

## Transformasi Bangun Ruang Tiga Dimensi menggunakan Visual Basic 6.0

Sulastris

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank Semarang  
email : striedq@unisbank.ac.id

**ABSTRAK :** Pemanfaatan grafika komputer dapat dilihat pada saat seorang insinyur atau seorang ahli gedung sedang melakukan perancangan gedung yang akan di bangun. Insinyur tersebut dapat merancang gedung yang akan dibangun menggunakan teori grafika komputer sebelum gedung tersebut benar-benar berdiri. Pemanfaatan unsur grafika komputer khususnya transformasi dipergunakan untuk menekan biaya yang akan ditanggung oleh perusahaan yang menangani pembangunan gedung tersebut. Apabila insinyur menggunakan miniatur-miniatur dari gedung yang akan dibangun, otomatis akan memerlukan biaya yang lebih besar.

**Kata kunci :** transformasi, bangun ruang, tiga dimensi

### PENDAHULUAN

Matematika, mungkin bagi sebagian orang merupakan salah satu mata pelajaran yang membingungkan dan membosankan. Karena didalam mata pelajaran Matematika terdapat berbagai macam unsur. Diantaranya mengenai geometri. Pada bagian geometri juga di bagi menjadi 2, yaitu geometri dua dimensi serta geometri tiga dimensi.

Dan apabila pembahasan mengenai geometri bangun ruang tiga dimensi ini dibahas lebih mendalam didalamnya akan menjumpai hal yang membahas mengenai grafika komputer. Karena matematika dan grafika komputer mempunyai saling keterkaitan. Didalam grafika komputer terdapat unsur yang membahas tentang Transformasi. Baik transformasi Dua dimensi maupun Transformasi Tiga dimensi.

Perkembangan teknologi pada bidang komputer dewasa ini berkembang sangat pesat. Hal ini juga terjadi pada bidang grafika komputer. Perkembangan grafika komputer yang sangat pesat dapat dilihat dari banyaknya aplikasi-aplikasi grafika komputer yang dimanfaatkan dalam kehidupan manusia sehari - hari.

Pemanfaatan grafika komputer dapat dilihat pada saat seorang insinyur atau seorang ahli gedung sedang melakukan perancangan

gedung yang akan di bangun. Insinyur tersebut dapat merancang gedung yang akan di bangun menggunakan teori grafika komputer sebelum gedung tersebut benar-benar berdiri.

Perancangan dapat dilakukan dengan cara membuat objek gedung yang akan dibuat terlebih dulu pada suatu program komputer, setelah obyek telah jadi kemudian dapat dilakukan transformasi terhadap objek tersebut.

Pemanfaatan unsur grafika komputer khususnya transformasi dipergunakan untuk menekan biaya yang akan ditanggung oleh perusahaan yang menangani pembangunan gedung tersebut. Apabila insinyur menggunakan miniatur- miniatur dari gedung yang akan dibangun, otomatis akan memerlukan biaya yang lebih besar.

Dengan menggunakan transformasi pada grafika komputer biaya yang digunakan dapat ditekan dengan sekecil mungkin.

### PERUMUSAN DAN BATASAN MASALAH

Sebelum melakukan Transformasi bangun ruang tiga dimensi terlebih dahulu harus ditentukan nilai dari titik-titik koordinat yang akan menjadi sudut dari benda (objek) yang akan ditransformasikan. Untuk Transformasi tiga dimensi menggunakan tiga buah koordinat. Yaitu koordinat sumbu x, sumbu y, dan koordinat sumbu z. Koordinat sumbu x mewakili

ukuran lebar dan koordinat sumbu y mewakili ukuran panjang. Sedangkan koordinat sumbu z mewakili ukuran tinggi (kedalaman).

Setelah koordinat titik-titik tersebut ditentukan, tahapan selanjutnya adalah menghubungkan titik-titik koordinat tersebut dengan garis (edge) yang telah ditentukan pasangannya dengan titik-titik yang telah ada. Penentuan dari masing-masing pasangan antara titik dan garis ditentukan oleh pembuat program. Kemudian benda yang dihasilkan tersebut akan ditransformasikan .

Adapun perumusan masalah yang akan dibahas adalah mengenai :

1. Struktur data dari benda tiga dimensi.
2. Cara menampilkan benda tiga dimensi yang telah dihasilkan.
3. Struktur dan Algoritma program yang akan digunakan untuk menampilkan dan mentransformasi benda tiga dimensi.

Sedangkan batasan masalah yang akan di bahas di dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah mengenai bagaimana benda (objek) yang telah dihasilkan dapat ditransformasikan (translasi, skala maupun rotasi) sesuai dengan keinginan pengguna program.

## TUJUAN DAN MANFAAT

Adapun tujuannya adalah untuk membuat software yang dapat menunjukkan bahwa suatu benda tiga dimensi dapat di transformasikan berdasarkan fungsi – fungsi geometri.

Adapun manfaat bagi pengguna adalah pengguna dapat mensimulasikan apa yang akan dibuat, khususnya mengenai bangun tiga dimensi dengan transformasi.

## METODE PENGEMBANGAN SISTEM

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah suatu sistem yang dikenal dengan nama SDLC (*System Development Live Cycle*) yang merupakan metode klasik yang digunakan untuk mengembangkan, memelihara, dan menggunakan sistem informasi (Kadir, 2003 : 398). Yang didalamnya terdapat tahapan-tahapan yang dilalui dalam pengolahan data yaitu:

### 1. Tahapan Perencanaan

Tahapan ini merupakan awal dalam pembuatan system, untuk memahami permasalahan yang muncul, menentukan tujuan pembuatan system dan mengidentifikasi kendalanya

### 2. Tahapan Analisis

Tahapan ini adalah untuk menentukan hal-hal detail tentang apa yang akan dikerjakan oleh system tersebut.

