BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Grafika Komputer

Grafika komputer atau dalam bahasa Inggris computer graphics dapat diartikan sebagai perangkat alat yang terdiri dari hardware dan software untuk membuat gambar, grafik atau citra realistik untuk seni, game komputer, foto dan film animasi. [8]

Grafika komputer merupakan bagian yang paling menarik dari bidang ilmu komputer, ini dikarenakan untuk dapat memahaminya dengan baik diperlukan kemampuan matematika dan juga keahlian untuk memprogram dan kreativitas.

2.1.1 Peranan dan Penggunaan Grafika Komputer

Grafika komputer digunakan diberbagai bidang seni, sains, bisnis, pendidikan, dan hiburan. Peranan dan penggunaan grafika komputer diantaranya :

1. Antar Muka Pengguna

   Sering setiap aplikasi pada komputer pribadi menggunakan Graphical User Interface (GUI). Semua GUI ini menggunakan grafika komputer.

2. Perpetaan

   Sering peta disimpan, dimanipulasi dan dilihat pada komputer.

3. Kesehatan

Grafika komputer telah digunakan baik dalam perencanaan maupun pelaksanaan pembedahan.

4. Computer Aided Design

   Pengguna merancang banyak objek (seperti bagian mekanik) menggunakan grafika komputer.

5. Sistem Multimedia

   Grafika komputer memainkan peran yang sangat penting dalam sistem multimedia.

6. Presentasi Grafika untuk Produksi Slide

   Salah satu bidang penting dalam grafika komputer dikenal sebagai “Presentasi Grafik” atau “Grafik atau Bisnis”. Bidang ini berfokus pada bagaimana menghasilkan gambar secara professional.

7. Sistem Paint

   Sistem ini memungkinkan pengguna beraksi layaknya seperti pelukis melukis objek dengan bantuan komputer.

8. Presentasi Data Saintifik

   Data saintifik biasanya kompleks dan berhubungan antara data yang satu dengan yang lain. Pada saintifik ini, biasanya susah untuk memvisualisasikan jika hanya dengan menggunakan piranti biasa.

2.1.2 Elemen Gambar untuk Menciptakan Gambar dalam Komputer

Penghasilan citra pada grafik komputer menggunakan primitif grafik dasar. Primitif ini memudahkan untuk merender (menggambar pada layar monitor) sebagaimana penggunaan persamaan geometri sederhana. Primitif grafik dasar yang dipakai dalam algoritma berbasis visual interaktif adalah :

1. Titik
2. Garis
3. Segi empat
4. Lingkaran

Objek kompleks dapat dibuat dengan kombinasi dari primitif ini, contoh primitif grafik yang lain adalah :

1. Poligaris, yaitu garis lurus yang saling berhubung.
2. Teks, adalah bentuk bahasa tulisan dengan simbol-simbol tertentu. Teks merupakan kumpulan dari lebih dua karakter.
3. Citra raster, adalah gambar yang dibuat dengan piksel yang membedakan bayangan dan warna.

2.1.2.1 Titik (point)

Titik pada komputer merupakan sebuah koordinat yang mengandung identitas warna yang diletakkan pada Cathoda-Ray-Tube (CRT) monitor. Untuk meletakkan titik pada koordinat x dan y (x dan y merupakan besaran yang posisi pada arah

horizontal dan vertikal). Pada CRT monitor diperlukan program aplikasi untuk mengkonversi koordinat titik tersebut menjadi suatu nilai yang menyatakan lokasi dari peta layar monitor.

Pada peta layar monitor sebenarnya adalah linier, artinya layar monitor tidak mengenal sistem koordinat. Sebagai contoh, jika lokasi awal layar monitor (0,0) dan lokasi akhir monitor (X_{max}, Y_{max}) maka untuk mengkonversikan koordinat suatu titik (x,y) menjadi suatu lokasi pada layar monitor digunakan rumus :

$$alamat(x, y) = y(x_{max}) + 1 \quad (1)$$

Dimana alamat (x,y) merupakan lokasi sebenarnya pada layar monitor, x dan y adalah koordinat titik, x_{max} adalah maksimum pada arah horizontal, dan y_{max} adalah koordinat y maksimum pada arah vertikal.

