

TUGAS BESAR II

MATA KULIAH IF2123 ALJABAR GEOMETRI

Simulasi Transformasi Linier pada Bidang 2D dan 3D dengan Menggunakan *OpenGL API*



Disusun oleh :

Abda Shaffan Diva 13517021

Aidil Rezki Suljztan Syawaludin 13517070

Taufikurrahman Anwar 13517074

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

2018

BAB 1

DESKRIPSI PERSOALAN

“Pada tugas kali ini, mahasiswa diminta **membuat program** yang mensimulasikan transformasi linier untuk melakukan operasi translasi, refleksi, dilatasi, rotasi, dan sebagainya pada sebuah objek **2D dan 3D**. Objek dibuat dengan mendefinisikan sekumpulan titik sudut lalu membuat bidang 2D/3D dari titik-titik tersebut. Contoh objek 2D: segitiga, segiempat, polygon segi-n, lingkaran, rumah, gedung, mobil, komputer, lemari, dsb. Contoh objek 3D: kubus, pyramid, silinder, terompet, dll.

Program akan memiliki dua buah window, window pertama (*command prompt*) berfungsi untuk menerima *input* dari *user*, sedangkan *window* kedua (*GUI*) berfungsi untuk menampilkan output berdasarkan input dari user. Kedua window ini muncul ketika user membuka file *executable*.

Untuk objek 2D, saat program baru mulai dijalankan, program akan menerima input **N**, yaitu jumlah titik yang akan diterima. Berikutnya, program akan menerima input N buah **titik** tersebut (pasangan nilai **x dan y**). Setelah itu program akan menampilkan output sebuah bidang yang dibangkitkan dari titik-titik tersebut. Selain itu juga ditampilkan dua buah garis, yaitu **sumbu x** dan **sumbu y**. Nilai x dan y memiliki rentang minimal **-500 pixel** dan maksimum **500 pixel**. Pastikan window *GUI* yang Anda buat memiliki ukuran yang cukup untuk menampilkan kedua sumbu dari ujung ke ujung. Hal yang sama juga berlaku untuk objek 3D tetapi dengan tiga sumbu: x, y, dan z.”

BAB 2

TEORI SINGKAT

1. Transformasi Linier

Berdasarkan definisi dari (Anton, 2010), sebuah fungsi transformasi vektor ruang T dengan notasi $T:V \rightarrow W$, yaitu menerima parameter vektor ruang V dan menghasilkan vektor ruang W , dikatakan sebagai sebuah transformasi linier jika memenuhi dua sifat berikut untuk seluruh vektor u dan v pada vektor ruang V :

- a. $T(ku) = k.T(u)$ (**Sifat Homogenitas**)
- b. $T(u + v) = T(u) + T(v)$ (**Sifat Penjumlahan**)

Transformasi linier disebut juga sebagai **operator linier** jika pada $T:V \rightarrow W$, $V = W$.

2. Contoh Transformasi Linier

Semua proses transformasi linier pada vektor V dilakukan dengan melakukan operasi perkalian matriks (matriks transformasi) terhadap V sehingga dihasilkan vektor ruang yang baru yaitu V' , dengan matriks transformasi yang berbeda-beda, berikut adalah beberapa contoh tranformasi linier yang sering dijumpai :

- a. **Translasi**, merupakan proses yang menjumlahkan seluruh komponen pada vektor ruang, misalkan V , dengan skala tertentu, misalkan dx dan dy .
- b. **Dilatasi**, merupakan proses yang melakukan *scaling* terhadap sebuah vektor V pada ruang 2D atau ruang 3D, dengan sebuah faktor skala k .

Berikut merupakan persamaan untuk mendapatkan vektor ruang V' pada ruang 2 dimensi :

$V' = \begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{bmatrix} \cdot V$ sedangkan pada vektor ruang 3 dimensi persamaannya menjadi sebagai berikut :

$$V' = \begin{bmatrix} k & 0 & 0 \\ 0 & k & 0 \\ 0 & 0 & k \end{bmatrix} \cdot V$$

- c. **Rotasi**, merupakan proses transformasi yang memutar suatu vektor ruang terhadap suatu titik koordinat, dengan suatu besaran sudut α , dengan arah putaran berlawanan arah jarum jam jika besar $\alpha > 0$, dan searah jarum bila besar sudut $\alpha < 0$.

Contoh rotasi vektor V sebesar α terhadap titik pusat pada ruang 2 dimensi :

$$V' = \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ \sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \cdot V$$

- d. **Refleksi**, merupakan proses yang mencerminkan suatu vektor V terhadap suatu sumbu tertentu, misalnya pencerminan terhadap sumbu x , y atau z , berikut merupakan beberapa contoh persamaan transformasi matriks untuk ruang 2 dimensi.

Persamaan untuk mendapatkan nilai V' setelah diputar terhadap sumbu x pada 2 bidang 2 dimensi :

$$V' = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \cdot V$$

Persamaan untuk mendapatkan nilai V' setelah diputar terhadap sumbu y pada 2 bidang 2 dimensi :

$$V' = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot V$$

- e. **Shear**, merupakan transformasi yang paralel terhadap suatu bidang tertentu, dan melakukan perubahan pada komponen vektor yang paralel terhadap bidang tersebut dengan komponen dari sumbu vektor lainnya.