### 3. Tahapan Desain

Sasaran dari tahapan ini adalah membuat *transformasi bangun ruang tiga dimensi* secara terperinci dan tertulis beserta dengan penjelasannya.

### 4. Tahapan Implementasi

Tahapan ini merupakan kegiatan untuk mengimplementasikan rancangan yang telah disusun agar dapat diwujudkan dengan melakukan pemrograman dan pengujian untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi system serta melakukan dokumentasi terhadap system yang diterapkan.

### 5. Tahapan Operasi dan Pemeliharaan

Pada tahapan ini system telah dinyatakan lolos uji coba, maka dapat dioperasikan untuk menangani masalah yang sesungguhnya dengan pemeliharaan system untuk menjaga keutuhan data dan informasi yang telah terhimpun.

## TRANSFORMASI

Transformasi dapat diartikan sebagai suatu metode yang dapat digunakan untuk memanipulasi lokasi sebuah titik. Apabila transformasi dikenakan terhadap sekumpulan titik yang membentuk sebuah benda (obyek) maka benda tersebut akan mengalami perubahan. Perubahan dalam hal ini adalah perubahan dari lokasi awal suatu benda menuju lokasi yang baru dari benda tersebut.

Sebuah benda dengan titik P ditransformasikan ke titik Q menggunakan rumus – rumus tertentu, sehingga titik Q merupakan lokasi baru dari titik P.

**Transformasi affine**

Metode yang paling umum digunakan dalam grafika komputer adalah metode *affine transformation*. Affine transformation adalah suatu transformasi yang menggunakan matrik dalam menghitung posisi obyek yang baru.

Keuntungan menggunakan matrik adalah transformasi yang berbeda – beda dapat digabungkan dengan mengkalikan matrik – matrik tersebut sehingga diperoleh satu matrik transformasi.

Pemetaan titik koordinat P = (Px, Py) ke Q = (Qx, Qy) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$Q_x = aPx + cPy + trx$$

$$Q_y = bPx + dPy + try$$

**Transformasi Homogeneous**

Selain menggunakan transformasi affine, transformasi juga dapat dilakukan dengan menggunakan transformasi homogeneous. Transformasi homogeneous adalah transformasi yang menggunakan matrik transformasi yang menggabungkan transformasi translasi, penskalaan, dan rotasi kedalam suatu model transformasi..

Dengan menggunakan matrik tidak perlu dibuat prosedur – prosedur khusus untuk setiap jenis transformasi tetapi cukup melakukan perkalian matrik saja.

Isi dari matriks transformasi bergantung pada jenis transformasi yang dilakukan. Sebagaimana berikut :

Translasi :

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ Trx & Try & 1 \end{pmatrix}$$

Skala :

$$M = \begin{pmatrix} Sx & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Rotasi :

$$M = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

**TRANSFORMASI DUA DIMENSI DAN TRANSFORMASI TIGA DIMENSI**

Pada dasarnya yang membedakan antara transformasi dua dimensi dengan transformasi tiga dimensi adalah satu buah sumbu tambahan yang mewakili jarak pandang kedalaman yang terdapat pada transformasi tiga dimensi. Sumbu ini biasanya ditulis dengan perwakilan huruf z.

**Transformasi Dua Dimensi**

Transformasi dua dimensi menggunakan dua buah sumbu, yaitu sumbu x dan sumbu y. Sumbu x mewakili ukuran panjang, sedangkan sumbu y mewakili ukuran lebar.

Transformasi dasar pada objek dua dimensi dapat berupa :

1. Translasi

Translasi dapat diartikan dengan perubahan lokasi dari lokasi awal menuju ke lokasi baru. Titik A (x, y) digeser sejumlah Trx pada sumbu x dan digeser sejumlah Try pada sumbu y. Sehingga akan didapatkan rumus umum sebagai berikut :

$$Q(x, y) = P(x, y) + Tr$$

$$= P(x + Trx, y + Try)$$

2. Skala

Skala dapat diartikan dengan sebuah lokasi awal dikalikan dengan besaran yang di inginkan. Lokasi asli dikalikan dengan besaran Sx pada sumbu x dan Sy pada sumbu y. Sehingga akan diperoleh rumus umum sebagai berikut :

$$Q(x, y) = A * S$$

$$= A(x, y) * S(x, y)$$

$$= A(x * Sx, y * Sy)$$

3. Rotasi

Rotasi dapat diartikan dengan perpindahan lokasi awal dari sebuah benda

(objek) dengan cara diputar terhadap sumbu x atau sumbu y, dengan asumsi bahwa titik pusat (0, 0). Dengan sudut positif berlawanan dengan arah jarum jam. Dan sudut negatif searah dengan jarum jam. Rumus yang digunakan untuk melakukan rotasi adalah sebagai berikut :

$$x' = x \cos \theta - y \sin \theta$$

$$y' = y \cos \theta + x \sin \theta$$

**Transformasi Tiga Dimensi**

Tranformasi tiga dimensi pada dasarnya tidak jauh berbeda dengan transformasi pada benda (objek) dua dimensi. Pada transformasi tiga dimensi menggunakan 1 buah sumbu tambahan, yaitu sumbu z. Dengan demikian pada transformasi tiga dimensi sumbu yang dipergunakan adalah sumbu x, sumbu y, dan sumbu z.

Pada transformasi tiga dimensi sumbu z berfungsi untuk menampilkan kesan kedalaman yang akan dilihat oleh mata manusia.