2.1.2.2 Garis (Line)

Penggambaran garis dilakukan dengan menghitung posisi-posisi sepanjang jalur lurus antara dua posisi titik. Jalur lurus yang menghubungkan dua titik tersebut sebenarnya adalah titik-titik yang saling berdempetan mengikuti arah jalur lurus tersebut.

Jika suatu titik (x,y) berada pada garis, dan garis tersebut dinyatakan dengan koordinat (x_1,y_1) dan (x_2,y_2), maka persamaan untuk garis lurus adalah :

$$y = m.x + b \quad (2)$$

Dimana m mempresentasikan kemiringan garis yang dinyatakan dengan :

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (3)$$

Dan b sebagai pemotong yang dinyatakan dengan :

$$b = y_1 - m.x_1 \quad (4)$$

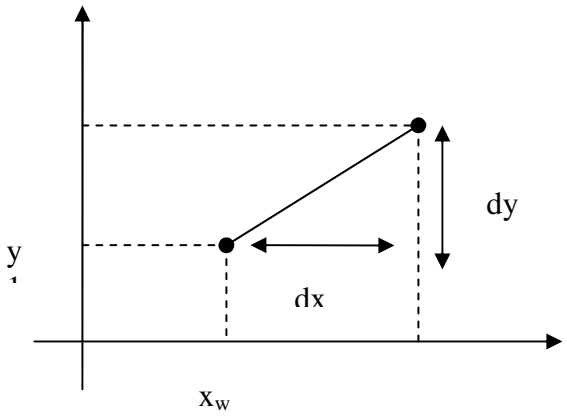
Untuk mencari interval Y (dy) sepanjang garis dinyatakan dengan :

$$\Delta y = m.\Delta x \quad (5)$$

Sedangkan untuk mencari interval X (dx) dinyatakan dengan :

$$\Delta x = \frac{\Delta y}{m} \quad (6)$$

Untuk garis yang mempunyai gradien [m]<1, maka dx akan lebih kecil dari dy, sedangkan garis yang mempunyai gradien [m]>1, maka dx akan lebih besar dari dy.

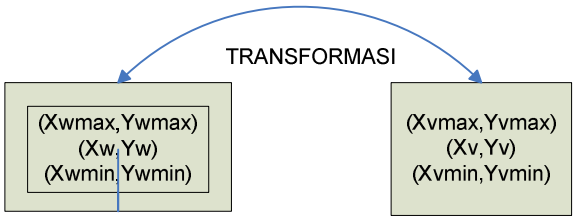


Gambar 2.1 Garis yang Menghubungkan Titik (x_w,y_w) dan Titik (x_v,y_v)

2.2 Transformasi Dua Dimensi

Sistem koordinat komputer arah mendatar positif adalah ke kanan, jadi sesuai dengan sistem koordinat kartesius. Tetapi arah tegak positif adalah kebawah sehingga berlawanan dengan sistem koordinat kartesius. Karena kita sudah terbiasa dengan arah mendatar positif ke kanan dengan arah tegak positif keatas, maka sistem koordinat akan mendatangkan kesukaran. Untuk menghindari kesukaran tersebut maka perlu dilakukan transformasi dari sistem koordinat layar ke sistem koordinat semesta yang mirip dengan sistem koordinat kartesius.

Pada gambar 2.2 melukiskan sebuah titik semesta yang akan dipetakan pada layar monitor dengan melalui proses transformasi. Misalkan koordinat titik tersebut disemesta adalah (x_w,y_w) dan dilayar monitor menjadi (x_v,y_v) tentu saja disemesta koordinat titik dinyatakan dalam sistem koordinat semesta dan dilayar monitor dinyatakan dalam sistem koordinat layar.



