Penerapan Transformasi Lanjar pada Proses Pengolahan Gambar

Pratama Nugraha Damanik 13513001
Program Studi Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
tamadamanik@students.itb.ac.id

***Abstrak* — Makalah ini membahas pengaplikasian salah satu topic aljabar linear, yaitu transformasi lanjar untuk diterapkan pada pengolahan gambar. Saat ini, sudah banyak berkembang berbagai aplikasi yang dapat dipakai untuk mengolah gambar, seperti Corel Draw dan Adobe Photoshop. Beberapa proses yang sering dilakukan pada pengolahan gambar adalah memindahkan posisi gambar (translasi), mencerminkan gambar (refleksi), memutar gambar (rotasi), memperbesar gambar (dilatasi), menggusur gambar (shearing), dan meregangkan gambar (stretching). Proses proses tersebut, pada dasarnya menggunakan transformasi lanjar dalam melakukan pengolahan gambar, dimana hasil gambar yang kita lihat di layar adalah hasil gambar awal yang telah di transformasi dengan matriks tertentu. Pada makalah ini akan dibahas bagaimana penerapan transformasi lanjar pada proses pengolahan gambar.**

***Kata kunci* — Transformasi, Matriks, Gambar, Lanjar**

I. PENDAHULUAN

Sekarang ini, perkembangan teknologi sudah merambah ke berbagai bidang, salah satunya adalah pengolahan citra (gambar) . Hal ini disebabkan makin tingginya kebutuhan untuk memanipulasi gambar, seperti kebutuhan advertisement, poster, dan lain lain . Tingginya kebutuhan untuk memanipulasi gambar membuat munculnya banyak aplikasi untuk mengolah gambar, seperti yang terkenal saat ini Adobe Photoshop atau Corel Draw .

Aplikasi-aplikasi tersebut memiliki focus yang berbeda. Corel Draw berfokus pada pengolahan gambar yang bersifat vektor, yaitu yang berfokus pada pengolahan gambar gambar 2 dimensi, seperti menggambar bentuk ataupun memanipulasi bentuk. Di sisi lain, Adobe Photoshop berfokus pada pengolahan gambar yang bersifat pixel (bitmap), yaitu focus kepada pengolahan pixel pixel pada gambar, seperti pemberian efek tertentu.

Namun, dibalik kelebihan masing masing aplikasi tersebut, setiap aplikasi tersebut mempunyai beberapa prosedur pengolahan gambar dasar yang harus mampu dilakukan, seperti memindahkan gambar, memperbesar gambar, memutar gambar, atau meregangkan gambar . Prosedur prosedur dasar inilah yang menjadi dasar untuk digunakan ke pengolahan gambar yang lebih lanjut.

Gambar : Perbedaan 2 Aplikasi Pengolahan Gambar
Sumber : http://www.grouponippo.com

Prosedur prosedur dasar diatas, pada dasarnya dilakukan dengan menggunakan metode transformasi lanjar. Transformasi lanjar sendiri adalah metode dimana beberapa titik koordinat pada gambar akan dikalikan dengan matriks tertentu dan akan menghasilkan koordinat yang baru.

Pada dasarnya, ketika kita membuka suatu gambar pada aplikasi pengolahan gambar, misalnya gambar tersebut berukuran 128 x 128 , maka aplikasi akan mempunyai sebuah matriks berukuran 128 x 128 yang menyimpan beberapa informasi setiap pixel pada gambar, seperti warna, posisi gambar pada kanvas, dan lain lain. Ketika kita melakukan beberapa proses pada gambar, seperti memindahkan atau memperbesar gambar, maka aplikasi akan mengambil data data gambar dari matriks tadi untuk diproses selanjutnya . Contohnya, ketika kita memindahkan gambar pada kanvas (ruang mengedit gambar), aplikasi akan mengambil posisi terakhir gambar pada kanvas, kemudian akan mentransformasikan posisi posisi tersebut untuk menghasilkan posisi gambar yang baru. Namun, proses tersebut akan terlihat sangat cepat, sehingga ketika kita meng-*klik* sebuah gambar dan memindahkannya, proses tersebut akan berlangsung sangat singkat.

