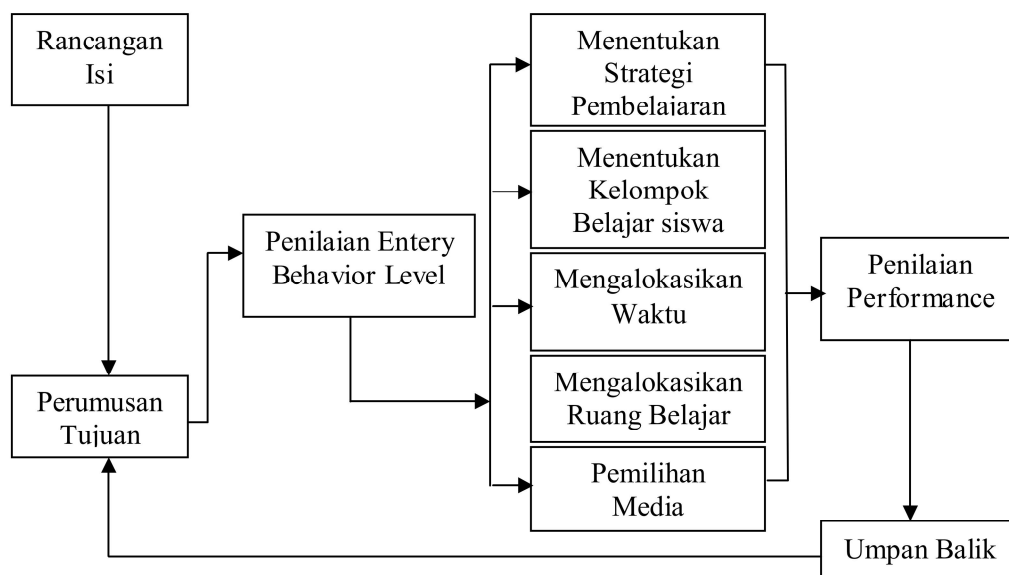
Gambar 2.3 "Kerucut Pengalaman" dari Edgar Dale dalam Susilana dan Riyana (2007: 7)

Beberapa dasar yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan media adalah sebagai berikut:

1) Alasan Teoritis Pemilihan Media

Alasan pokok pemilihan media dalam pembelajaran, karena didasari atas konsep pembelajaran sebagai sebuah sistem yang di dalamnya terdapat suatu totalitas yang terdiri atas sejumlah komponen yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan. Jika

kita lihat prosedur pengembangan desain instruksional, maka diawali dengan perumusan tujuan instruksional khusus sebagai pengembangan dari tujuan instruksional umum, kemudian dilanjutkan dengan menentukan materi pembelajaran yang menunjang ketercapaian tujuan pembelajaran serta menentukan strategi pembelajaran yang tepat. Upaya untuk mewujudkan tujuan pembelajaran ditunjang oleh media yang sesuai dengan materi, strategi yang digunakan, dan karakteristik siswa. Untuk mengetahui hasil belajar, maka selanjutnya guru menentukan evaluasi yang tepat, sesuai tujuan dan materi. Apabila ternyata hasil belajar tidak sesuai dengan harapan dalam kata lain hasil belajar siswa rendah, maka perlu ditelusuri penyebabnya dengan menganalisis setiap komponen, sehingga kita dapat mengetahui faktor penyebabnya dengan lebih objektif. Pentingnya pemilihan media dengan melihat kedudukan media dalam pembelajaran dapat dilihat dengan model sistem pembelajaran yang dikemukakan oleh Gerlach dan Elly (Susilana dan Riyana, 2007: 62), sebagai berikut:



Gambar 2.4 Sistem Pembelajaran Gerlach dan Elly dalam Susilana dan Riyana (2007: 62)

Prosedur pengembangan pembelajaran menurut Gerlach dan Elly (Susilana dan Riyana, 2007) dengan menggunakan pendekatan sistem dapat dijelaskan bahwa perumusan tujuan sebagai rumusan tingkah laku yang harus dimiliki oleh siswa setelah selesai mengikuti pembelajaran. Langkah kedua adalah merinci materi pembelajaran yang diharapkan dapat menunjang pencapaian tujuan yang telah ditentukan. Perlu juga dilakukan tes "entering behavior level", yaitu untuk mengetahui kemampuan awal yang dimiliki siswa yang sesuai dengan tujuan pembelajaran sebagai dasar menentukan dari mana guru harus mengawali pembelajaran.

