



# GRAFIKA KOMPUTER

---

- ❑ Fitri Ayuning Tyas, S. Kom
- ❑ yas.0373@gmail.com
- ❑ 081804767700
- ❑ tyas-tamimy.com

# TRANSFORMASI GEOMETRI



Materi:

- A. Pendahuluan
- B. Tujuan Transformasi
- C. Proses Transformasi
- D. Penggeseran (*translation*)
- E. Penskalaan (*scaling*)
- F. Pemutaran (*rotation*)

# A. Pendahuluan



- Transformasi geometri digunakan untuk memberikan **metode-metode perubahan bentuk dan posisi** dari sebuah obyek.
- Transformasi membantu menyederhanakan tugas-tugas dari pemodelan geometri (*geometric modeling*), animasi, dan rendering.
- Transformasi yang paling banyak digunakan di dalam grafika komputer adalah **transformasi *affin* (*affine transformation*)**, yang mempunyai bentuk sangat sederhana, antara lain adalah:
  1. **Penggeseran (*translation*)**
  2. **Penskalaan (*scaling*)**
  3. **Pemutaran (*rotation*)**

# B. Tujuan Transformasi



- Pada dasarnya, transformasi adalah memindahkan objek tanpa merusak bentuk dengan **tujuan**:
  1. Merubah atau menyesuaikan komposisi pemandangan
  2. Memudahkan membuat objek yang simetris
  3. Melihat objek dari sudut pandang yang berbeda
  4. Memindahkan satu atau beberapa objek dari satu tempat ke tempat lain, ini biasa dipakai untuk animasi komputer

# C. Proses Transformasi



- Proses transformasi dilakukan dengan **mengalikan matriks objek** dengan **matrik transformasi**, sehingga **menghasilkan matriks baru** yang berisi **koordinat objek hasil transformasi**.
- **Contoh:** Apabila sebuah garis yang melalui titik A(0,1) dan titik B(2,3) ditransformasikan dengan matriks:  $[T] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$

Maka hasilnya  $[L][T]$  adalah  $= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$

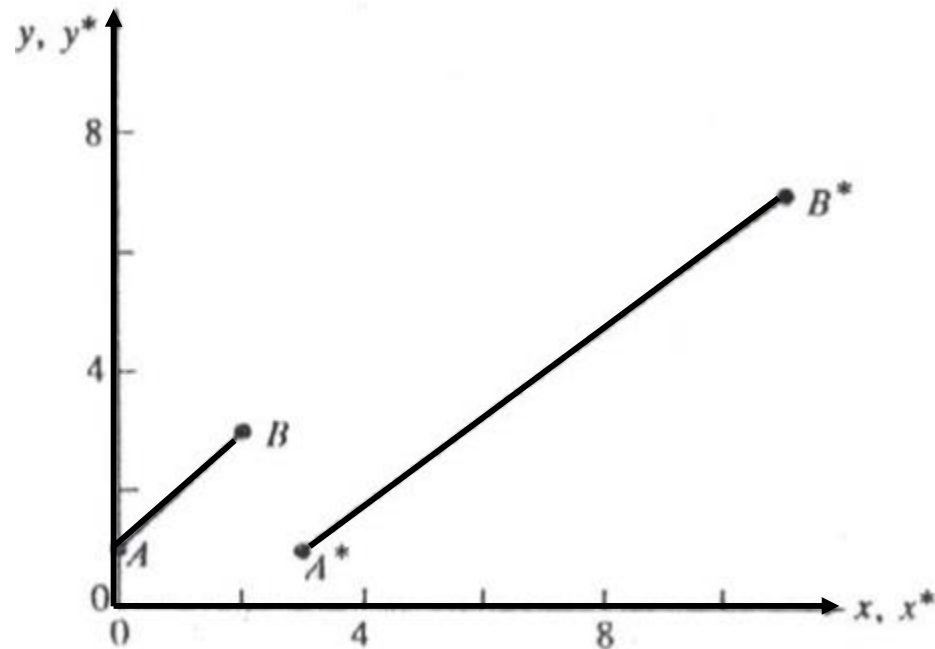
**Matriks Baru**  
 $[L^*]$

$$= \begin{bmatrix} 0.1 + 1.3 & 0.2 + 1.1 \\ 2.1 + 3.3 & 2.2 + 3.1 \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 11 & 7 \end{bmatrix}$$

# C. Proses Transformasi (lanjut)



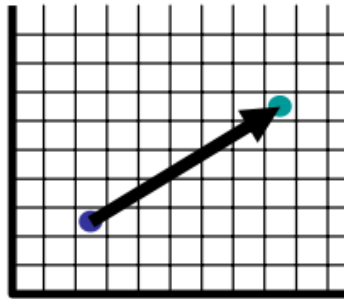
- Secara visual proses transformasi diilustrasikan gambar berikut:



# D. Pergeseran (Translasi)



- **Translasi** adalah suatu pergerakan/ perpindahan semua titik dari objek pada suatu jalur lurus sehingga menempati posisi baru.