Transformasi tiga dimensi dapat berupa :

1. Translasi

Translasi pada objek tiga dimensi tidak jauh berbeda dengan translasi pada benda (objek) dua dimensi. Translasi tiga dimensi menggunakan sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Translasi berfungsi untuk menggeser benda dari suatu posisi awal menuju posisi baru sesuai dengan keinginan pengguna.

Translasi pada benda (objek) tiga dimensi dapat menggunakan matrik sebagai berikut :

$$M_t = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ T_{rx} & T_{ry} & T_{rz} & 1 \end{pmatrix}$$

2. Skala

Skala pada benda (objek) tiga dimensi tidak jauh berbeda dengan skala pada transformasi dua dimensi. Skala berfungsi untuk memperbesar atau memperkecil benda

(objek) sesuai dengan ukuran yang diinginkan oleh pengguna program.

Skala pada benda (objek) tiga dimensi dapat dilakukan dengan menggunakan matrik sebagai berikut :

$$M_s = \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

3. Rotasi

Berbeda dengan rotasi dua dimensi yang menggunakan titik pusat (0, 0) sebagai pusat perputaran, rotasi pada benda (objek) tiga dimensi menggunakan sumbu koordinat sebagai pusat perputaran.

Karena pada benda (objek) tiga dimensi terdapat 3 buah sumbu koordinat, maka terdapat 3 macam rotasi yang dapat dilakukan, yaitu :

a. Rotasi sumbu x

Rotasi pada sumbu x menggunakan matrik sebagai berikut:

$$M_{rx} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 \\ 0 & -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

b. Rotasi sumbu y

Rotasi pada sumbu y menggunakan matrik sebagai berikut:

$$M_{ry} = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & 0 & -\sin(\alpha) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin(\alpha) & 0 & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

c. Rotasi sumbu z

Rotasi pada sumbu z menggunakan matrik sebagai berikut:

$$Mrz = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 & 0 \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

**DUNIA TIGA DIMENSI**

Yang membedakan antara benda dua dimensi dan benda tiga dimensi adalah kedalaman. Kedalaman dapat diartikan sebagai jarak pandang antar mata (viewer) dengan benda yang dilihat. Karena pada benda dua dimensi hanya menggunakan 2 ukuran yaitu ukuran panjang dan ukuran lebar. Sedangkan pada benda tiga dimensi menggunakan 3 ukuran , yaitu ukuran panjang, lebar dan kedalaman.

Ukuran tersebut disimbolkan dengan sumbu x, sumbu y serta sumbu z. Sumbu x mewakili ukuran panjang, sumbu y mewakili ukuran lebar sedangkan sumbu z mewakili ukuran tinggi atau kedalaman.

**KOORDINAT**

Koordinat dapat diartikan sebagai tata keseimbangan yang membantu di dalam menentukan suatu kondisi dengan nilai dan batas dalam konteks geometri. Koordinat diciptakan dengan tujuan untuk membantu manusia agar dapat dengan lebih mudah mengenal, menguasai serta mengendalikannya.

Pada saat menggambar sebuah koordinat, mungkin akan menjadi sebuah pertanyaan, dimana letak koordinat ini berada. Karena koordinat satu dengan yang lain hampir sama. Untuk itu perlu diketahui dimana letak koordinat yang sedang digambar. Hal ini untuk menghindari kerancuan yang mungkin akan terjadi.

Pada komputer grafik, ada 3 macam sistem koordinat yang harus di perhatikan.yaitu:

1. Koordinat Nyata (World Coordinate)

2. Koordinat Sistem

3. Koordinat Layar

**Koordinat Nyata (World Coordinate)**

Yang dimaksud dengan koordinat nyata adalah koordinat yang menyatakan lokasi benda itu di “dunia”. Dunia yang dimaksud adalah dimana benda itu berada. Koordinat nyata mempunyai batas - ~ (tak hingga) sampai + ~ untuk sumbu x dan sumbu y.

**Koordinat Sistem**

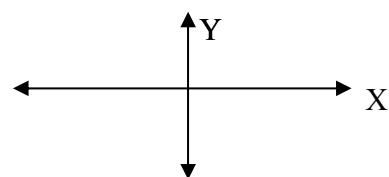
Yang dimaksud dengan koordinat sistem adalah koordinat yang biasanya digunakan untuk perhitungan data yang hasilnya perlu ditampilkan kembali pada layar maupun diatas kertas. Koordinat ini lebih banyak digunakan di bidang geometri.

Koordinat sistem sendiri terbagi menjadi dua macam.yaitu;

1. Sistem koordinat Cartessian

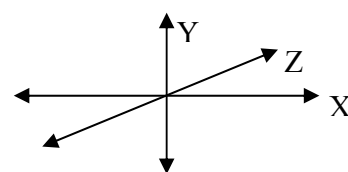
Sistem koordinat Cartessian menggunakan pasangan sumbu x dan sumbu y untuk menyatakan lokasi benda di bidang dua dimensi. Sedangkan untuk benda dibidang tiga dimensi menggunakan pasangan sumbu x , y , z.

Sistem koordinat Cartessian untuk benda dua dimensi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Gambar Sistem Koordinat Cartessian Dua Dimensi.

Sedangkan untuk benda yang tiga dimensi dapat di gambarkan sebagai berikut:

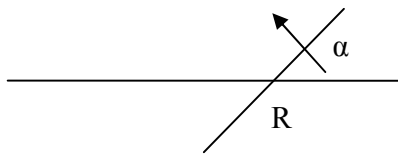


Gambar 2. Gambar Sistem Koordinat Cartessian Tiga Dimensi.

2. Sistem koordinat Polar

Sistem koordinat Polar menggunakan sudut terhadap garis horizon ( $\alpha$ ) dan jarak dari titik pusat (R) untuk menunjukkan lokasi sebuah benda.