Gambar 2.2 Transformasi Koordinat Semesta ke Koordinat Layar

Dengan menggunakan persamaan :

$$\frac{Xv - Xv_{\min}}{Xv_{\max} - Xv_{\min}} = \frac{Xw - Xw_{\min}}{Xw_{\max} - Xw_{\min}}$$

$$\frac{Yv - Yv_{\min}}{Yv_{\max} - Yv_{\min}} = \frac{Yw - Yw_{\min}}{Yv_{\max} - Yw_{\min}}$$

Hubungan kedua koordinat diatas adalah :

$$\begin{aligned} Xv &= Xv_{\min} + (Xw - Xw_{\min})Sx \\ Yv &= Yv_{\min} + (Yw - Yw_{\min})Sy \end{aligned} \tag{7}$$

Dengan A, B, C dan D adalah tetapan transformasi yang akan dicari dari absis titik sudut kiri bawah dan titik sudut kanan diperoleh hubungan :

$$\begin{aligned} A &= \frac{Xv_{\max} - Xv_{\min}}{Xw_{\max} - Xw_{\min}} \\ B &= Xv_{\min} - Xw_{\min}.A \end{aligned} \tag{8}$$

Dari dua koordinat tadi diperoleh hubungan :

$$\begin{aligned} Yv_{\min} &= A.Xw_{\min} + D \\ Yv_{\max} &= C.Xw_{\max} + A \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} C &= \frac{Yv_{\max} - Yv_{\min}}{Yw_{\max} - Yw_{\min}} \\ D &= Yv_{\min} - Yw_{\min}.A \end{aligned} \tag{9}$$

Dengan diketahui tetapan transformasi tersebut, maka persamaan (7) dapat dihitung dari persamaan (8) dan persamaan (9). tampak bahwa selain batas-batas semesta diperlukan juga batas-batas bidang gambar pada layar monitor (x_{1min},y_{1min}) dan (x_{1max},y_{1max}).

Transformasi matriks adalah angka-angka yang dimodifikasi oleh suatu operasi matematika. Transformasi geometri adalah perubahan posisi suatu objek, baik

posisi itu terjadi karena pergeseran (translansi), perputaran (rotasi) dan penskalaan (scaling).

2.2.1 Translansi

Translansi digunakan pada suatu objek untuk meletakkan kembali objek tersebut sepanjang jalur lurus dari suatu lokasi koordinat ke lokasi koordinat yang lain. Untuk menstranlasi suatu titik (x,y) dengan pergeseran sebesar tx dan ty menjadi titik (x',y') adalah :

$$\begin{aligned} x' &= x + tx \\ y' &= y + ty \end{aligned} \tag{10}$$

Dimana x,y adalah koordinat asal dari titik, tx dan ty adalah pergeseran pada sumbu x dan sumbu y, x' dan y' adalah koordinat titik sesudah ditranslasi.

Secara singkat persamaan (10) tidak ditulis kedalam bentuk matrik dua dimensi. Jika p mempresentasikan koordinat (x,y), p' mempresentasikan koordinat (x',y') dan T mempresentasikan tx dan ty, maka persamaan (10) dapat ditulis kedalam bentuk matriks menjadi :

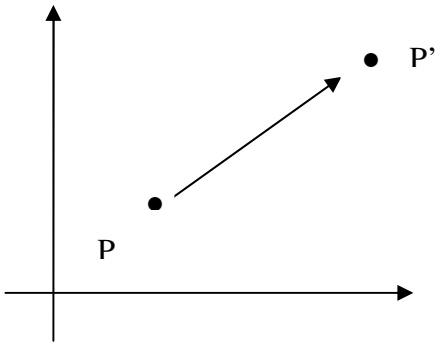
$$p = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad p' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \qquad T = \begin{bmatrix} tx \\ ty \end{bmatrix} \tag{11}$$

Dimana untuk mentranslansi suatu titik p menjadi p' adalah

$$p' = p + T \tag{12}$$

Atau

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & tx \\ 0 & 1 & ty \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (13)$$



Gambar 2.3 Translansi Titik dari Posisi p ke Posisi p' dengan Pergeseran Sebesar T

2.2.2 Penskalaan

Transformasi penskalaan adalah perubahan ukuran dari suatu objek. Perubahan ukuran objek tersebut diakibatkan oleh perkalian nilai koordinat (x,y) dengan skala Sx dan Sy sehingga hasil transformasi adalah koordinat (x',y')

$$x' = x.Sx \qquad y' = y.Sy \quad (21)$$

Persamaan 2-15 dapat ditulis kedalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Sx & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 \\ 0 & 0 & \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (22)$$