Pada proses yang lebih lanjut, misalnya memberikan efek blur pada gambar, sebenarnya konsep dasar dari proses tersebut juga menggunakan transformasi lanjar, hanya saja yang di transformasi bukan bentuk gambar, melainkan warna warna pada setiap pixel gambar. Jadi, ketika kita memberikan efek blur pada gambar, setiap komponen warna pada setiap pixel gambar, akan dikalikan dengan suatu matriks tertentu, sehingga menghasilkan komponen warna gambar yang baru. Namun , pada makalah ini, yang dibahas hanyalah proses proses dasar pada pengolahan gambar, seperti memindahkan gambar, memperbesar gambar, mencerminkan gambar, memutar gambar dan meregangkan gambar (memperlebar atau memperpanjang) .

II. DASAR TEORI

A. Vektor dan Matriks

Sebuah vektor berukuran n adalah sebuah kumpulan/list bilangan berjumlah n. Berdasarkan penulisannya, vektor ada 2 jenis, yaitu :

a. Vektor baris

Bilangan bilangan pada vektor ditulis menyamping.

$$(v_1, v_2, \dots\dots\dots, v_n)$$

b. Vektor kolom

Bilangan bilangan pada vektor ditulis memanjang kebawah.

$$\begin{bmatrix} v1 \\ v2 \\ \dots \\ \dots \\ vn \end{bmatrix}$$

Nilai v1, v2, dan seterusnya disebut sebagai komponen atau nilai koordinat dari v. Zero vector (vector nol) adalah vektor yang seluruh nilai komponennya bernilai nol.

Sebuah set koordinat R^n adalah set seluruh koordinat pada vektor dengan panjang n, biasanya set koordinat di notasikan dengan vektor kolom.

Matriks adalah kumpulan bilangan yang merupakan kumpulan dari vekor yang disusun dalam tabel 2 dimensi. Sebuah matriks ditulis sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} a11 & a12 & .. & a1n \\ a21 & a22 & .. & a2n \\ .. & .. & .. & .. \\ am1 & am2 & .. & amn \end{bmatrix}$$

Urutan bilangan di atas disebut matrisk m x n, dimana m menyatakan jumlah baris matriks dan n menyatakan jumlah kolom matriks. Jika jumlah m = n, maka matriks dapat dinyatakan sebagai matriks persegi. Setiap elemen pada matriks dapat dinyatakan dengan a_{ij} yaitu elemen ke a pada kolom (I,j) dari matriks a. Vektor baris (a11,a12,..,a1n) adalah baris ke i dari matriks a, sedangkan vektor kolom

$$\begin{bmatrix} v1 \\ v2 \\ .. \\ vn \end{bmatrix}$$

adalah kolom ke j dari matriks A.

B. Operasi Matriks

a. Kesamaan

Dua matriks A dan B dapat dikatakan sama (A=B), jika dan hanya jika ukuran matriks sama dan setiap elemen matriks di dalamnya bernilai sama.

Contoh :

$A=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ B = $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

A=B, karena ukuran matriks A dan B sama, dan setiap elemen di dalamnya bernilai sama

b. Perkalian dengan bilangan scalar

Sebuah matriks A dapat dikalikan dengan sebuah bilangan scalar k. Hasil kali k dan A dapat didefinisikan sebagai kA

$$kA = \begin{bmatrix} k.a11 & k.a12 & .. & k.a1n \\ k.a21 & k.a22 & .. & k.a2n \\ .. & .. & .. & .. \\ k.am1 & k.am2 & .. & k.amn \end{bmatrix}$$

setiap elemen dari A langsung dikalikan dengan nilai k, sehingga hasil dari proses kA adalah sebuah matriks lain yang berukuran sama dengan matriks sebelumnya.