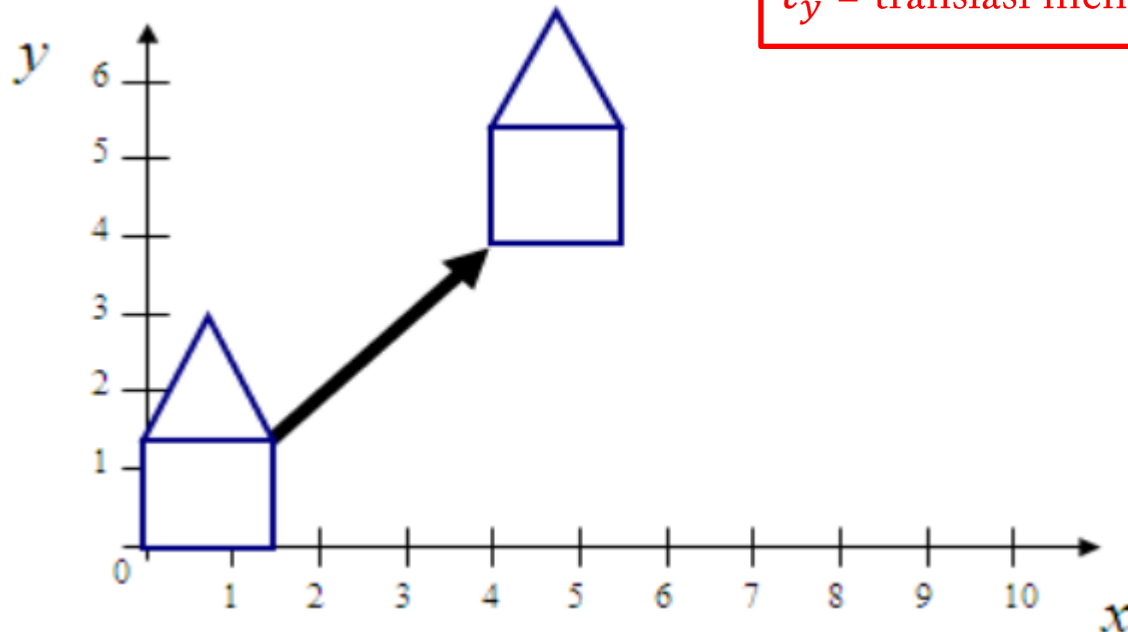
- Pergeseran tersebut dapat dinotasikan: 
$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix}$$
- Translasi adalah **transformasi dengan bentuk yang tetap**, memindahkan objek apa adanya. Dalam operasi translasi, setiap titik pada suatu entitas yang ditranslasi **bergerak dalam jarak yang sama**. Pergerakan tersebut dapat berlaku dalam arah sumbu  $X$  saja, atau dalam arah sumbu  $Y$  saja atau keduanya.

# D. Pergeseran (Translasi) (lanjut)



- Sebuah titik  $A(x, y)$  digeser searah sumbu  $X$  sejauh  $t_x$  dan searah sumbu  $Y$  sejauh  $t_y$ . Perhatikan gambar berikut:

$t_x$  = translasi menurut sumbu  $X$   
 $t_y$  = translasi menurut sumbu  $Y$



# D. Pergeseran (Translasi) (lanjut)



- Maka titik hasil pergeseran adalah:  $x' = x + t_x$   
 $y' = y + t_y$
- atau dinotasikan:  $x' = x + 0 \cdot y + t_x$   
 $y' = 0 \cdot x + y + t_y$
- atau dalam bentuk matriks: 
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}$$

$(x, y)$  = titik asal sebelum translasi  
 $(x', y')$  = titik baru hasil translasi

# D. Pergeseran (Translasi) (lanjut)



## Latihan Soal!

- Tentukan posisi dari segitiga ABC yang dibentuk oleh titik-titik A(20,20), B(100,20) dan C(60,120) jika dilakukan penggeseran pada  $\begin{bmatrix} 80 \\ 70 \end{bmatrix}$

- Jawab:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 20 & 100 & 60 \\ 20 & 20 & 120 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 80 & 80 & 80 \\ 70 & 70 & 70 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 & 180 & 140 \\ 90 & 90 & 190 \end{bmatrix}$$

Sehingga A'(100,90), B'(180,90) dan C' (140,190)

# D. Pergeseran (Translasi) (lanjut)



## TUGAS

- Tentukan koordinat baru untuk menggambarkan translasi suatu objek berupa segitiga dengan koordinat A(10,10), B(30,10) dan C(10,30) dengan  $t_x, t_y(10,20)$ !