Dimana Sx > 0 dan Sy > 0

2.3 Bidang Gambar

Bidang gambar merupakan suatu bidang yang disediakan untuk menempatkan suatu gambar, grafik atau untuk menggambar suatu objek. Dalam pembahasan ini bidang gambar yang dimaksud yaitu bidang gambar pada layar monitor komputer. Bidang gambar pada komputer merupakan gabungan dari beberapa garis koordinat yaitu koordinat y dan koordinat x, serta beberapa kisi-kisi menentukan letak objek atau gambar tersebut yang terletak bersebelahan dengan kedua sumbu koordinat.

2.3.1 Kisi-Kisi Koordinat

Kisi-kisi dipakai untuk menentukan posisi suatu titik sembarang. Kisi-kisi terdiri dari garis purus-putus yang memenuhi bidang gambar yang terletak pada koordinat x dan koordinat y.

2.3.2 Skala dan Label Sumbu

Untuk kasus dua dimensi sistem koordinat yang dipakai adalah sistem koordinat kartesius. Agar letak suatu titik dalam sistem koordinat kartesius dapat diketahui maka pada bidang gambar perlu dibuat sumbu-sumbu yang saling berpotongan tegak lurus yaitu biasa disebut sumbu x san sumbu y. Titik potong kedua sumbu diambil sebagai titik asal dan dinyatakan koordinat (0,0). Oleh karena itu kisi-kisi pada layar monitor juga perlu diberi skala. Skala dicantumkan diluar daerah yang akan dipakai untuk menempatkan gambar agar tidak terganggu.

2.4 Pemantulan Cahaya

Dari berbagai percobaan, diperoleh dua hukum pemantulan sebagai berikut :

1. Sinar datang, sinar pantul dan garis normal berpotongan pada satu titik dan terletak pada satu bidang datar.
2. Sudut datang sama dengan sudut pantul.

2.4.1 Pemantulan pada cermin cekung (cermin konkaf)

Sebuah cermin dapat saja melengkung. Jika sisi depan cermin melengkung ke dalam, disebut cermin cekung. Bagian-bagian sebuah cermin lengkung (termasuk cermin cembung) adalah : (1) *titik pusat cermin, O*; (2) *titik pusat kelengkungan cermin, M*, yaitu titik pusat kelengkungan permukaan bola, sehingga jika ditarik garis dari titik tersebut ke permukaan cermin, garis tersebut merupakan *garis normal*; (3) *titik fokus*, F, titik di depan cermin di mana sinar-sinar pantul dari sinar-sinar paraksial adalah sinar-sinar yang disejajar dan dekat dengan sumbu utama; (4) *sumbu utama*, yaitu garis normal yang melalui titik *M* dan titik *O*, yamg panjangnya tidak terbatas.

Jarak antara titik pusat kelengkungan cermin dan titik pusat cermin, garis *MO*, disebut *jari-jari kelengkungan cermin* (diberi symbol R). jarak antara titik fokus (atau titik api) dan titik pusat cermin, garis *FO*, disebut *jarak fokus* (diberi symbol *f*). titik

fikus cermin cekung berada di sisi depan cermin. Karena itu jarak fokus cermin bertanda positif, dan hubungannya dengan jari-jari kelengkungan cermin adalah,

$$f = +\frac{R}{2} \tag{23}$$

2.4.2 Lukisan pembentukan bayangan pada cermin cekung

Untuk melukis diagram sinar pembentukan bayangan dari sebuah benda nyata di depan cermin, sedikitnya diperlukan dua sinar istimewa dari tiga sinar istimewa. Ketiga sinar istimewa pada cermin cekung adalah sebagai berikut :

1. Sinar sejajar sumbu utama yang meninggalkan benda akan dipantulkan menuju ke titik fokus *F* .
2. Sinar yang meninggalkan benda menuju ke titik fokus *F* akan dipantulkan sejajar sumbu utama .
3. Sinar yang meninggalkan benda menuju ke titik pusat kelengkungan *M* akan dipantulkan kembali ke titik *M*. Ini karena sinar yang melalui titik pusat kelengkungan *M* jatuh normal (tegak lurus) pada permukaan cermin.