Pengkajian sistem pembelajaran yang dikembangkan oleh Gerlach dan Elly tersebut menempatkan komponen media sebagai bagian integral dalam keseluruhan sistem pembelajaran. Dengan demikian secara teoritis model tersebut menjadi dasar alasan mengapa kita perlu melakukan pemilihan terhadap media, agar memiliki kesesuaian dengan isi (specification content), strategi pembelajaran (determination of strategy), dan waktu yang tersedia (allocation of time).

## 2) Alasan Praktis Pemilihan Media

Alasan praktis berkaitan dengan pertimbangan-pertimbangan dan alasan si pengguna seperti guru, dosen, instruktur mengapa menggunakan media dalam pembelajaran.

Terdapat beberapa penyebab orang memilih media, antara lain dijelaskan oleh

Sadiman (2007: 84) sebagai berikut:

- a. *Demonstration*. Dalam hal ini dapat digunakan sebagai alat untuk mendemonstrasikan sebuah konsep, alat, objek, kegunaan, cara mengoperasikan dan lain-lain. Media berfungsi sebagai alat peraga pembelajaran.

- b. Familiarity. Pengguna media pembelajaran memiliki alasan pribadi mengapa ia menggunakan media, yaitu karena sudah terbiasa menggunakan media tersebut, merasa sudah menguasai media tersebut, jika menggunakan media lain belum tentu bisa dan untuk mempelajarinya membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya, sehingga secara terus-menerus ia menggunakan media yang sama.
- c. Clarity. Alasan ketiga ini mengapa guru menggunakan media adalah untuk lebih memperjelas pesan pembelajaran dan memberikan penjelasan yang lebih konkret.
- d. Active Learning. Media dapat berbuat lebih dari yang bisa dilakukan oleh guru. Salah satu aspek yang harus diupayakan oleh guru dalam pembelajaran adalah siswa harus berperan secara aktif baik secara fisik, mental, dan emosional.

### C. Multimedia

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. Vaughn 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 et 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 kategori, 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.

Jadi dapat disimpulkan bahwa multimedia merupakan media yang melibatkan jenis media untuk merangsang semua indera dalam satu kegiatan pembelajaran. Multimedia lebih ditekankan pada penggunaan berbagai media berbasis TIK dan komputer.

Keuntungan penggunaan media dalam pembelajaran di antaranya dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami suatu konsep abstrak dengan lebih mudah. Selain itu, penggunaan media komputer dalam bentuk multimedia dapat memberikan kesan yang positif terhadap guru karena dapat membantu guru menjelaskan isi pelajaran kepada siswa, menghemat waktu dan meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. Namun, di



samping keunggulan, multimedia juga memiliki kelemahan, yaitu harus didukung oleh peralatan memadai, seperti LCD proyektor dan adanya aliran listrik.

#### D. Macromedia Flash MX 2004

Flash MX2004 dan Flash MX Professional 2004 yang diluncurkan Macromedia akhir bulan September 2003 itu memiliki feature yang lebih lengkap dari para pendahulunya. Ada perbedaan antara Flash MX2004 dan Flash MX Professional 2004, yaitu bahwa Flash MX2004 diciptakan untuk para web designer dan para praktisi multimedia, sementara Flash MX Professional 2004 diciptakan untuk para web designer tingkat lanjut yang senang bermain-main dengan web programming dan para programmer yang senang mengutak-atik script.

Kelebihan yang dimiliki oleh Flash MX2004 dan Flash MX Professional 2004 dibandingkan dengan kakak-kakaknya ada 3 pokok yang masih dibagi-bagi lagi. Kelebihan itu terdapat pada productivity, rich media support, dan publishing.

##### a. Productivity

Flash MX2004 dan Flash MX Professional 2004 memiliki produktivitas yang lebih pada timeline. Timeline yang terdapat pada versi ini telah disertai dengan effect seperti Copy to grid yang dapat meng-copy image lebih dari satu, Distributed duplicate yang dapat menduplikasi secara bersambung, Blur yang memberi efek blur/kabur, Drop shadow yang memberikan efek bayang-bayang, Expand yang dapat membuat image terpecah-pecah, Transform yang dapat memindah image bergerak

pada sumbu X dan Y yang ditentukan, dan Transition yang memberikan efek peralihan/transisi.