Contoh : Misal akan dilakukan sebuah operasi *shear* pada vektor $V = \langle x, y \rangle$ pada bidang 2 dimensi dengan faktor ∂ dan dilakukan paralel terhadap sumbu x , maka persamaan vektor V' adalah :

$$V' = \begin{bmatrix} 1 & \partial \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot V$$

dengan komponen V :

$$\begin{aligned} x' &= x + \partial y \\ y' &= y \end{aligned}$$

- f. **Stretch**, adalah proses transformasi linier yang melakukan perubahan pada suatu sumbu vektor saja dengan suatu skala ∂ , sehingga menghasilkan nilai yang baru untuk bagian sumbu vektor itu saja

Contoh : Persamaan *stretch* pada vektor $V = \langle x, y \rangle$ pada komponen x sebesar ∂ , adalah sebagai berikut :

$$V' = \begin{bmatrix} \partial & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot V$$

dengan komponen V :

$$x' = \partial x \quad y' = y$$

BAB 3

IMPLEMENTASI DAN Pengerjaan

A. Implementasi dan Pengerjaan

Pada pengerjaan tugas besar ini, pengembangan program dilakukan dengan cara membagi tugas untuk setiap anggota kelompok. Program dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. Program Utama (main.py)
2. Transformasi translasi (translate.py)
3. Transformasi dilatasi (dilate.py)
4. Transformasi rotasi (rotate.py)
5. Transformasi refleksi (reflect.py)
6. Transformasi *shear* (shear.py)
7. Transformasi *stretch* (stretch.py)
8. Transformasi *custom* (custom.py)

Bagian program utama mengatur jalannya program, menerima dan memproses *input* dari pengguna, penggambaran objek 2D dan 3D, serta animasi transformasi. Selanjutnya, tiap bagian transformasi mengatur fungsi-fungsi transformasi yang sesuai dengan menggunakan matriks transformasi.

Modularisasi program pada tugas besar ini dilakukan dengan membuat modul sesuai pembagian di atas. Setiap modul akan di-*import* oleh program utama, dan dijalankan pada program utama.

B. Pembagian Tugas

Untuk mempermudah pengembangan program, pada tugas besar ini dilakukan pembagian tugas kepada setiap anggota kelompok sebagai berikut.

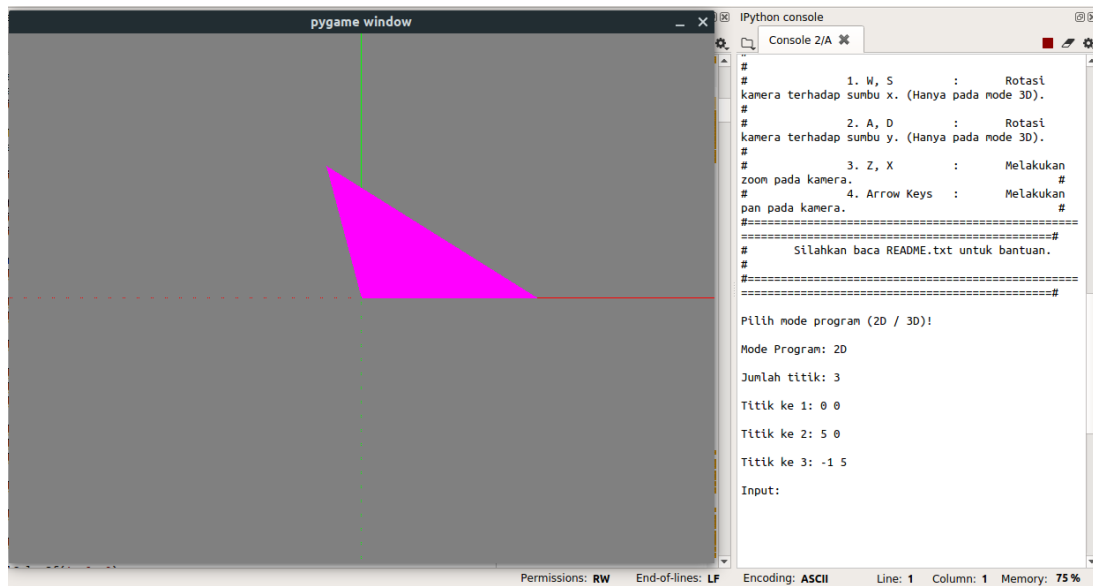
Aidil Rezki S. S.	Abda Shaffan D.	Taufikurrahman A.
1. Program Utama Penerimaan <i>input</i> dari pengguna. Penggambaran objek 2D dan 3D. Animasi transformasi objek 2D dan 3D. 2. Transformasi Dilatasi 3. Transformasi <i>Shear</i> 4. Laporan	1. Transformasi Translasi 2. Transformasi <i>Stretch</i> 3. Laporan	1. Transformasi Rotasi 2. Transformasi Refleksi 3. Laporan