2.4.3 Pemantulan pada cermin cembung (cermin konveks)

Jika sisi depan cermin melengkung keluar maka cermin adalah cembung. Titik fokus cermin berada di sisi belakang cermin, karena itu jarak fokus cermin bertanda negatif, dan hubungannya dengan jari-jari kelengkungan cermin adalah :

$$f = \frac{-R}{2} \tag{24}$$

2.4.4 Lukisan pembentukan bayangan pada cermin cembung

Seperti pada cermin cekung, hanya diperlukan dua sinar istimewa untuk melukis diagram sinar pembentukan bayangan pada cermin cembung. Ketiga sinar istimewa pada cermin cembung adalah sebagai berikut :

1. Sinar sejajar sumbu utama yang meninggalkan benda dipantulkan seakan akan datang dari titik fokus *F*.
2. Sinar yang meninggalkan benda menuju ke titik fokus *F* dipantulkan sejajar sumbu utama.
3. Sinar yang meninggalkan benda menuju ke titik pusat kelengkungan *M* dipantulkan kembali seakan-akan datang dari titik *M*.

2.4.5 Persamaan cermin lengkung

Ketika suatu benda berjarak s dari sebuah cermin lengkung berjarak fokus *f,* bayangan berjarak s’ dari cermin, dimana :

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \tag{25}$$

Persamaan (2-8) berlaku untuk cermin cekung maupun cermin cembung. Persamaan cermin ini dapat saja langsung dipecahkan untuk menghitung *s*, *s*', atau *f*, sebagai berikut :

$$s = \frac{s' * f}{s' - f} \quad ; \qquad s' = \frac{s * f}{s - f} \quad ; \qquad f = \frac{s * s'}{s + s'}$$

Nilai positif dari s atau s' menyatakan benda atau bayangan nyata, dan nilai negatif dari *s* atau *s*' menyatakan benda atau bayangan maya. Bayangan nyata dibentuk oleh perpotongan langsung sinar-sinar pantul di belakang cermin. Bayangan nyata selalu terletak di depan cermin dan terbalik. Bayangan maya selalu terletak di belakang cermin dan tegak.

2.4.6 Perbesaran bayangan cermin

Jika bayangan yang dibentuk oleh cermin lebih besar dari bendanya maka bayangan diperbesar, tetapi jika sebaliknya maka bayangan diperkecil. Ada dua jenis perbesaran bayangan, yaitu perbesaran linier dan perbesaran sudut. Perbesaran linier adalah perbandingan antar tinggi bayangan (*h'*) dan tinggi benda (*h*) atau perbandingan jarak bayangan (*s'*) dan jarak benda (*s*). perbesaran dinyatakan dalam :

$$M = \frac{h'}{h} = \frac{-s'}{s} \qquad (26)$$

Perbesaran positif menyatakan bayangan adalah maya, tegak. Perbesaran negatif menyatakan bayangan adalah nyata, terbalik, seperti tabel 2.1 merangkum perjanjian tanda yang digunakan dalam persoalan cermin lengkung.

Tabel 2.1 tanda cermin

Besaran	Positif	Negatif
Jarak fokus	Cermin cekung	Cermin cembung
Jarak benda	Benda nyata	Benda maya
Jarak bayangan	Bayangan nyata	Bayangan maya
perbesaran	Bayangan tegak	Bayangan terbalik

2.5 Pembiasan cahaya

Dari percobaan, diperoleh hukum pembiasan sebagai berikut :

1. Sinar datang, sinar bias dan garis normal berpotongan pada satu titik dan terletak pada satu bidang datar.
2. Hubungan sudut datang dan sudut bisa dinyatakan oleh persamaan umum Snellius :

$$n_{1sin\theta 1=n_2 sin\theta 2} \quad (27)$$

2.5.1 Pembiasan pada lensa cembung

Lensa terbagi atas dua bagian. Bagian dari mana sinar datang disebut bagian depan dan bagian diman sinar dibiaskan disebut bagian belakang. Bagian-bagian dari sebuah lensa adalah (1) titik pusat optik O, (2) titik focus aktif F_1 dan pasif F_2, dan (3) sumbu utama.