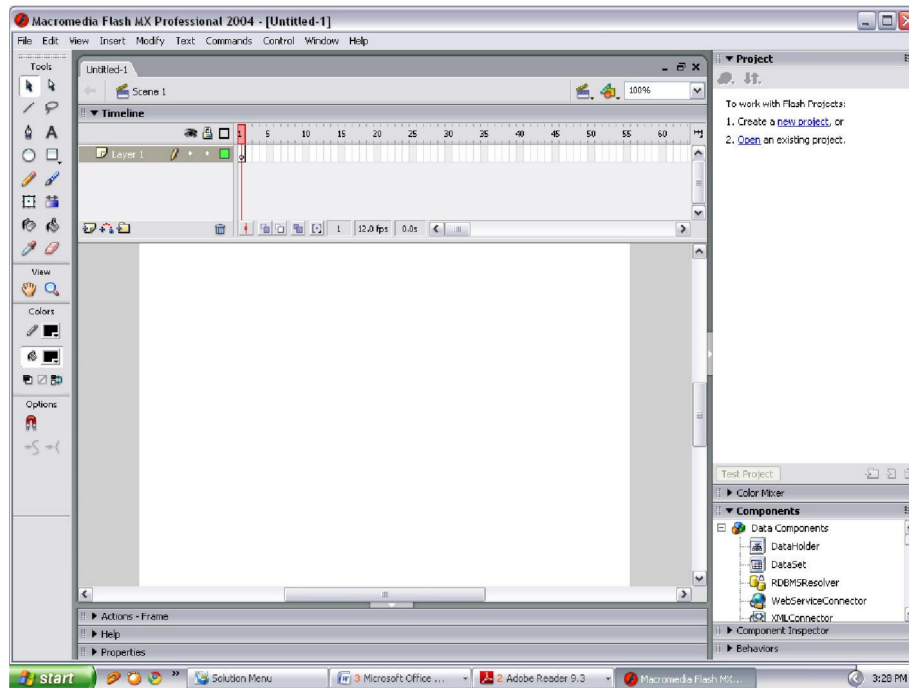
b. Rich Media Support

Rich media support ini disediakan untuk para mahasiswa, dosen ataupun untuk yang lainnya yang sering melakukan presentasi multimedia. Feature yang disediakan oleh Flash MX 2004 dan Flash MX Professional 2004 ini adalah High-Fidelity Import yang mengizinkan user untuk meng-import file EPS, Adobe PDF dan Adobe Illustrator.

Selain itu, feature yang berupa Video Import Wizard memungkinkan user untuk meng-import file video. File video yang didukung antara lain: flash movie (\*.swf, \*.spl), Quick Time Movie (\*.mov), video for windows (\*.avi), MPEGMovie (\*.mpg, \*.mpeg), digital video (\*.dv, \*.dvi), Windows Media (.asf, \*.wmf) dan Macromedia Flash Video (\*.flv).

c. Publishing

Feature yang baru pada publishing adalah kemudahan untuk mendeteksi versi Flash Player dan juga penempatan file pada beberapa direktori yang berbeda pada setiap satu file yang di-publish. Selain itu, user juga dapat membuat profil untuk menyimpan publish setting.



Gambar 2.5 Tampilan Kerja Flash MX Professional 2004

Thabrani (2006: 1-12) mendefinisikan Macromedia Flash sebagai berikut:

Flash MX2004 merupakan salah satu software aplikasi desain grafis yang sangat populer saat ini. Kesederhanaan tool yang disediakan serta kemampuan yang luas menjadikan Flash MX 2004 semakin digemari, terutama untuk membuat alokasi animasi dalam efek spektakuler.

Menurut Asyhar (2011: 187),

Macromedia Flash merupakan salah satu program aplikasi yang digunakan untuk mendesain animasi yang banyak digunakan saat ini. Saat membuka situs atau halaman internet tertentu, biasanya terdapat animasi objek grafis yang bergerak dari besar menjadi kecil, dari terang menjadi redup, dari bentuk satu menjadi bentuk lain, dan masih banyak lagi yang lain. Adapun animasi-animasi objek grafis tersebut dapat dikerjakan dengan Macromedia Flash.