c. Penjumlahan

Sebuah matriks A dan matriks B dapat dijumlahkan apabila ukuran dari matriks A dan matriks B sama. Hasil dari penjumlahan dari matriks A dan matriks B adalah sebuah matriks baru yang berukuran sama dengan matriks sebelumnya, dimana nilai tiap elemennya merupakan penjumlahan antara elemen di matriks A dan elemen di matriks B.

$$C = \begin{bmatrix} a11+b11 & a12+b12 & .. & a1n+b1n \\ a21+b21 & a22+b22 & .. & a2n+b2n \\ .. & .. & .. & .. \\ am1+bm1 & am2+bm2 & .. & amn+bmn \end{bmatrix}$$

pada operasi penjumlahan matriks, berlaku hukum asosiatif, dimana A+B = B+A

d. Pengurangan

Aturan yang berlaku pada pengurangan matriks sama dengan aturan yang berlaku pada penjumlahan matriks.

$$C = \begin{bmatrix} a11-b11 & a12-b12 & .. & a1n-b1n \\ a21-b21 & a22-b22 & .. & a2n-b2n \\ .. & .. & .. & .. \\ am1-bm1 & am2-bm2 & .. & amn-bmn \end{bmatrix}$$

e. Perkalian antar matriks

Matriks A dan B dapat dikalikan apabila jumlah kolom pada matriks A sama dengan jumlah baris pada matriks B. Hasil perkalian dari matriks A dan B akan menghasilkan sebuah matriks baru yang berukuran jumlah baris pada matriks A x jumlah kolom pada matriks B.

$$`A_{mxn} \text{ x } B_{nxo} = C_{mxo}$$

elemen setiap matriks pada matriks hasil perkalian adalah :

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^{n} aikbkj \text{ , i=1,..,m} \quad \text{j=1,…,r}$$

C. Transformasi Lanjar

Transformasi lanjar adalah pemetaan satu satu, dengan menggunakan himpunan titik titik sebagai input yang dikalikan dengan sebuah persamaan/matriks, dan menghasilkan himpunan titik titik yang baru. Transformasi lanjar merupakan dasar bagi banyak aplikasi computer terutama yang berhubungan dengan memanipulasi gambar seperti aplikasi seni, arsitek, dan engineering. Sebuah vektor dapat ditransformasi dari vektor berdimensi m (R^m) ke vektor berdimensi n (R^n).

Teori :

"Jika V dan W adalah sebuah vektor, dan f adalah sebuah fungsi pemetaan dari V ke , dapat ditulis

$$f : V \rightarrow W$$

"

Sebuah transformasi dapat ditulis :

$$w_1 = f_1(x_1,x_2,..,x_n)$$
$$w_2 = f_2(x_1,x_2,..,x_n)$$
$$:$$
$$w_m = f_m(x_1,x_2,..,x_n)$$

m adalah dimensi awal vector (R^m) dan n adalah dimensi akhir vektor setelah dipetakan (R^n).

$$T(x_1,x_2,..,x_n) = (w_1,w_2,..,w_n)$$

Beberapa jenis transformasi dasar adalah :

a. Translasi

Translasi dilakukan dengan melakukan penambahan factor pada vektor awal. Translasi adalah transformasi objek tanpa merubah bentuk dan ukuran objek, karena objek hanya dipindah dari titik sebelumnya ke titik baru.

$$T = \begin{bmatrix} a \\ b \\ .. \\ n \end{bmatrix}, P(x1,x2,..,xn) \xrightarrow{T} P'\ (x1+a,x2+b,..,xn+n)$$

b. Refleksi

Refleksi adalah pencerminan sebuah/kumpulan titik koordinat pada vektor dengan sebuah patokan (sumbu x, sumbu y, titik origin, dll) .