Titik fokus aktif (F_1) lensa cembung berada di bagian belakang lensa. Titik fokus F_1 adalah fokus nyata, dan jarak fokus f bertanda positif. Karena itu lensa cembung disebut juga lensa positif.

2.5.2 Lukisan pembentukan bayangan pada lensa cembung

Untuk melukis diagram sinar pembentukan bayangan dari sebuah benda nyata didepan lensa, sedikitnya diperlukan dua diantara tiga sinar istimewa pada lensa cembung berikut :

1. Sinar sejajar sumbu utama yang meninggalkan benda akan dibiaskan melalui titik fokus F_1.
2. Sinar yang meninggalkan benda menuju ke titik fokus pasif F_2 akan dibiaskan sejajar sumbu utama.
3. Sinar yang meninggalkan benda menuju titik pusat O akan diteruskan tanpa membias.

2.5.3 Pembiasan pada lensa cekung

Titik fokus aktif *(F_1)* lensa cekung berada di bagian depan lensa. Titik fokus F_1 diperoleh dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias sehingga fokus aktif F_1 adalah fokus maya, dan jarak fokus f bertanda negatif. Karena itu lensa cekung disebut juga lensa negatif.

2.5.4 Lukisan pembentukan bayangan pada lensa cekung

Seperti pada lensa cembung, hanya diperlukan dua sinar istimewa untuk melukiskan diagram sinar pembentukan bayangan. Ketiga sinar istimewa pada lensa cekung adalah sebagai berikut:

1. Sinar sejajar sumbu utama yang meninggalkan benda akan dibiaskan seakan-akan berasal dari titik fokus F_1.
2. Sinar yang meninggalkan benda seakan-akan menuju ke titik fokus pasif F_2 akan dibiaskan sejajar sumbu utama.
3. Sinar yang meninggalkan benda menuju ke titik pusat optik *O* akan diteruskan tanpa membias.

2.5.5 Persamaan lensa

Persamaan umum yang berlaku untuk lensa persis seperti pada cermin lengkung. Nilai positif dari s atau s' menyatakan benda atau bayangan nyata, dan nilai negatif dari *s* atau *s'* menyatakan benda atau bayangan maya. Bayangan nyata dibentuk oleh perpotongan langsung sinar-sinar bias dibelakang lensa. Bayangan

maya dibentuk oleh perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias didepan lensa. Bayangan nyata selalu terletak dibelakang lensa dan terbalik. Bayangan maya selalu terletak didepan lensa dan tegak.

2.5.6 Perbesaran bayangan lensa

Perbesaran bayangan yang dibahas adalah perbesaran linier, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara tinggi bayangan *h'* dan tinggi benda h. rumus yang digunakan sama dengan rumus yang digunakan dalam perbesaran cermin. Tabel 2.2 merangkum perjanjian tanda yang digunakan dalam persoalan lensa.

Tabel 2.2 tanda lensa

Besaran	Positif	Negatif
Jarak focus	Lensa cembung	Lensa cekung
Jarak benda	Benda nyata (didepan lensa)	Benda maya
Jarak bayangan	Bayangan nyata (dibelakang lensa)	Bayangan maya (di deoan lensa)
pembesaran	Bayangan tegak	Bayangan terbalik

2.5.7 Pembagian Ruang

Pembagian ruang ini dilakukan untuk mempermudah dalam menetukan tempat dan sifat-sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin cekung karena jumlah ruang untuk benda + bayangan = lima.