BAB 4

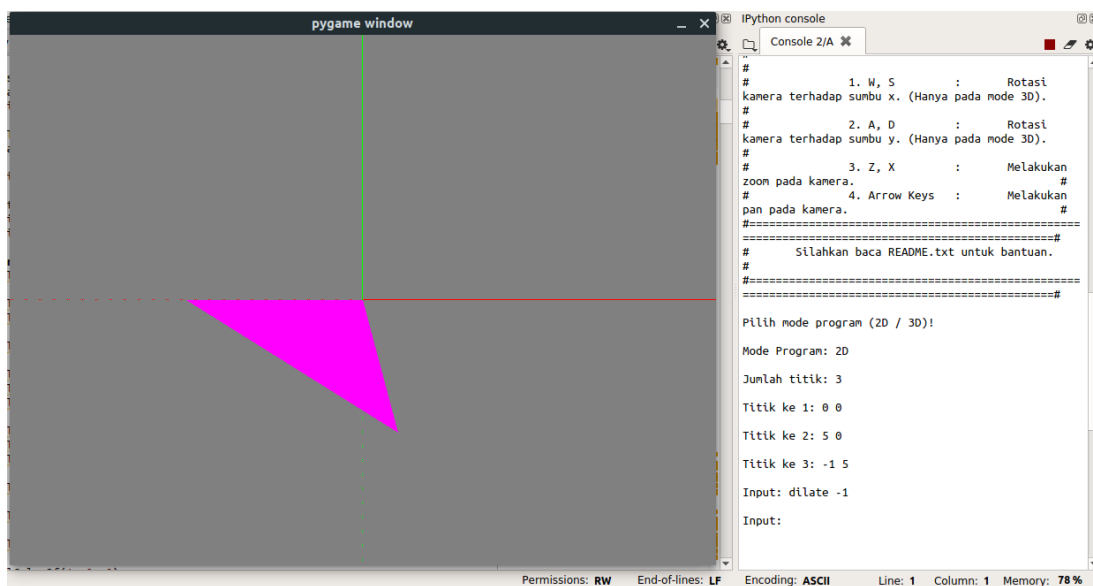
EKSPERIMEN

Berikut merupakan hasil percobaan pada program yang telah kelompok kami buat terhadap fungsi-fungsi yang terdapat pada modul

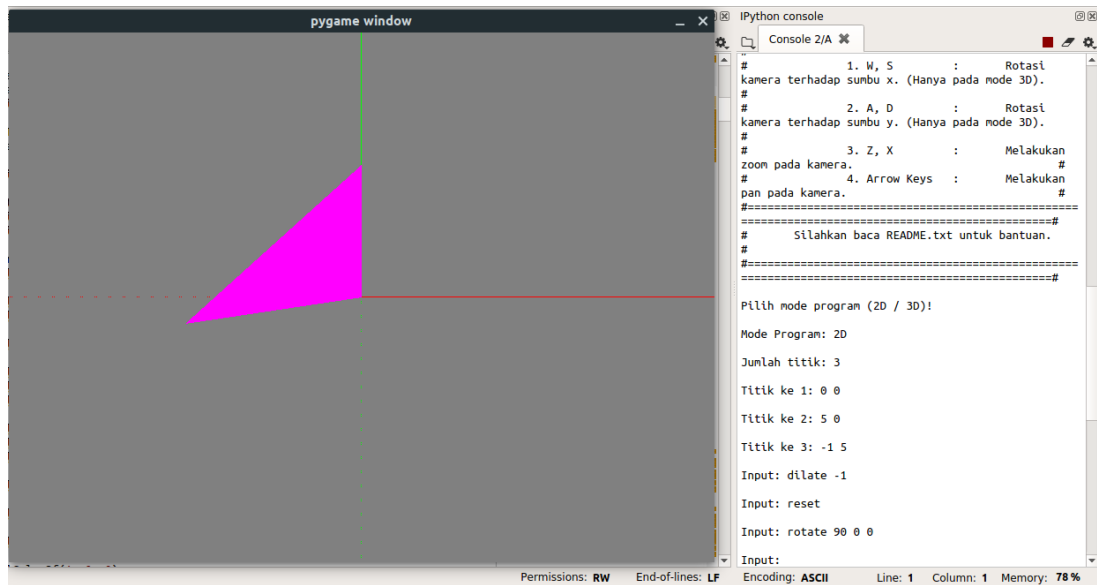
A. Bentuk 2D



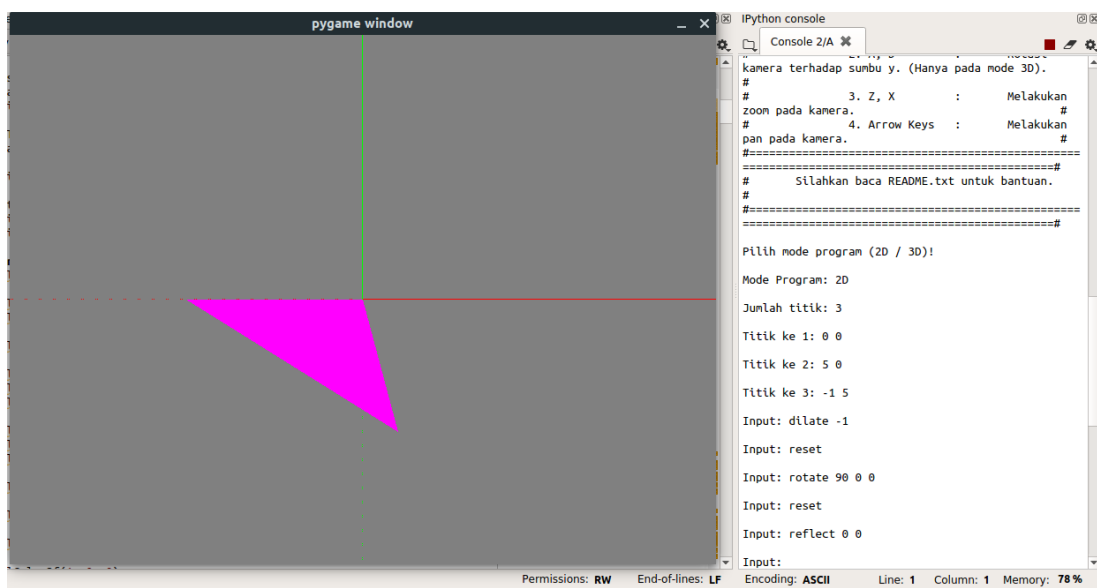
Gambar 4.1 Segitiga X dengan komponen vektor $\{(0,0),(5,0),(-1,5)\}$