$$P(x,y) \xrightarrow{T} P(x',y')$$

Beberapa contoh refleksi :

Sumbu x : $T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$

Sumbu y : $T = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

Titik (0,0) : $T = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$

y=x : $T = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$

c. Rotasi

Rotasi adalah proses transformasi yang dilakukan dengan memutar objek dengan derajat tertentu.

$$T = \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ \sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix}$$

d. Dilatasi

Dilatasi adalah proses transformasi objek dengan memperbesar objek menjadi k kali ukuran awal objek.

$$T = \begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{bmatrix}$$

e. Expansion dan Compressions

Expansion dan Compressions adalah proses transformasi objek dimana objek yang dihasilkan adalah hasil peregangan/pemanjangan objek yang lama

Pelebaran ke samping :

$$T = \begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Pemanjangan ke bawah :

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & k \end{bmatrix}$$

f. Shear (Penggeseran)

Penggeseran adalah proses transformasi dimana titik titik pada objek digeser sebesar satuan tertentu.

Penggeseran ke samping :

$$T = \begin{bmatrix} 1 & k \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Penggeseran ke bawah :

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ k & 1 \end{bmatrix}$$

III. Pembahasan

Pada bab sebelumnya, telah dibahas beberapa operasi transformasi dasar seperti translasi, refleksi, rotasi, dilatasi, ekspansi dan shear .Operasi operasi dasar diatas digunakan dengan cara mengalikan/menjulahkan titik titik koordinat pada satu vektor dengan suatu matriks transformasi untuk menghasilkan titik titik koordinat yang baru .

Pada dasarnya, kegiatan kegiatan manipulasi gambar, menggunakan proses proses ini dalam penggunaannya. Misalnya ketika kita memperbesar gambar, memutar gambar, atau memindahkan gambar, keseluruhan operasi tersebut menggunakan konsep transformasi.

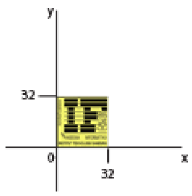
Pada bab ini akan dibahas bagaimana penerapan konsep transformasi tersebut pada operasi operasi dasar pengolahan gambar . Pada dasarnya, ketika suatu ga,bar dibuka pada suatu aplikasi pengolahan gambar, maka aplikasi akan menyimpan informasi yang terkait dengan gambar itu setiap pixelnya, seperti koordinatnya pada kanvas, ataupun warnanya. Misalnya, ketika kita membuka suatu gambar berukuran 32 x 32 maka di dalam aplikasi akan dicatat titik koordinat setiap pixel gambar.

Contoh gambar 32 x 32

maka, ketika gambar diatas dibuka dalam suatu aplikasi pengolahan gambar, akan tersimpan informasi posisi pixel setiap gambar tersebut. Misalnya, informasi tersebut disimpan didalanm sebuah vektor baris, maka akan ada (32 * 32 = 1024) vektor yang disimpan,

$$\begin{pmatrix} x1 & x2 & x3 & x4 & .. & x102 \\ y1 & y2 & y3 & y4 & .. & y1024 \end{pmatrix}$$

Misalkan, ketika gambar tersebut dibuka, seluruh titik berada pada posisi dimana pixel tersebut berada, jadi :

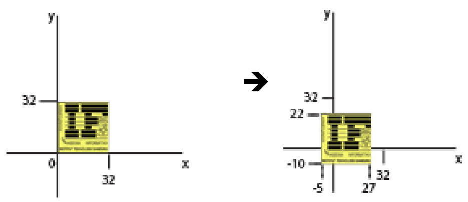


$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

Gambar : *Posisi awal gambar dan matriks awal*

Lalu, ketika beberapa prosedur dasar dilakukan pada gambar tersebut, seperti memperbesar, memindahkan, memutar, maka data data dalam matriks tersebut akan diambil untuk diolah. Kemudian akan muncul koordinat baru yang menghasilkan gambar yang baru. Berikut ini adalah penerapan transformasi lanjar pada saat memproses gambar :