I = ruang antara cermin dengan titik fokus (*F*)

II = ruang antara titik pusat (*P*) dengan titik fokus (*F*)

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

IV = ruang dibelakang cermin

R = jari-jari

Contoh pembentukan bayangan

1. Benda di ruang II
2. Maka bayangan berada di ruang III
3. Supaya jumlah ruangnya sama dengan lima (II + III = V)

Sifat bayangan :

1. Bila benda di ruang I, maka
    a. Bayangan di ruang IV (di belakang cermin)
    b. Bayangan bersifat maya
    c. Bayangan akan diperbesar
    d. Bayangannya tegak
2. Bila benda di ruang II, maka
    a. Bayangan di ruang III (di depan cermin)
    b. Bayangan bersifat nyata

c. Bayangan akan diperbesar

d. Bayangannya tegak

3. Bila benda di ruang III, maka

a. Bayangan di ruang II

b. Bayangan bersifat nyata

c. Bayangan akan diperkecil

d. Bayangan terbalik

2.6 Mikroskop

Mikroskop adalah alat optik yang digunakan untuk mengamati benda-benda sangat kecil yang tak tampak oleh mata telanjang, seperti bakteri dan virus. Mikroskop terdiri dari dua buah lensa cembung, yaitu lensa objektif (dekat dengan benda) dan lensa okuler (dekat dengan mata). Jarak fokus lensa objektif lebih besar daripada jarak focus lensa okuler ($f_{ob} > f_{ok}$). [2]

Sebuah preparat (benda) yang diamati diletakkan didepan lensa objektif diantara F_{ob} dan $2F_{ob}$. Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif adalah l_1, yang bersifat nyata, terbalik dan diperbesar. Bayangan l_1 ini diatur sedemikian rupa sehinggan terletak didepan lensa okuler.

Perbesaran lensa objektif, M_{ob}, adalah perbesaran linier yang dirumuskan oleh :

$$M_{ob} = \frac{h'_{ob}}{h_{ob}} = \frac{-s'_{ob}}{s_{ob}} \quad (28)$$

Pengamatan mikroskop dengan mata berakomodasi maksimum

Untuk mata berakomodasi maksimum, bayangan akhir yang dibentuk oleh lensa okuler jatuh di titik dekat mata, sehingga jarak bayangan okuler s'_{ok} adalah :

$$s'_{ok} = -s_n \quad (29)$$

Dengan s_n = 25 cm jika tidak diketahui

Panjang tabung mikroskop atau jarak antara lensa objektif dan lensa okuler *d* untuk mata berakomodasi maksimum, adalah

$$d = s'_{ob} + s_{ok} \quad (30)$$

Dimana s'_{ob} adalah jarak bayangan objektif yang dihitung dengan rumus

$$s'_{ob} = \frac{s_{ob} * f_{ob}}{s_{ob} - f_{ob}} \quad (31)$$

Dan s_{ok} adalah jarak benda okuler yang dihitung dengan

$$s_{ok} = \frac{s'_{ok} * f_{ok}}{s_{ok} - f_{ok}} \quad (32)$$

Perbesaran okuler, M_{ok}, untuk mata berakomodasi maksimum adalah

$$m_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \quad (33)$$

2.7 Gelombang

Gelombang adalah peristiwa perambatan dari suatu usikan didalam suatu medium (gelombang mekanik) atau tanpa medium (gelombang elektromagnetik).[3]

2.7.1 Macam-macam gelombang mekanis

Perambatan gelombang

a. Gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah perambatannya, misalnya gelombang bunyi.
b. Gelombang tranversal, yaitu gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatnya, misalnya gelombang-gelombang pada tali.

Sifat umum gelombang

a. Dapat mengalami pemantulan (refleksi)
b. Dapat mengalami pembiasan (refraksi)
c. Dapat dijumlahkan (interferensi)
d. Dapat mengalami lenturan (difraksi)
e. Khusus untuk gelombang tranversal, dapat mengalami polarisasi

Istilah-istilah gelombang

a. Frekuensi (f) adalah banyaknya gelombang penuh yang melalui sebuah titik tertentu tiap detik.
b. Perioda (T), adalah waktu yang diperlukan untuk melalui satu panjang gelombang
c. Amplitude (A), adalah simpangan maksimum dari getaran partikelnya.
d. Panjang gelombang (λ), adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam waktu satu perioda.

2.7.2 Persamaan umum gelombang

Persamaan umu yang berlaku pada setiap gelombang :

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda * f \tag{34}$$

$$f = \frac{1}{T} \tag{35}$$

Dengan keterangan :

V = kecepatan perambatan (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

f = frekuensi getaran (Hz)

T = perioda getaran (s)