Sistem koordinat Polar dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Gambar Sistem Koordinat Polar.

**Koordinat Layar**

Koordinat Layar atau screen coordinate adalah koordinat yang dipakai untuk mengatur penampilan suatu obyek pada layar, baik itu layar komputer ataupun layar lainnya.

**SISTEM KOORDINAT TIGA DIMENSI**

Sistem koordinat tiga dimensi dapat dibedakan menjadi :

- Sistem koordinat tangan kanan  
Sistem ini disebut sistem koordinat tangan kanan karena sistem koordinat ini meniru sistem yang ada pada tangan kanan, dimana jari telunjuk untuk sumbu x, jari tengah untuk sumbu y sedangkan jari jempol untuk sumbu z.
- Sistem koordinat tangan kiri  
Sistem ini disebut sistem koordinat tangan kiri karena sistem koordinat ini meniru sistem yang ada pada tangan kiri, dimana jari telunjuk untuk sumbu x, jari tengah untuk sumbu y sedangkan jari jempol untuk sumbu z.

**STRUKTUR DATA 3 DIMENSI**

Sebuah benda yang berada di ruangtiga dimensi dapat disusun dengan menghubungkan sebuah titik dengan titik-titik lainnya. Kumpulan titik yang saling terhubung itu di sebut *wire frame* (kerangka). Sedangkan benda yang disusun dari kumpulan titik dan permukaan di sebut dengan *mesh*.

Yang paling menentukan pada pembuatan benda yang berada pada ruang tiga dimensi adalah definisi sumbu koordinat yang digunakan untuk mengidentifikasi benda tersebut.

Struktur data benda di ruang tiga dimensi antara lain yaitu:

1. Garis (Line)
2. Segi Tiga (Triangle)
3. Segi Empat (Rectangle)
4. Lingkaran (Circle)
5. Elips
6. Piramid
7. Kotak

**ANATOMI BENDA TIGA DIMENSI**

Benda tiga dimensi dapat disusun dari sekumpulan kulit. Kulit terdiri dari rangkaian *polygon*. Polygon dapat diartikan sebagai bentuk yang disusun dari serangkaian garis. Titik sudut dari polygon disebut *vertex* sedangkan garis penyusun polygon disebut *edge*

Polygon selalu ditentukan oleh :

1. Jumlah vertex
2. Koordinat vertex
3. Data lokasi tiap vertex

Polygon digambar dengan menggambar masing-masing edge dengan setiap edge merupakan pasangan dari vertex-vertex.

**ANALISA MASALAH**

Proses pembuatan benda (obyek) di ruang tiga dimensi yang akan ditampilkan pada layar komputer harus memperhatikan letak dimana koordinat benda tersebut berada. Didalam pembuatan benda (objek) tiga dimensi yang perlu diperhatikan adalah dimana letak masing masing koordinat yang nantinya akan menjadi titik sudut dari benda (objek) yang akan dihasilkan.

Proses pembuatan benda (objek) di ruang tiga dimensi juga tidak akan terlepas dari berapa jumlah vertek yang akan menjadi titik koordinat yang nantinya akan dihubungkan oleh garis (*edge*). Dalam pembuatan benda di ruang tiga dimensi, penentuan koordinat menggunakan 3

buah sumbu, yaitu sumbu x, sumbu y serta sumbu z. Sumbu x mewakili ukuran panjang, sumbu y mewakili ukuran lebar. Sedangkan untuk sumbu z mewakili ukuran kedalaman.

Setelah vertex-vertex tersebut ditentukan lokasinya, tahapan selanjutnya adalah menghubungkan vertex-vertex yang sudah tersedia dengan garis (edge) yang telah ditentukan arah dan pasangannya masing-masing. Setelah tahapan ini selesai dikerjakan, maka akan terbentuk sebuah benda (objek) tiga dimensi.

Tahapan selanjutnya adalah benda (objek) yang telah terbentuk akan di transformasikan sesuai dengan keinginan dari pengguna program (user). Transformasi yang dapat dilakukan oleh pengguna program meliputi ; translasi (pergeseran), skala (mengubah ukuran) dan rotasi (perputaran).

Besar kecilnya nilai transformasi (translasi, skala maupun rotasi) harus terlebih dahulu ditentukan oleh pengguna dengan cara menginputkan berapa nilai transformasi yang diinginkan. Untuk kemudian nilai dari transformasi tersebut akan dikenakan pada benda (objek) yang telah terbentuk.

**PERANCANGAN PROGRAM**

Perancangan program adalah suatu proses untuk merancang suatu desain program yang akan digunakan dalam pembuatan transformasi bangun tiga dimensi. Perancangan program sangat diperlukan agar pada saat program dibuat dapat tersusun secara sistematis.

Permasalahan yang dihadapi dalam pembuatan benda (objek) di ruang tiga dimensi diantaranya adalah sebagai berikut:

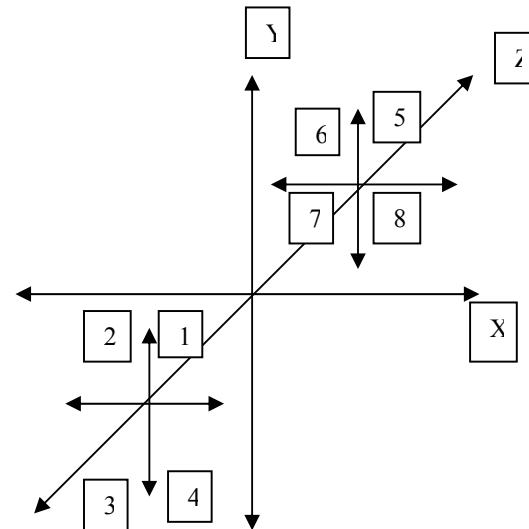
1. Penentuan lokasi titik koordinat objek.
2. Pembentukan garis sebagai penghubung tiap-tiap titik.
3. Transformasi dari objek yang telah terbentuk.