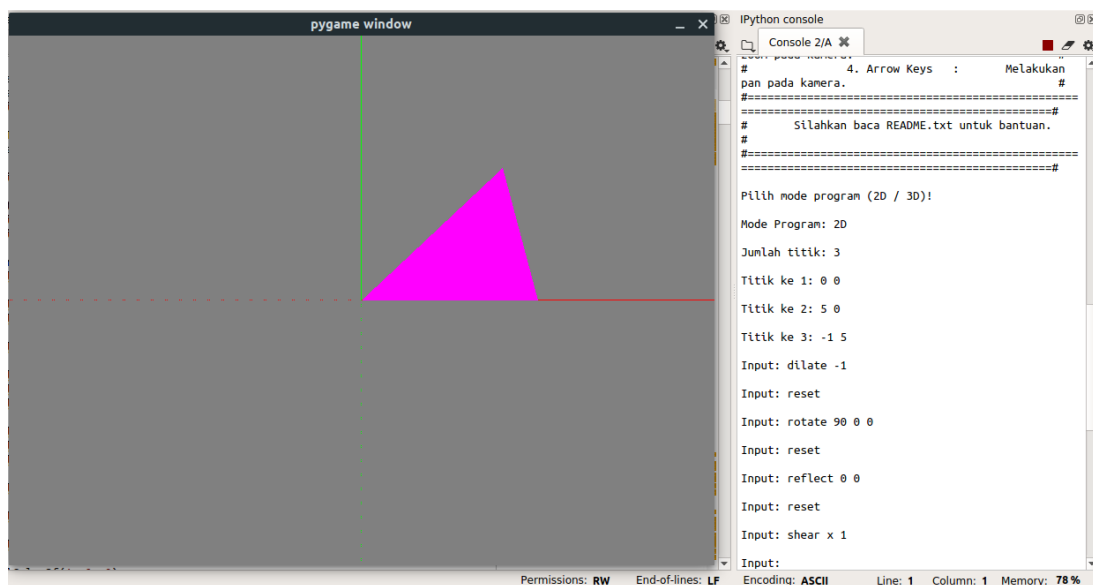
Gambar 4.2 Segitiga X setelah dilatasi dengan faktor skala -1



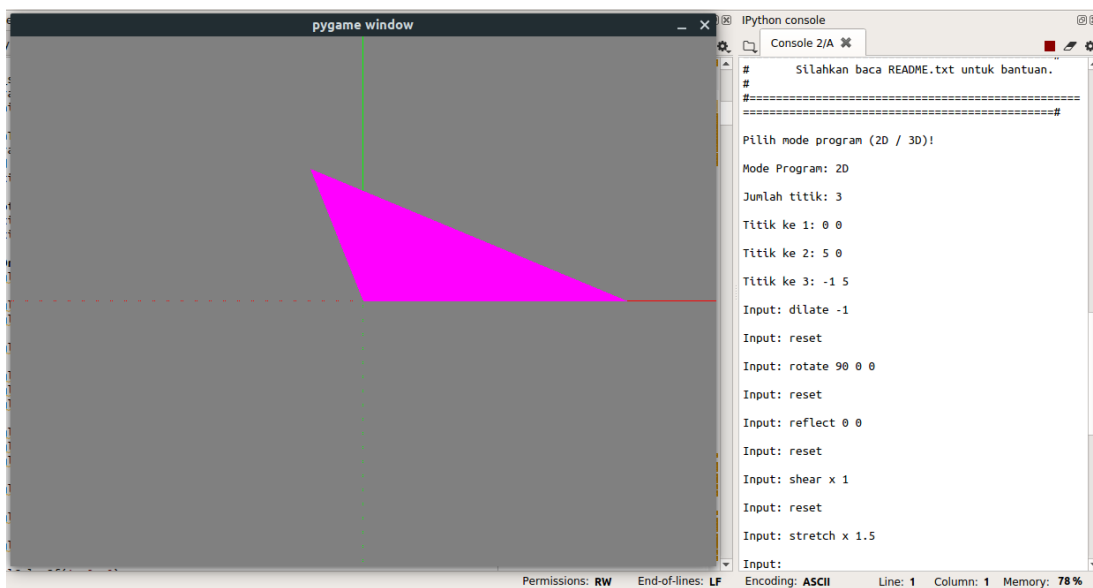
Gambar 4.3 Segitiga X setelah dirotasi sebesar 90 derajat terhadap pusat koordinat



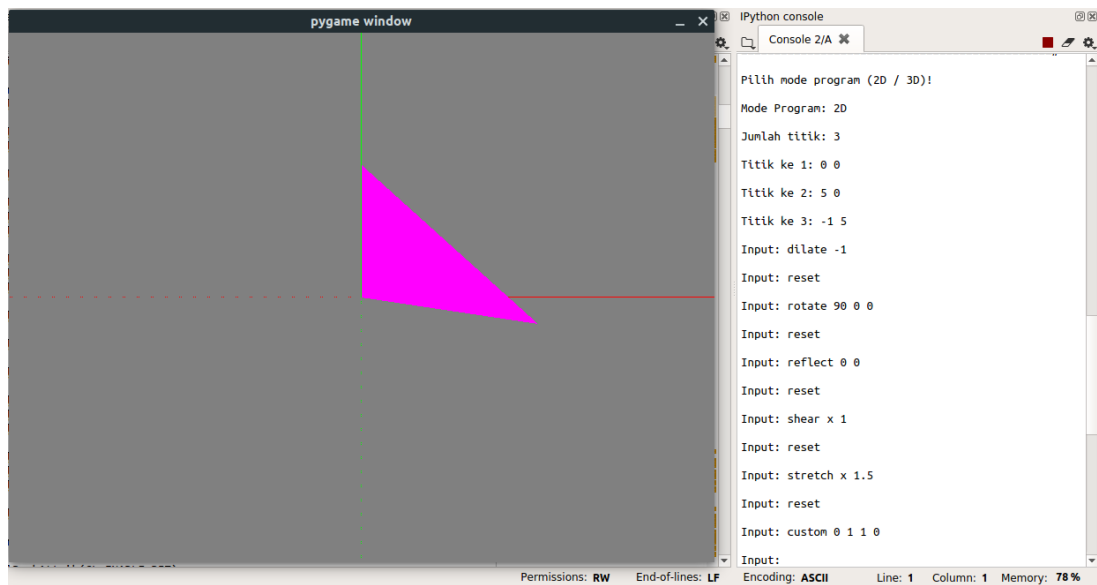
Gambar 4.4 Segitiga X setelah direflesi terhadap titik (0,0)