Macromedia Flash juga mengenalkan bagaimana membuat movie clip, animasi frame, animasi tween motion, serta perintah action script-nya. Adapun beberapa kemampuan Macromedia Flash lainnya adalah sebagai berikut:

1. Dapat membuat animasi gerak (motion tween), perubahan bentuk (shape tween) dan perubahan transparansi warna (color effect tween).
2. Dapat membuat animasi masking (efek menutupi sebagian objek yang terlihat) dan animasi motion guide (animasi mengikuti jalur).
3. Dapat membuat tombol interaktif dengan sebuah movie atau objek yang lain.
4. Dapat membuat animasi logo, animasi form, presentasi multimedia, game, kuis interaktif, simulasi/visualisasi.
5. Dapat dikonversi dan di-publish ke dalam beberapa tipe seperti \*.swf, \*.html, \*.gif, \*.jpg, \*.png, \*.exe, dan \*.mov.

#### E. Evaluasi Media Pembelajaran

Kekuatan dan kelemahan dari media pembelajaran yang telah dibuat oleh guru biasanya dapat diketahui dengan jelas setelah program tersebut dilaksanakan di kelas dan dievaluasi dengan seksama. Hasil yang diperoleh dari evaluasi akan memberi petunjuk kepada guru tentang bagian-bagian mana dari media pembelajaran tersebut yang sudah baik dan mana pula yang belum baik sehingga belum dapat mencapai tujuan dari pengembangan media pembelajaran yang diharapkan yang dalam hal ini terkait dengan pencapaian tujuan pembelajaran yang telah disusun. Atas dasar evaluasi tersebut, dapat dilakukan perbaikan-perbaikan yang diperlukan, baik pada media tersebut sedang digunakan maupun setelah media tersebut digunakan. Perbaikan yang dilakukan setelah media ini selesai digunakan akan berguna untuk keperluan penyempurnaan media pada kegiatan pembelajaran selanjutnya.

Terkait dengan uraian tersebut, evaluasi media yang dilaksanakan pada dasarnya difokuskan kepada beberapa tujuan, yaitu:

- 1) Memilih media pendidikan yang akan dipergunakan untuk kelas
- 2) Untuk melihat prosedur/mechanisasi penggunaan suatu alat.
- 3) Untuk memeriksa apakah tujuan penggunaan alat tersebut telah tercapai.
- 4) Menilai kemampuan guru menggunakan media pendidikan.
- 5) Memberikan informasi untuk kepentingan administrasi.
- 6) Untuk memperbaiki alat media itu sendiri.

Media pendidikan yang dapat digunakan dalam pembelajaran sangat beragam bentuknya sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan sekolah untuk memenuhinya atau jika guru yang membuatnya, maka akan sangat tergantung pula pada kemampuan dan keahlian guru dalam pembuatannya. Keragaman tersebut akan berimplikasi pada berbagai jenis evaluasi untuk menentukan efisiensi dan efektivitas media pembelajaran dalam mendukung terselenggaranya pembelajaran yang bermutu. Apabila dikaitkan dengan tujuan evaluasi sebagaimana yang telah dikemukakan di atas, maka ada berbagai jenis evaluasi terhadap media pembelajaran. Berdasarkan objek yang dievaluasi, maka evaluasi media pembelajaran akan terkait dengan evaluasi fungsi media, evaluasi penggunaan media oleh guru, dan evaluasi pengelolaan/administrasi media.