**Penentuan lokasi titik koordinat obyek**

Penentuan lokasi titik koordinat dilakukan dengan cara menentukan titik pusat dari benda (objek) yang akan dibuat secara tiga dimensi). Dimana untuk benda (objek) tiga dimensi

terletak pada titik koordinat (0, 0, 0) pada suatu kuadran garis.

Kuadran garis pada benda yang ada di ruang tiga dimensi dapat diperlihatkan dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 4. Kuadran Garis Tiga Dimensi.

Adapun nilai dari masing-masing sumbu yang terletak di masing – masing kuadran adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Kuadran Tiga Dimensi

Kuadran	X	Y	Z
1	+	+	+
2	-	+	+
3	-	-	+
4	+	-	+
5	+	+	-
6	-	+	-
7	-	-	-
8	+	-	-

Dari tabel yang telah diperlihatkan diatas, maka nilai dari masing-masing sumbu koordinat adalah sebagai berikut:

- Pada kuadran 1 nilai dari sumbu X adalah positif (+), sumbu Y adalah positif (+), sumbu Z adalah positif (+).
- Pada kuadran 2 nilai dari sumbu X adalah negatif (-), sumbu Y adalah positif (+), sumbu Z adalah positif (+).

- Pada kuadran 3 nilai dari sumbu X adalah negatif (-), sumbu Y adalah negatif (-), sumbu Z adalah positif (+).
- Pada kuadran 4 nilai dari sumbu X adalah positif (+), sumbu Y adalah negatif (-), sumbu Z adalah positif (+).
- Pada kuadran 5 nilai dari sumbu X adalah positif (+), sumbu Y adalah positif (+), sumbu Z adalah negatif (-).
- Pada kuadran 6 nilai dari sumbu X adalah negatif (-), sumbu Y adalah positif (+), sumbu Z adalah negatif (-).
- Pada kuadran 7 nilai dari sumbu X adalah negatif (-), sumbu Y adalah negatif (-), sumbu Z adalah negatif (-).
- Pada kuadran 8 nilai dari sumbu X adalah positif (+), sumbu Y adalah negatif (-), sumbu Z adalah negatif (-).

Penentuan lokasi titik koordinat obyek 3 dimensi dapat juga dilakukan dengan menggunakan beberapa cara. Diantaranya adalah dengan penentuan langsung, menggunakan parametric surface dan surface of revolution.

1. Penentuan langsung menggunakan peralatan seperti mouse 3D, scanner 3D dan berbagai peralatan lain.

Scanner 3D merupakan peralatan yang dipergunakan untuk menghasilkan lokasi titik-titik 3D secara langsung dengan menunjukkan lokasi dari titik tersebut.

2. Menggunakan parametric surface.

**Parametric Surface** digunakan untuk menghasilkan benda-benda yang dapat direpresentasikan dalam rumus matematika seperti bola, tabung dan lain sebagainya.

3. Menggunakan prosedur khusus seperti extrude dan surface of revolution.

**Extrude** merupakan prosedur yang digunakan untuk menghasilkan lokasi titik 3D dengan menarik titik-titik 2D ke satu arah tertentu.

**Surface of Revolution** merupakan prosedur yang digunakan untuk menghasilkan lokasi titik 3D dengan cara memutar profile pada sumbu putar.

### Pembentukan garis sebagai penghubung tiap titik

Pembentukan garis yang berfungsi sebagai penghubung sejumlah titik yang telah dihasilkan akan dilakukan setelah titik yang menjadi sudut dari benda tersebut sudah tersedia. Setiap garis yang telah dihasilkan akan menghubungkan masing-masing titik yang ada.

Garis-garis yang telah dihasilkan akan menghubungkan titik yang telah tersedia sesuai dengan aturan-aturan yang telah ditentukan oleh pembuat program. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kerancuan.

Sebagai contoh terdapat 5 buah titik yang menjadi sudut suatu benda dengan nilai koordinat sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Nilai Koordinat

Vertex	X	Y	Z
1	0	1	0
2	0	3	0
Vertex	X	Y	Z
3	3	3	0
4	3	1	0
5	2	2	4

Dari titik yang telah tersedia diatas akan dihubungkan dengan garis yang mempunyai ketentuan sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Pasangan Garis

Edge	V1	V2
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	1	5
5	2	5
6	3	5
7	4	5

Dari daftar tabel garis diatas dapat dibaca sebagai berikut :

- Edge 1 akan menghubungkan titik 1 dan titik 2
- Edge 2 akan menghubungkan titik 2 dan titik 3



- Edge 3 akan menghubungkan titik 3 dan titik 4
- Edge 4 akan menghubungkan titik 1 dan titik 5
- Edge 5 akan menghubungkan titik 2 dan titik 5
- Edge 6 akan menghubungkan titik 3 dan titik 5
- Edge 7 akan menghubungkan titik 4 dan titik 5

Setelah titik tersebut dihubungkan dengan garis yang mempunyai ketentuan seperti yang ada pada tabel, maka akan terbentuk sebuah benda (objek) tiga dimensi yaitu LIMAS.

#### **Transformasi dari benda yang dihasilkan.**

Transformasi dilakukan setelah benda yang diinginkan terbentuk. Benda (objek) yang telah ada tersebut akan ditransformasikan sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pengguna program (user). Dapat ditranslasi atau digeser, diperbesar atau diperkecil (skala) sesuai dengan ukuran yang dikehendaki, maupun dirotasi (diputar) menurut sumbu x, sumbu y dan sumbu z.