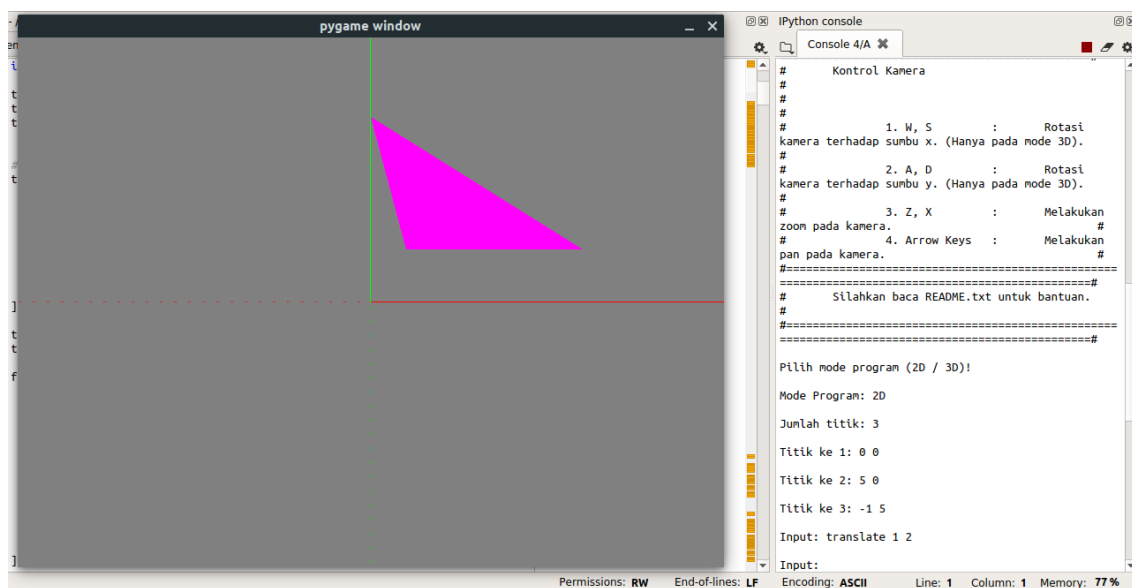
Gambar 4.5 Segitiga X setelah di-shear dengan komponen sumbu x skala 1



Gambar 4.6 Segitiga X setelah di-stretch paralel dengan sumbu x dengan skala 1.5

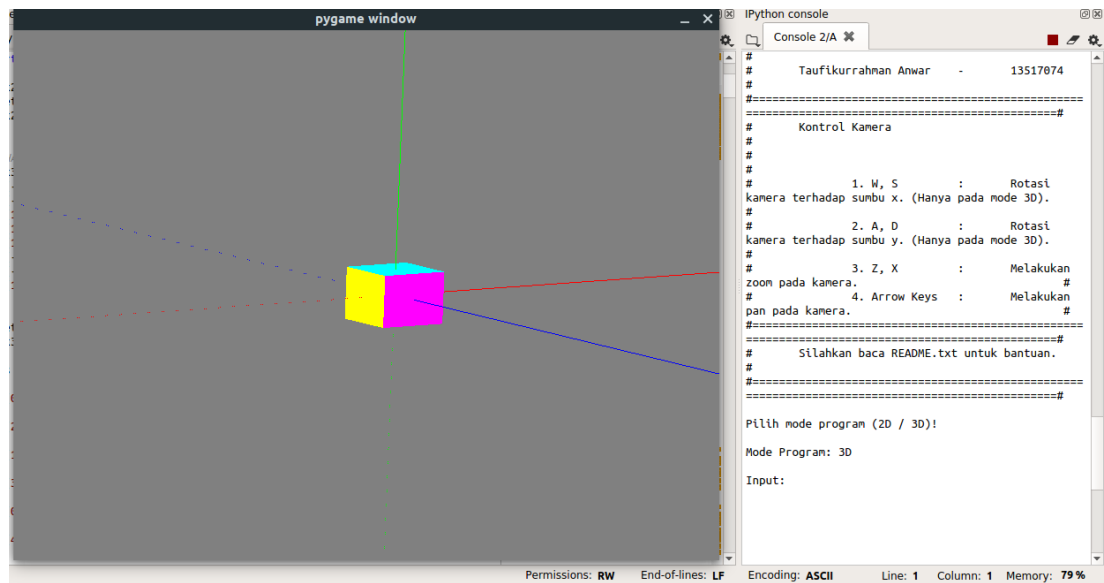


Gambar 4.7 Segitiga X setelah setiap komponen vektornya dioperasikan dengan matriks $\{0,1,1,0\}$