1. Memindahkan gambar
   Misalkan, gambar awal sebelumnya akan dipindahkan 5 titik ke kiri dan 10 titik ke bawah, maka :



   Maka proses transformasi yang terjadi adalah :

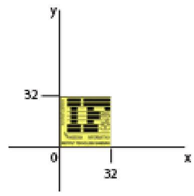
$$T = \begin{bmatrix} -5 \\ -10 \end{bmatrix},\ \begin{pmatrix} 1 & 2 & .. & 32 \\ 1 & 1 & .. & 32 \end{pmatrix} \xrightarrow{T} \begin{bmatrix} 1-5 & 2-5 & .. & 32-5 \\ 1-10 & 1-10 & .. & 32-10 \end{bmatrix}$$

Gambar : *Proses Transformasi*

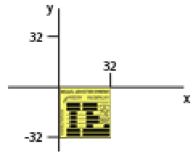
Maka, hasil dari proses transformasi diatas adalah :

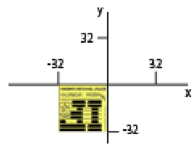
$$\begin{pmatrix} -4 & -3 & -2 & -1 & .. & 24 & 25 & 26 & 27 \\ -9 & -9 & -9 & -9 & .. & 22 & 22 & 22 & 22 \end{pmatrix}$$

2. Refleksi
   Misalkan, gambar awal dicerminkan terhadap :
   a. Sumbu x
   b. Titik 0,0



Gambar awal





Pencerminan sumbu x Pencerminan terhadap 0,0

Proses transformasi diatas adalah dengan mengalikan matriks awal dengan matriks transformasi, yaitu :

a. Pencerminan sumbu x :

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

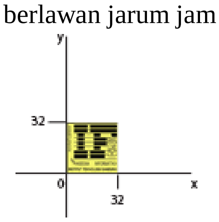
$$W = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & .. & -32 & -32 & -32 & -32 \end{pmatrix}$$

b. Pencerminan terhadap 0,0

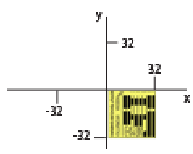
$$W = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

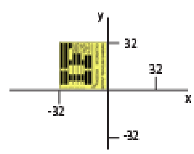
$$W = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -3 & -4 & .. & -29 & -30 & -31 & -32 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & .. & -32 & -32 & -32 & -32 \end{pmatrix}$$

3. Memutar gambar
   Misalkan gambar awal akan diputar :
   a. 90 derajat searah jarum jam
   b. 90 derajat berlawan jarum jam



Gambar awal





90^o searah jarum jam 90^o berlawanan jarum jam

Proses transformasi :

a. 90^o searah jarum jam

α = -90^o

$$T = \begin{bmatrix} \cos -90 & -\sin -90 \\ \sin -90 & \cos -90 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \\ -1 & -2 & -3 & -4 & .. & -29 & -30 & -31 & -32 \end{pmatrix}$$

b. 90^o berlawanan jarum jam

α = 90^o

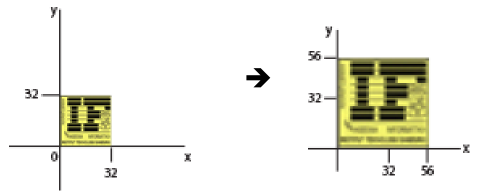
$$T = \begin{bmatrix} \cos 90 & -\sin 90 \\ \sin 90 & \cos 90 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & .. & -32 & -32 & -32 & -32 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \end{pmatrix}$$

4. Membesarkan gambar (dilatasi)

Misalkan gambar awal diperbesar 1.75 kali dari ukuran awal



Gambar : *Proses transformasi gambar*

Matriks transformasi (k=1.75)

$$T = \begin{bmatrix} 1.75 & 0 \\ 0 & 1.75 \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 1.75 & 0 \\ 0 & 1.75 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