Transformasi dari benda yang telah dihasilkan dapat berupa:

1. Translasi  
Translasi atau pergeseran bertujuan untuk mengubah letak posisi benda yang telah dihasilkan dari posisi awal menuju posisi baru sesuai dengan keinginan pengguna program ini.
2. Skala  
Skala bertujuan untuk mengubah ukuran dari benda yang telah dihasilkan. Perubahan ukuran ini dapat berupa ukuran benda awal berubah menjadi lebih besar dari ukuran benda sebelumnya atau menjadi lebih kecil dari benda sebelumnya. Besar maupun kecilnya ukuran skala tergantung dari nilai perubahan yang diinginkan oleh pengguna program.
3. Rotasi  
Rotasi atau perputaran dipergunakan apabila pengguna program akan melihat benda yang sudah dihasilkan dari sudut pandang yang

berbeda. Rotasi terhadap benda dapat dilakukan terhadap sumbu x, sumbu y maupun pada sumbu z.

#### **PENYUSUNAN PROGRAM**

Untuk menyusun sebuah program, pemrogram (user) membutuhkan tahapan penyusunan yang sistematis dan terpadu. Berikut ini adalah beberapa langkah yang harus dilakukan dalam mendesain suatu program:

##### 1. Pendefinisian Masalah

Tujuan dari langkah pendefinisian masalah adalah untuk mendapatkan pengertian atau pemahaman yang lebih mendalam tentang masalah yang ada.

##### 2. Menentukan solusi

Langkah ini bertujuan untuk mencari jalan bagaimana masalah tersebut diselesaikan. Apabila permasalahan terlalu rumit, biasanya harus dibagi ke dalam beberapa modul kecil agar mudah diselesaikan.

##### 3. Memilih algoritma

Memilih algoritma merupakan salah satu langkah penting dalam pemrograman komputer. Karena pemilihan algoritma yang salah akan menyebabkan program memiliki unjuk kerja yang kurang baik.

##### 4. Menulis program

Pada langkah ini pemrogram (user) mulai menuliskan program komputer untuk memecahkan masalah yang diberikan.

##### 5. Menguji program

Setelah program selesai ditulis, langkah selanjutnya adalah menguji program. Pengujian program meliputi: apakah program yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik? Pengujian berikutnya adalah apakah program dapat menampilkan keluaran sesuai dengan yang diinginkan?

##### 6. Menulis dokumentasi

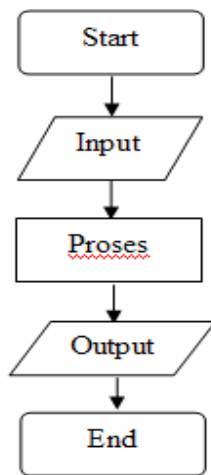
Langkah ini biasa dilakukan bersamaan dengan menulis program. Pada baris program dapat ditambahkan komentar yang menjelaskan kegunaan dari suatu pernyataan.

7. Merawat program

Langkah ini dilakukan setelah program selesai dibuat dan sudah digunakan oleh pengguna (user).

Tahapan dalam penyusunan program dapat dijabarkan dengan algoritma flowchart sebagai berikut :

**Proses I**



Gambar 5. Flowchart Proses I

**Input:**

Berupa nilai koordinat yang akan menjadi lokasi dari titik x, y dan titik z.

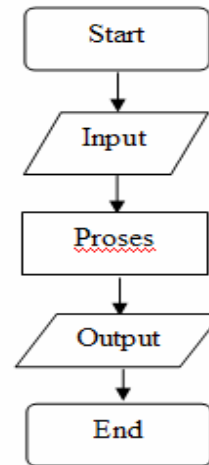
**Proses:**

Input berupa nilai koordinat yang telah ditentukan letak posisinya sebagai sudut dari benda yang akan di hasilkan.

**Output:**

Output dari proses (tahap) ke-1 adalah berupa titik-titik yang nantinya akan menjadi titik sudut dari benda tiga dimensi yang akan dihasilkan.

**Proses II**



Gambar 6. Gambar Flowchart Proses II

**Input:**

Pembentukan garis (edge) yang akan menghubungkan titik-titik yang dihasilkan pada proses ke-2.

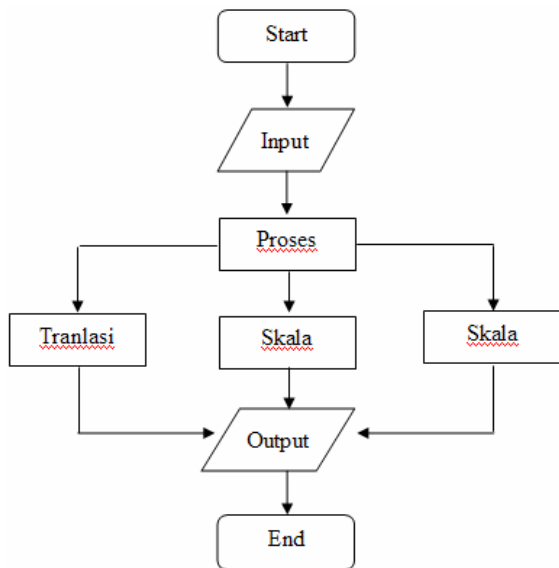
**Proses:**

Penentuan masing-masing dari garis (edge) akan menghubungkan titik satu dengan titik-titik yang lainnya sesuai dengan ketentuan yang telah dibuat oleh pembuat program.

**Output:**

Output dari proses (tahap) ke-2 berupa garis yang akan menghubungkan titik-titik yang telah di hasilkan pada proses (tahap) ke-1 agar dapat terbentuk suatu bangun ruang tiga dimensi.