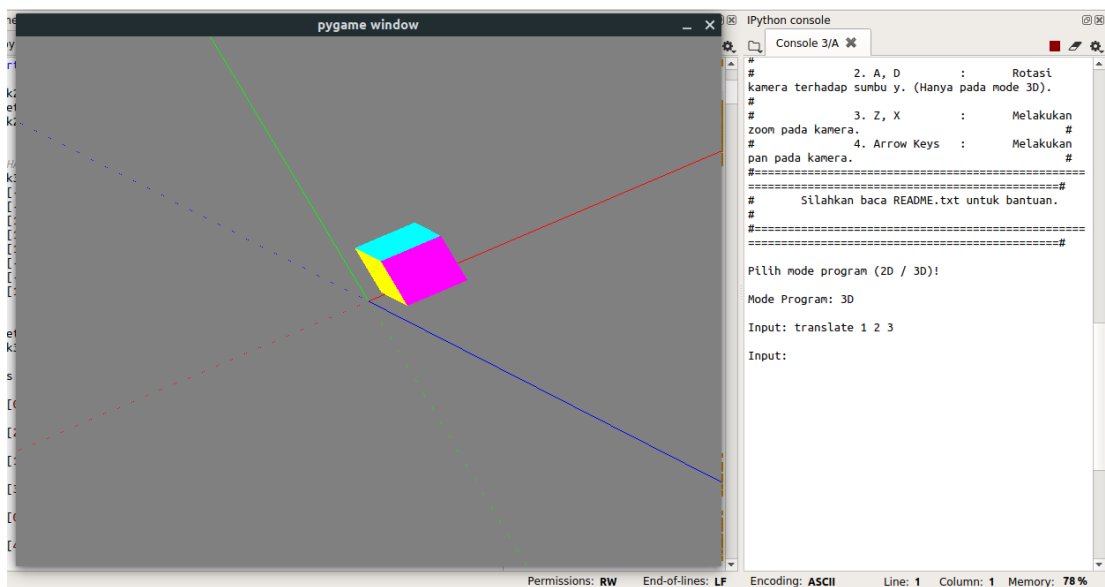


Gambar 4.7 Segitiga X setelah setiap komponen vektornya ditranslasikan dengan vektor $(1,2)$