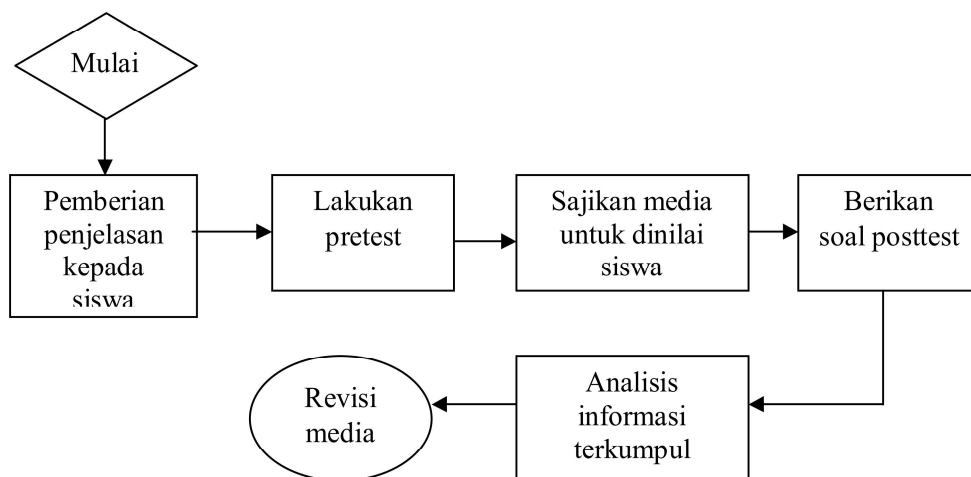
Berdasarkan prosesnya evaluasi media ini terdiri atas evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif adalah proses yang dimaksudkan untuk mengumpulkan data tentang efektivitas dan efisiensi bahan-bahan pembelajaran (termasuk kedalamnya media) untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Data-data tersebut dimaksudkan

untuk memperbaiki dan menyempurnakan media yang bersangkutan agar lebih efektif dan efisien.

Tahapan evaluasi media pembelajaran adalah sebagai berikut:

### 1) Evaluasi Satu Lawan Satu

Evaluasi media tahap satu lawan satu yang disebut dengan istilah one to one evaluation, dilaksanakan dengan memilih dua orang atau lebih siswa yang dapat mewakili populasi target dari media yang dibuat. Sajikan media tersebut kepada mereka secara individual. Kalau media itu anda desain untuk belajar mandiri biarkan mereka mempelajarinya kemudian anda mengamatinya. Kedua orang yang anda pilih tersebut hendaknya satu orang dari populasi target yang kemampuan umumnya sedikit di bawah rata-rata dan satu orang lain di atas rata-rata. Secara sederhana langkah evaluasi media "Satu Lawan Satu" dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.6 Langkah Evaluasi Media "Satu Lawan Satu"

Jumlah dua orang untuk kegiatan ini adalah jumlah minimal. Setelah selesai, Anda bisa mencobakannya kepada beberapa orang siswa yang lain dengan

prosedur yang sama. Anda dapat juga mencobakannya kepada ahli bidang studi (context expert). Mereka seringkali memberikan umpan balik yang bermanfaat. Atas dasar data dan informasi dari kegiatan-kegiatan tersebut di atas, akhirnya revisi dilakukan.

## 2) Evaluasi lapangan

Evaluasi lapangan atau field evaluation adalah tahap akhir dari evaluasi formatif yang perlu anda lakukan. Usahakan memperoleh situasi yang semirip mungkin dengan situasi sebenarnya. Setelah melalui evaluasi satu lawan satu, tentulah media yang kita buat sudah mendekati kesempurnaannya. Namun dengan itu masih harus dibuktikan. Lewat evaluasi lapangan inilah kebolehan media yang kita buat diuji.

Pilih sekitar 30 siswa dengan berbagai karakteristik (tingkat kepandaian, kelas, latar belakang jenis kelamin, usia, kemajuan belajar dan sebagainya) sesuai dengan karakteristik populasi sasaran. Demikianlah, dengan kedua tahap evaluasi tersebut dapatlah dipastikan kebenaran efektifitas dan efesiensi media yang kita kembangkan.