**Proses III**



Gambar 7. Flowchart Proses III

**Input:**

Berupa benda yang telah terbentuk dari penggabungan antara titik dan garis yang nilai dan aturannya telah ditentukan.

**Proses:**

Langkah proses dari input dibagi menjadi 3 bagian yaitu: translasi, skala dan rotasi. Apabila Pengguna program (user) menginginkan benda tersebut ditranslasi, data yang telah ada akan ditranslasikan. Begitu juga dengan proses skala data yang telah ada akan diskala ukurannya. Apabila pengguna program (user) akan merotasi benda yang telah terbentuk data yang berupa benda tiga dimensi akan dirotasikan.

**Output:**

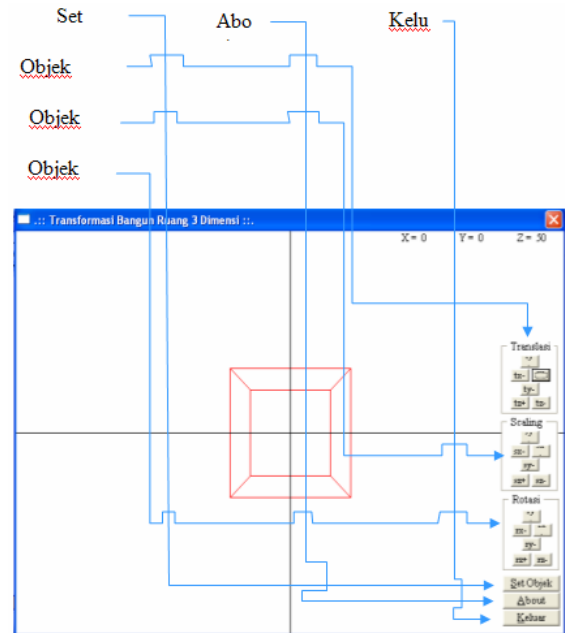
Output dari proses (tahapan) ke-3 adalah bangun ruang yang telah terbentuk yang dapat di transformasi meliputi translasi, skala, dan rotasi.

**MENJALANKAN PROGRAM**

Untuk masuk program transformasi bangun ruang tiga dimensi menggunakan visual basic 6.0. ini adalah dengan mengklik Start => Menu => Program => Trans3d.

**Mainform**

Pada mainform akan ditampilkan benda atau obyek yang hendak ditransformasi. Disini benda yang menjadi default dari program adalah kotak.



Gambar 8. Tampilan Mainform

Pada tampilan main form terdapat perintah – perintah untuk mentransformasikan benda yang telah dibuat. Antara lain adalah translasi, skala serta rotasi.

1. Translasi

Translasi benda meliputi: translasi terhadap sumbu  $x+$ ,  $x-$ ,  $y+$ ,  $y-$  dan  $z+$ ,  $z-$ .

2. Skala

Skala benda meliputi: skala terhadap sumbu  $x+$ ,  $x-$ ,  $y+$ ,  $y-$  dan  $z+$ ,  $z-$ .

3. Rotasi

Rotasi benda meliputi: rotasi terhadap sumbu  $x+$ ,  $x-$ ,  $y+$ ,  $y-$  dan  $z+$ ,  $z-$ .

Selain perintah – perintah untuk mentransformasikan benda, terdapat pula command Set objek, command About serta Keluar.

Kegunaan dari command – command tersebut adalah sebagai berikut :

4. **Set objek** berguna untuk mengganti objek yang akan ditransformasikan.

Set objek digunakan apabila pengguna program menghendaki benda yang akan ditransformasikan diganti, pengguna program dapat mengganti dengan cara melakukan klik pada command **set objek**.

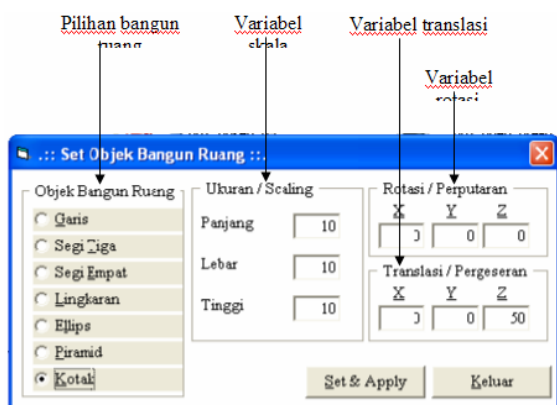
Didalam set objek terdapat pilihan – pilihan untuk memilih benda yang akan di transformasikan. Diantaranya adalah Garis, Segi tiga, Segi empat, Lingkaran, Elips, Piramid dan Kotak.

Sebelum benda yang dipilih oleh pengguna ditampilkan di Mainform, pengguna harus terlebih dahulu mengisikan besarnya variable yang terdapat di kolom skala, translasi dan rotasi.

Pengisian variable di kolom skala meliputi panjang, lebar serta tinggi. Pada kolom translasi meliputi x, y, z. Variable x, y, z menerangkan benda tersebut akan digeser sesuai dengan nilai yang telah dimasukkan.

Sedangkan pada kolom rotasi juga terdapat variable x, y, z. Variable x, y, z menerangkan benda tersebut akan dirotasikan sesuai dengan nilai yang telah dimasukkan.

Setelah selesai melakukan langkah – langkah tersebut, langkah selanjutnya adalah melakukan klik pada command **set & apply**. Kemudian klik pada command keluar.