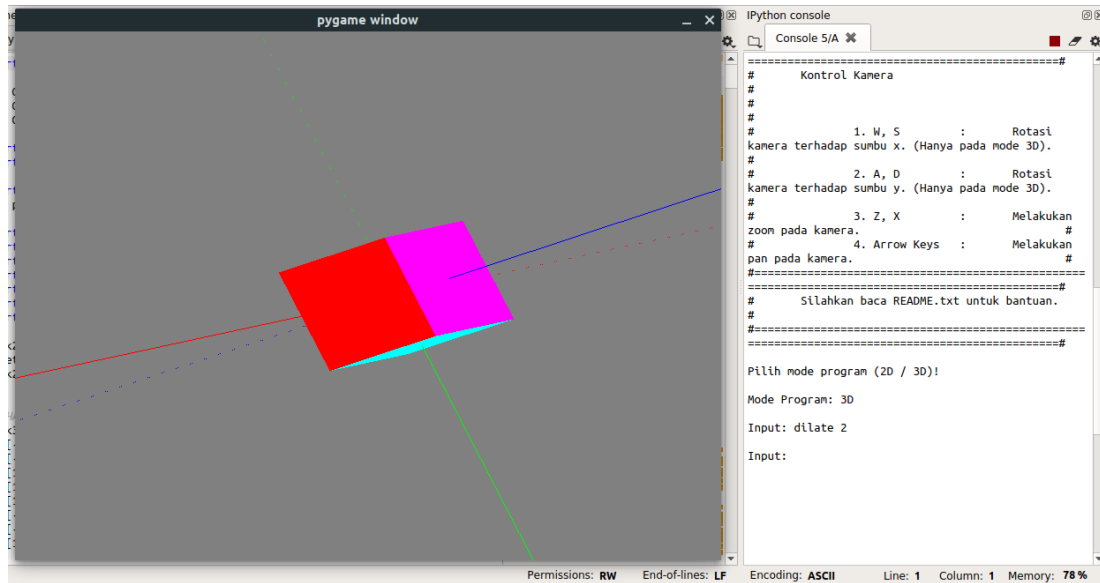
B. Bentuk 3D



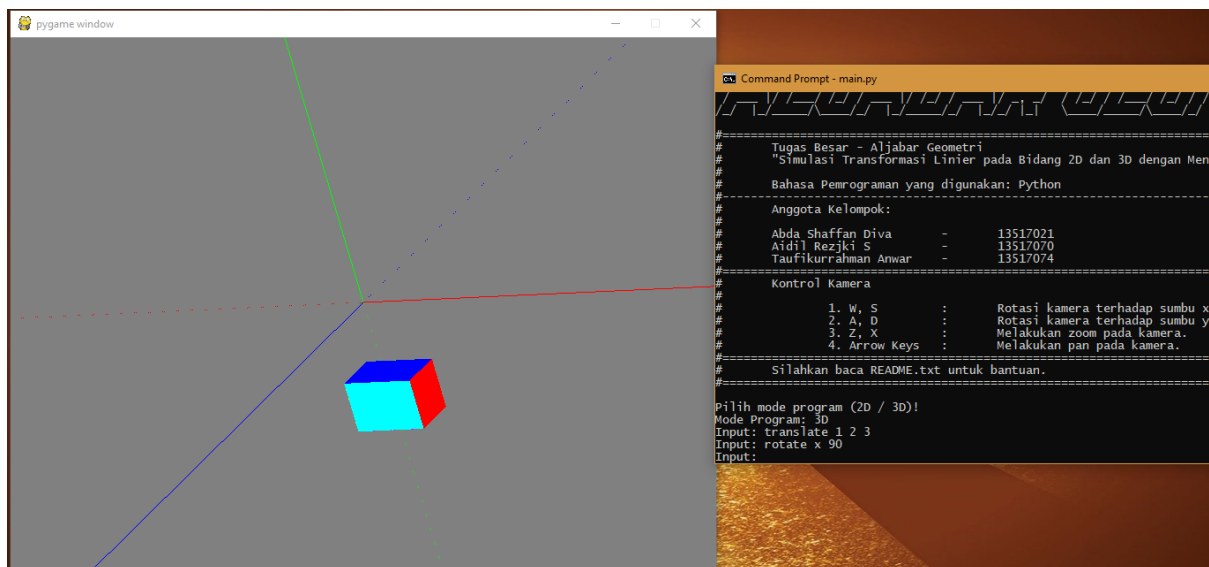
Gambar 4.9 Sebuah kubus 3D



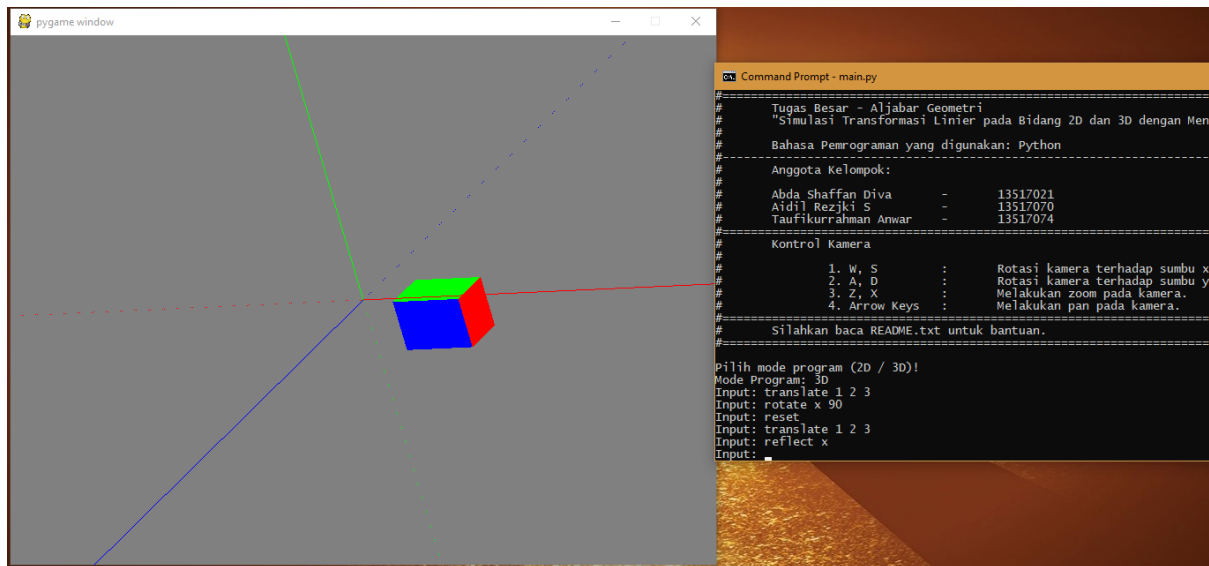
Gambar 4.10 Kubus setelah semua komponen vektornya ditranslasikan dengan vektor (1,2,3)



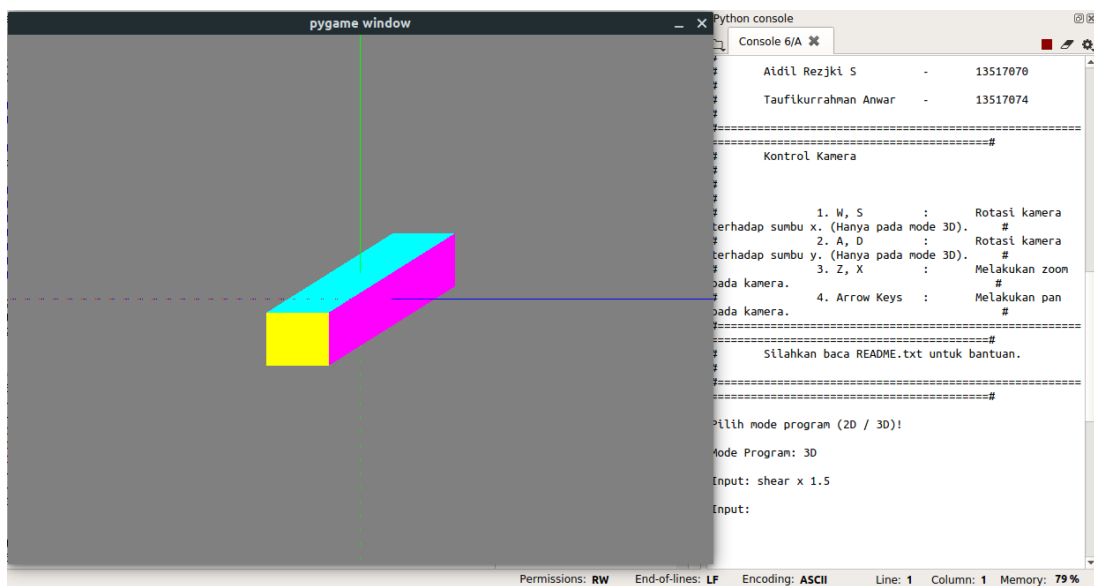
Gambar 4.11 Kubus setelah komponen vektornya didilatasi dengan skala 2