## F. Alat-Alat Optik

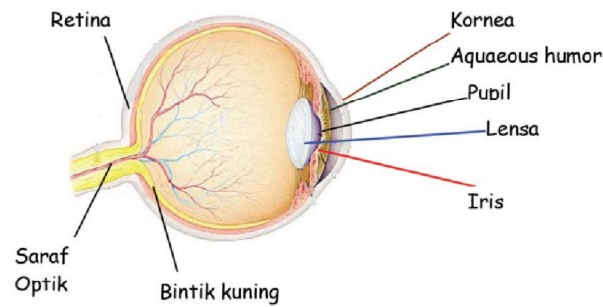
Alat optik adalah alat penglihatan manusia, baik alamiah maupun buatan manusia. Alat optik alamiah adalah mata dan alat optik buatan adalah alat bantu penglihatan manusia untuk mengamati benda-benda yang tidak dilihat dengan jelas oleh mata. Yang termasuk alat optik buatan di antaranya: kacamata, kamera, lup atau pembesar, mikroskop, teropong, dan periskop.

a. Mata

Setiap manusia memiliki alat optik tercanggih yang pernah ada, yaitu mata. Mata merupakan bagian dari pancaindra yang berfungsi untuk melihat. Apabila diamati, ternyata mata terdiri atas beberapa bagian yang masing-masing mempunyai fungsi berbeda-beda tetapi saling mendukung. Bagian-bagian mata yang penting tersebut, antara lain, kornea, pupil, iris, aquaeus humour, otot akomodasi, lensa mata, retina, vitreous humour, bintik kuning, bintik buta, dan saraf mata.

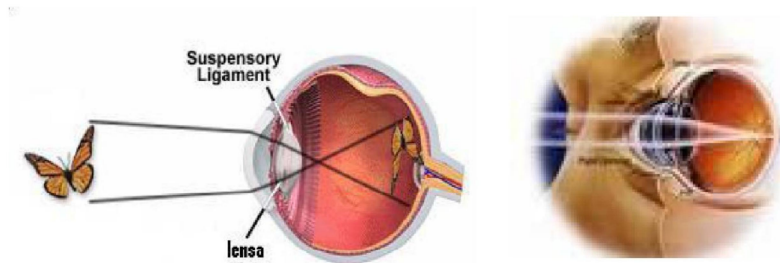
1. Kornea. Kornea berfungsi menerima dan meneruskan cahaya yang masuk pada mata, serta melindungi bagian mata yang sensitif di bawahnya.
2. Pupil. Pupil merupakan celah sempit berbentuk lingkaran dan berfungsi agar cahaya dapat masuk ke dalam mata.
3. Iris. Iris adalah selaput berwarna hitam, biru, atau coklat yang berfungsi untuk mengatur besar kecilnya pupil.
4. Aquaeus Humour. Aquaeus humour merupakan cairan di depan lensa mata untuk membiaskan cahaya ke dalam mata.
5. Lensa Mata. Lensa ini berfungsi untuk membiaskan cahaya dari benda supaya terbentuk bayangan pada retina.
6. Retina. Retina adalah bagian belakang mata yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya bayangan.
7. Bintik Kuning. Bintik kuning adalah bagian dari retina yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya bayangan yang jelas.
8. Saraf Optik. Saraf mata berfungsi untuk meneruskan rangsangan bayangan dari retina menuju ke otak.





Gambar 2.7 Bagian-Bagian Mata

Diagram pembentukan bayangan pada mata adalah sebagai berikut:



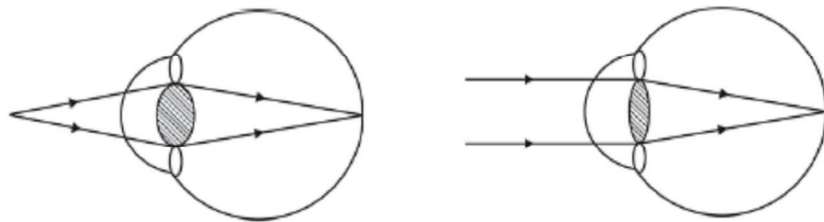
Gambar 2.8 Pembentukan Bayangan pada Mata

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.

### 1. Daya Akomodasi Mata

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 memandangi benda berjarak dekat. (b) Mata memandangi benda berjarak jauh.

Gambar 2.9 Kondisi Lensa Mata saat Melihat Benda

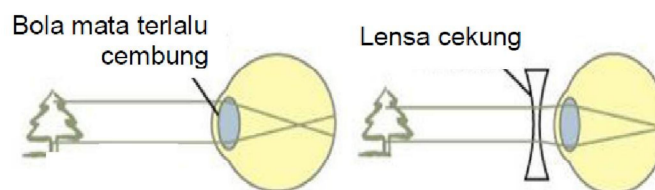
Agar benda/objek dapat terlihat jelas, objek harus terletak pada daerah penglihatan mata, yaitu antara titik dekat dan titik jauh mata. Titik dekat (punctum proximum = pp) adalah titik terdekat yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata ( $\pm 25$  cm). Pada titik dekat ini lensa mata akan mencembung maksimal. Titik jauh (punctum remotum = pr) adalah titik terjauh yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata, jaraknya tak terhingga. Pada titik jauh ini, lensa mata akan memipih maksimal.