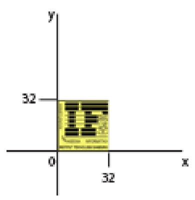
$$W = \begin{pmatrix} 1.75 & 3.5 & 5.25 & 7 & .. & 50.75 & 52.5 & 54.25 & 56 \\ 1.75 & 1.75 & 1.75 & 1.75 & .. & 56 & 56 & 56 & 56 \end{pmatrix}$$

5. Memanjangkan dan melebarkan gambar

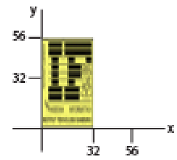
Misalkan gambar awal diproses :

a. Pemanjangan 1.75x

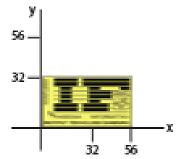
b. Pelebaran 1.75x



Gambar awal



Pemanjangan 1.75x



Pelebaran 1.75 x

Gambar : *Proses Transformasi*

Proses transformasi matriks :

a. Pemanjangan 1.75x

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1.75 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1.75 & 1.75 & 1.75 & 1.75 & .. & 56 & 56 & 56 & 56 \end{pmatrix}$$

b. Pelebaran 1.75x

$$W = \begin{bmatrix} 1.75 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

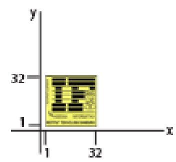
$$W = \begin{pmatrix} 1.75 & 3.5 & 5.25 & 7 & .. & 50.75 & 52.5 & 54.25 & 56 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

6. Menggeser gambar (Shear)

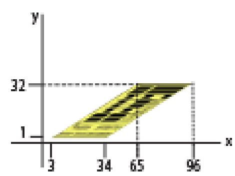
Misalkan gambar awal akan di proses :

a. Digeser 2x ke samping kanan

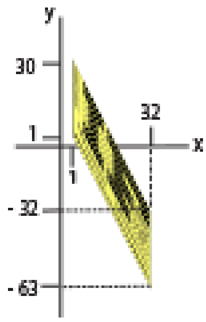
b. Digeser 2x ke bawah



Gambar awal



Digeser 2x ke samping kanan



Digeser 2x ke bawah

Proses transformasi matriks :

a. Digeser 2x ke samping kanan

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 5 & 6 & .. & 93 & 94 & 95 & 96 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

b. Digeser 2x ke bawah

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & .. & 32 & 32 & 32 & 32 \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & .. & 29 & 30 & 31 & 32 \\ 1 & -3 & -5 & -7 & .. & -26 & -28 & -30 & -32 \end{pmatrix}$$

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penerapan metode transformasi lanjar pada proses pengolahan gambar adalah :

- Metode transformasi lanjar cocok untuk diterapkan pada proses dasar manipulasi gambar, seperti memperbesar gambar, memindahkan gambar, memutar gambar, meregangkan gambar, atau menggeser gambar
- Metode ini juga cocok untuk digunakan pada proses manipulasi yang lebih lanjut, misalnya memberikan efek blur pada gambar, dimana menjadi inputnya adalah komponen warna, lalu dikalikan dengan matriks transformasi tertentu dan akan menghasilkan komponen warna yang baru

REFERENCES

[1] Anton, Howard and Chris Rorres . 2010 , *Elemntary Linear Algebra Tenth Edition Applications Version* . John Wiley & Sons Inc : New Jersey

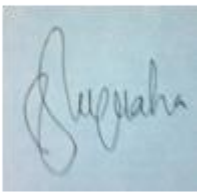
[2] http://www.academia.edu (akses tanggal 14 Desember 2015)

[3] https://www.math.ku.edu/~mandal/math290/m290NotesChSIX.pdf (akses tanggal 14 Desember 2015)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 13 Desember 2015



Pratama Nugraha Damanik
13513001