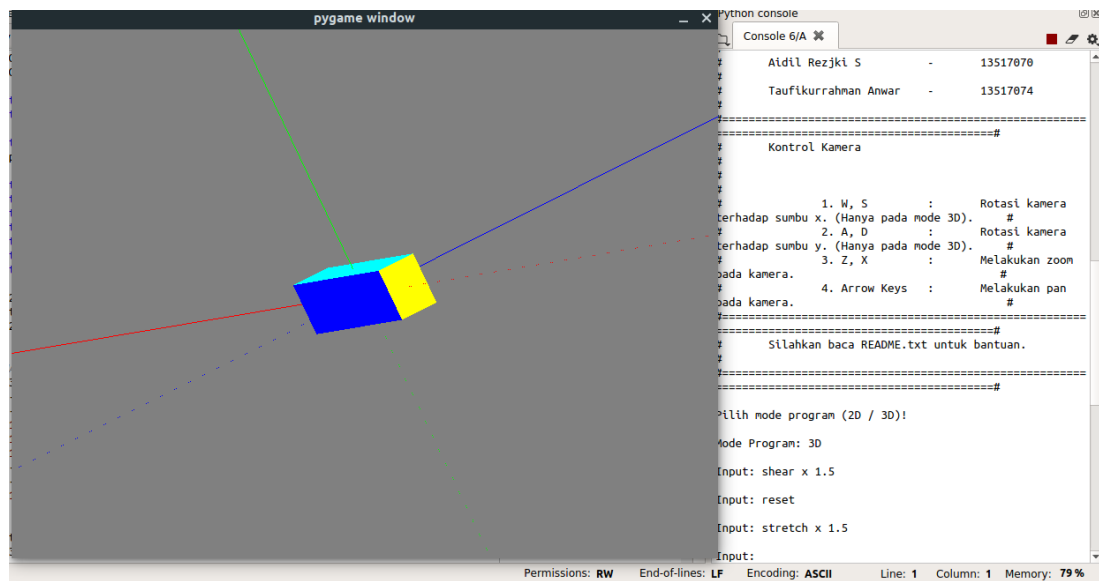
Gambar 4.12 Kubus setelah semua komponen vektornya ditranslasikan dengan vektor (1,2,3) kemudian dirotasi terhadap sumbu-x sebesar 90°



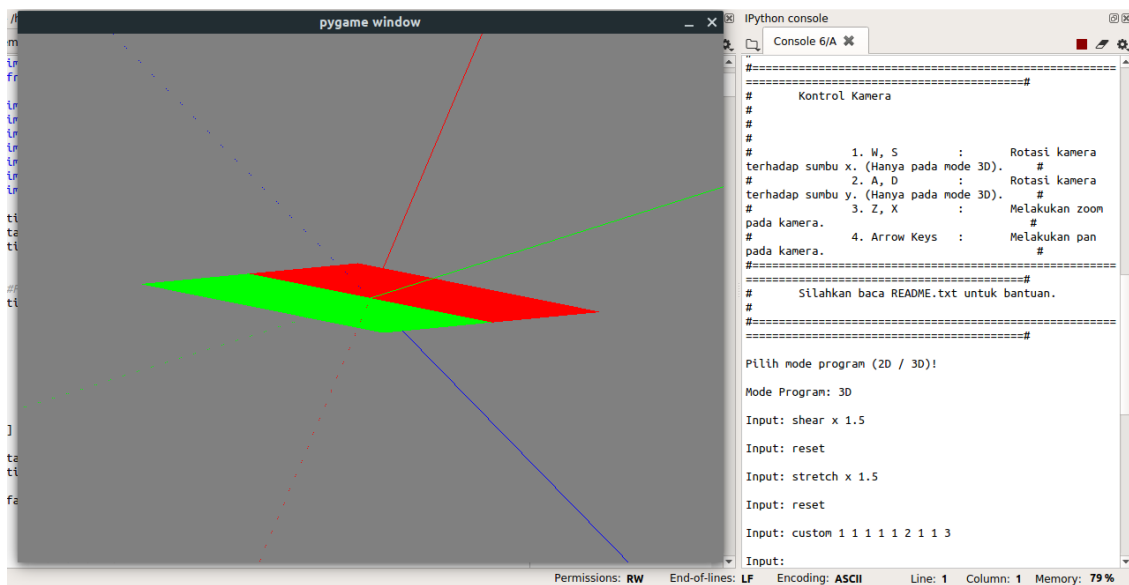
Gambar 4.13 Kubus setelah semua komponen vektornya ditranslasikan dengan vektor (1,2,3) kemudian direfleksikan pada sumbu-x



Gambar 4.14 Kubus setelah di-shear dengan skala 1.5 terhadap komponen vektor sumbu x



Gambar 4.15 Kubus setelah di-stretch terhadap sumbu x dengan skala 1.5



Gambar 4.16 Kubus setelah ditransformasi dengan matriks transformasi {1,1,1,1,1,2,1,1,3}

C. Analisis dan catatan tambahan

Dari berbagai input dan perintah yang sudah dicoba, dapat disimpulkan bahwa program sudah dapat mengolah komponen vektor yang ditransformasi dengan baik, untuk transformasi bentuk 3D, beberapa transformasi mungkin tidak dapat diperlihatkan dengan baik hanya dengan gambar saja.

DAFTAR PUSTAKA

Anton, H. (2010). *Elementary Linear Algebra, 10th Edition*. 10th ed. John Wiley & Sons