Gambar 9. Tampilan Set Bangun Ruang

**PEMBAHASAN PROGRAM**

Pembahasan dari setiap algoritma akan dibahas satu demi satu dalam Bab ini. Berikut adalah pembahasan untuk algoritma

transformasi bangun ruang tiga dimensi yang dibahas pada Bab III. Adapun pembahasan dari kode-kode program adalah sebagai berikut:

**ALGORITMA PENENTUAN LOKASI TITIK KOORDINAT DAN PEMBENTUKAN GARIS**

Dalam Algoritma penentuan lokasi titik koordinat objek yang diperlukan adalah letak posisi titik – titik dari benda yang akan di hasilkan atau di ditampilkan. Adapun algoritmanya adalah sebagai mana berikut:

```
Public Sub ProjectObject(obj As Object3D, frm As Object)
    Dim pnt As Long, dz As Single
    For pnt = 0 To UBound(obj.vertex())
        dz = obj.vertex(pnt).Z: If dz <= 0 Then dz = 0.001
        obj.vertex(pnt).sx = (frm.ScaleWidth / 2) + ((obj.vertex(pnt).X * 300) / dz)
        obj.vertex(pnt).sy = (frm.ScaleHeight / 2) + ((obj.vertex(pnt).Y * 300) / dz)
    Next
End Sub
```

Setelah titik – titik di hasilkan kemudian langkah berikutnya adalah pembentukan garis yang akan menghubungkan titik-titik tersebut.

Adapun algoritmanya adalah sebagai berikut:

```
Private Sub DrawTriangle(obj As Object3D, poly As Long, frm As Object)
    Dim x0 As Long, y0 As Long
    Dim x1 As Long, y1 As Long
    obj.vertex(obj.polygon(poly).v_pointer(0)).sx = x0
    obj.vertex(obj.polygon(poly).v_pointer(0)).sy = y0
    obj.vertex(obj.polygon(poly).v_pointer(1)).sx = x1
    obj.vertex(obj.polygon(poly).v_pointer(1)).sy = y1
    frm.Line (x0, y0)-(x1, y1), obj.polygon(poly).color
    frm.Line -(x0, y0), obj.polygon(poly).color
End Sub
```

## ALGORITMA TRANSFORMASI OBJEK

Langkah selanjutnya adalah melakukan transformasi dari benda yang telah dihasilkan. Benda yang telah dihasilkan dapat ditranslasi, diskala maupun dirotasi.

Adapun algoritmanya adalah sebagai berikut:

```
Public Sub RotateObject(yaw As Single, pit
As Single, rol As Single, obj As Object3D)
```

```
Dim pnt As Long
```

```
Dim x0 As Single, y0 As Single, z0 As
Single
```

```
Dim x1 As Single, y1 As Single, z1 As
Single
```

```
Dim x2 As Single, y2 As Single, z2 As
Single
```

```
,
```

```
For pnt = 0 To UBound(obj.vertex())
```

```
x0 = Cos(yaw) * obj.vertex(pnt).X +
Sin(yaw) * obj.vertex(pnt).Z
```

```
y0 = obj.vertex(pnt).Y
```

```
z0 = Sin(yaw) * obj.vertex(pnt).X -
Cos(yaw) * obj.vertex(pnt).Z
```

```
x1 = x0
```

```
y1 = Cos(pit) * y0 + Sin(pit) * z0
```

```
z1 = Sin(pit) * y0 - Cos(pit) * z0
```

```
x2 = Cos(rol) * x1 + Sin(rol) * y1
```

```
y2 = Sin(rol) * x1 - Cos(rol) * y1
```

```
z2 = z1
```

```
obj.vertex(pnt).X = x2
```

```
obj.vertex(pnt).Y = y2
```

```
obj.vertex(pnt).Z = z2
```

```
Next
```

```
End Sub
```

```
Public Sub ScaleObject(xs As Single, ys As
Single, zs As Single, obj As Object3D)
```

```
Dim pnt As Long
```

```
For pnt = 0 To UBound(obj.vertex())
```

```
obj.vertex(pnt).X = obj.vertex(pnt).X * xs
```

```
obj.vertex(pnt).Y = obj.vertex(pnt).Y * ys
```

```
obj.vertex(pnt).Z = obj.vertex(pnt).Z * zs
```

```
Next
```

```
End Sub
```

```
Public Sub TranslateObject(tx As Long, ty
As Long, tz As Long, obj As Object3D)
```

```
Dim pnt As Long
```

```
For pnt = 0 To UBound(obj.vertex())
```

```
obj.vertex(pnt).X = obj.vertex(pnt).X + tx
```

```
obj.vertex(pnt).Y = obj.vertex(pnt).Y + ty
```

```
obj.vertex(pnt).Z = obj.vertex(pnt).Z + tz
```

```
Next
```

```
End Sub
```

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan implementasi dari algoritma-algoritma yang dibahas pada bab 3, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

Algoritma transformasi bangun di ruang tiga dimensi, adalah:

- Proses penentuan lokasi titik koordinat dan pembentukan garis harus terlebih dahulu di tentukan nilai – nilainya.
- Proses Transformasi Objek dapat dilakukan setelah objek yang diinginkan telah dibuat.
- Proses Transformasi Obyek berupa translasi, skala maupun rotasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho, E., 2005, *Teori & Praktek Grafika Komputer menggunakan Delphi dan OpenGL*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Bambangwirawan, P., 2004, *Grafika Komputer dengan C, Andi*, Yogyakarta.
- Suyoto, Dr., 2003, *Teori dan Pemrograman Grafika Komputer dengan Visual C++ V.b dan OpenGL*, Gavamedia, Yogyakarta.
- Pranata, A., 2000, *Algoritma dan Pemrograman*, J&J Learning, Yogyakarta.
- Santoso, I. P., 1994, *Grafika Komputer dan Antarmuka Grafis*, Andi, Yogyakarta.
- Yuswanto, 2002, *Visual Basic 6.0 Pemrograman Grafis & Multimedia*, Prestasi Pustaka Publisher, Surabaya.