## 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 (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).



Gambar 2.10 Pembentukan Bayangan pada Cacat Mata Miopi

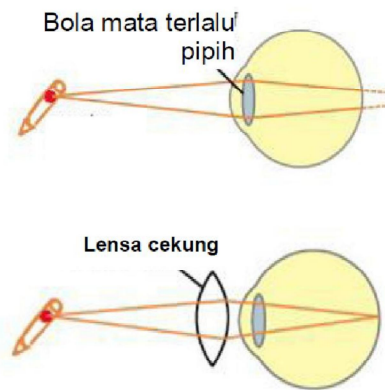
Miopi dapat terjadi karena mata terlalu sering/terbiasa melihat benda yang dekat. Cacat mata ini sering dialami tukang jam, tukang las, operator komputer, dan sebagainya.

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 2.11 Pembentukan Bayangan pada Cacat Mata Hipermetropi

Hipermetropi dapat terjadi karena mata terlalu sering/terbiasa melihat benda-benda yang jauh. Cacat mata ini sering dialami oleh orang-orang yang bekerja sebagai sopir, nahkoda, pilot, masinis, dan sebagainya.

c. Presbiopi (Mata Tua)

Orang-orang yang sudah tua, biasanya daya akomodasinya sudah berkurang. Pada mata presbiopi, titik dekatnya lebih jauh daripada titik dekat mata normal (titik dekat  $> 25$  cm) dan titik jauhnya lebih dekat daripada titik jauh mata normal (titik jauh  $< \infty$ ). Oleh karena itu, penderita presbiopi tidak dapat melihat benda-benda yang letaknya dekat maupun jauh.

Untuk dapat melihat jauh dengan jelas dan untuk membaca pada jarak normal, penderita presbiopi dapat ditolong dengan kaca mata berlensa rangkap (kacamata bifokal). Kacamata bifokal adalah kaca mata yang terdiri atas dua lensa, yaitu lensa cekung dan lensa cembung. Lensa cekung

berfungsi untuk melihat benda jauh dan lensa cembung untuk melihat benda dekat/membaca.

d. Astigmatisma

Astigmatisma adalah cacat mata dimana kelengkungan selaput bening atau lensa mata tidak merata sehingga berkas sinar yang mengenai mata tidak dapat terpusat dengan sempurna. Cacat mata astigmatisma tidak dapat membedakan garis-garis tegak dengan garis-garis mendatar secara bersamaan. Cacat mata ini dapat ditolong dengan kaca mata berlensa silinder.

3. Tipuan Mata

Selain memiliki banyak keunggulan, mata manusia juga memiliki beberapa keterbatasan. Oleh karena itu, dalam pengamatan dan pengukuran, mata tidak selalu memberikan hal-hal yang benar. Sebagai bukti, amatilah Gambar 2.12 berikut!



(a) Samakah panjang garis AB dengan CD?

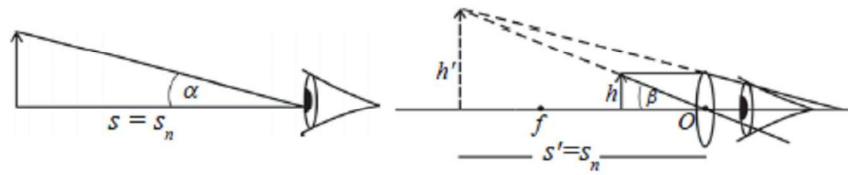
(b) Apakah 3 garis tersebut

sejajar?

Gambar 2.12 Beberapa Contoh Tiupan Mata

b. Lup

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 2.13 Mengamati Benda dengan 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 2.13 (b), seorang pengamat menggunakan lup dimana benda diletakkan antara titik O dan f (di 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 mata normal dan berakomodasi maksimum, bayangan yang terbentuk berada pada jarak baca normal ( $s_n$ ) yaitu 25 cm. Oleh karena itu, perbesaran bayangan pada

lup dapat dituliskan  $M = \frac{s'}{s}$ , karena  $s' = 25$  cm, maka perbesarannya menjadi

$$M = \frac{25}{s}$$

Lup terbuat dari sebuah lensa cembung, sehingga persamaan lup sama dengan persamaan lensa cembung.

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

Perbesaran bayangan (M):

$$M = \frac{25}{s}$$

$$M = 25 \left( \frac{1}{s} \right)$$

$$M = 25 \left( \frac{1}{f} - \frac{1}{s'} \right)$$

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

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

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

Keterangan:



$M$  : perbesaran bayangan

$f$  : jarak fokus lup

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

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 ( $s = f$ ).

Untuk mata tak berakomodasi, bayangan terbentuk di tak terhingga ( $s' = \infty$ ) sehingga perbesaran bayangan yang dibentuk lup untuk mata tak berakomodasi adalah sebagai berikut.

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

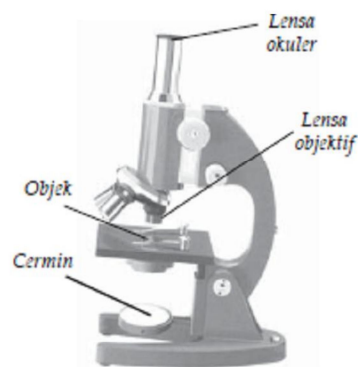
$$M = \frac{25}{f} - \frac{25}{\infty} \text{ karena } \frac{25}{\infty} = 0, \text{ maka } M = \frac{25}{f}$$

Pada kehidupan sehari-hari, lup biasanya digunakan oleh tukang arloji, pedagang kain, pedagang intan, polisi, dan sebagainya.

### c. 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 focus lensa okuler). Hal ini dimaksudkan agar benda yang diamati kelihatan sangat besar dan mikroskop dapat dibuat lebih praktis (lebih pendek).



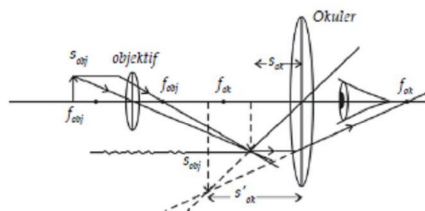
Gambar 2.14 Bagian-Bagian Mikroskop

Benda yang akan amati diletakkan pada sebuah kaca preparat di depan lensa objektif dan berada di ruang II lensa objektif ( $f_{obj} < s < 2 f_{obj}$ ). 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.

### 1. 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 2.16.



Gambar 2.15 Pembentukan Bayangan pada Mikroskop untuk Mata Berakomodasi Maksimum

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

$$M = M_{obj} \times M_{ok} \text{ karena } M_{lup} = \frac{s_n}{f} + 1, \text{ maka}$$

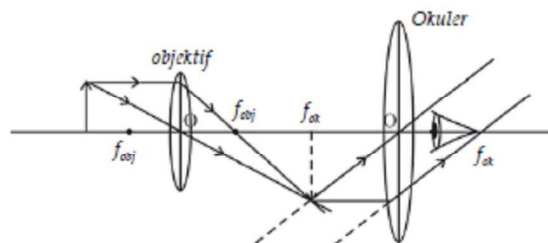
$$M = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left( \frac{s_n}{s_{ok}} + 1 \right) \text{ atau } M = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left( \frac{25}{s_{ok}} + 1 \right)$$

Panjang mikroskop (tubus) dapat dinyatakan:

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

## 2. 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 2.16.



Gambar 2.16 Pembentukan Bayangan pada Mikroskop untuk Mata Tak Berakomodasi Maksimum

Perbesaran bayangan pada mata tak berakomodasi dapat ditulis sebagai berikut.

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

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

Panjang mikroskop (jarak tubus) dapat dinyatakan:

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

Keterangan:

$s'_{obj}$  : jarak bayangan objektif

$s'_{ok}$  : jarak bayangan okuler

$s_{obj}$  : jarak 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 total mikroskop

$L$  : panjang mikroskop (jarak tubus)