## D. Pergeseran (Translasi) (lanjut)

### JAWABAN TUGAS

$$A : x' = 10 + 10 = 20$$

$$y' = 10 + 20 = 30$$

$$A' = (20,30)$$

$$C : x' = 10 + 10 = 20$$

$$y' = 30 + 20 = 50$$

$$C' = (20,50)$$

$$B : x' = 30 + 10 = 40$$

$$y' = 10 + 20 = 30$$

$$B' = (40,30)$$

# E. Penskalaan (Scaling)



- **Penskalaan** adalah proses untuk **memperbesar** atau **memperkecil** suatu obyek atau gambar secara seragam atau tidak seragam tergantung pada faktor penskalaan (*scaling factor*) yaitu  $(S_x, S_y)$  yang diberikan.
- $S_x$  adalah faktor penskalaan menurut sumbu X
- $S_y$  faktor penskalaan menurut sumbu Y
- Koordinat baru diperoleh dengan:

$$x' = x + S_x \quad (x, y) \quad = \text{titik asal sebelum di skala}$$

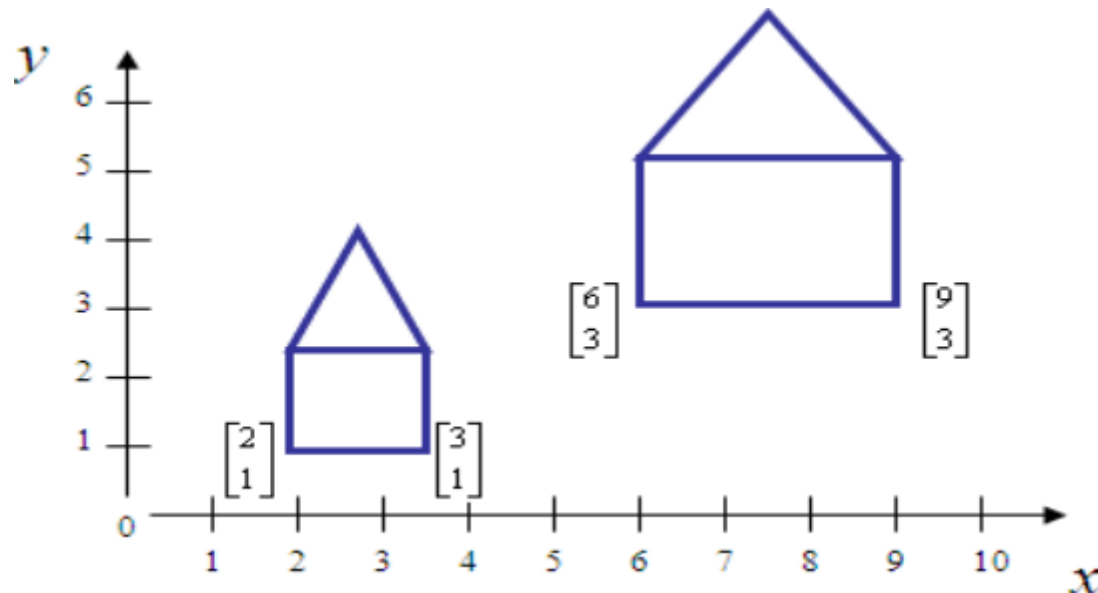
$$y' = y + S_y \quad (x', y') \quad = \text{titik setelah diskala}$$

- Nilai lebih dari 1 menyebabkan objek **diperbesar**, sebaliknya bila nilai lebih kecil dari 1, maka objek akan **diperkecil**. Bila  $(S_x, S_y)$  mempunyai nilai yang sama, maka skala disebut dengan *uniform scaling*.

# E. Penskalaan (Scaling) (lanjut)



- Misalkan titik  $A(x, y)$  diskalakan terhadap titik  $P(a, b)$  dengan faktor skala sebesar  $S_x$  searah sumbu  $X$  dan sebesar  $S_y$  searah sumbu  $Y$ .
- Perhatikan ilustrasi gambar berikut, dimana obyek mengalami perbesaran realtif terhadap titik asal:



# E. Penskalaan (Scaling) (lanjut)



- Maka koordinat hasil penskalaan dapat ditentukan sebagai berikut :  $x' = S_x(x - a) + a$

$$y' = S_y(y - b) + b$$

- atau:  $x' = S_x x + a - S_x a$

$$y' = S_y y + b - S_y b$$

- atau dalam bentuk matriks: 
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a - S_x a \\ b - S_y b \end{bmatrix}$$

- Jika pusat penskalaannya adalah sumbu koordinat P(0,0), maka  $a = 0$  dan  $b = 0$ , sehingga persamaannya menjadi:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

# E. Penskalaan (Scaling) (lanjut)



## Latihan Soal

- Tentukan posisi dari segitiga ABC yang dibentuk oleh titik-titik A(20,20), B(100,20) dan C(60,120), jika dilakukan penskalaan dengan faktor skala  $\begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$  terhadap titik pusat P(0,0).
- Jawab:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 20 & 100 & 60 \\ 20 & 20 & 120 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 80 & 400 & 240 \\ 40 & 40 & 240 \end{bmatrix}$$

- Sehingga A'(80,40), B'(400,40) dan C'(240,240)

# E. Penskalaan (Scalling) (lanjut)



- **Tugas**
- Untuk menggambarkan skala suatu objek berupa segitiga dengan koordinat  $A(10,10)$ ,  $B(30,10)$  dan  $C(10,30)$  dengan  $(S_x, S_y)$  adalah  $(3,2)$ , tentukan koordinat yang barunya!

# F. Pemutaran (Rotation)

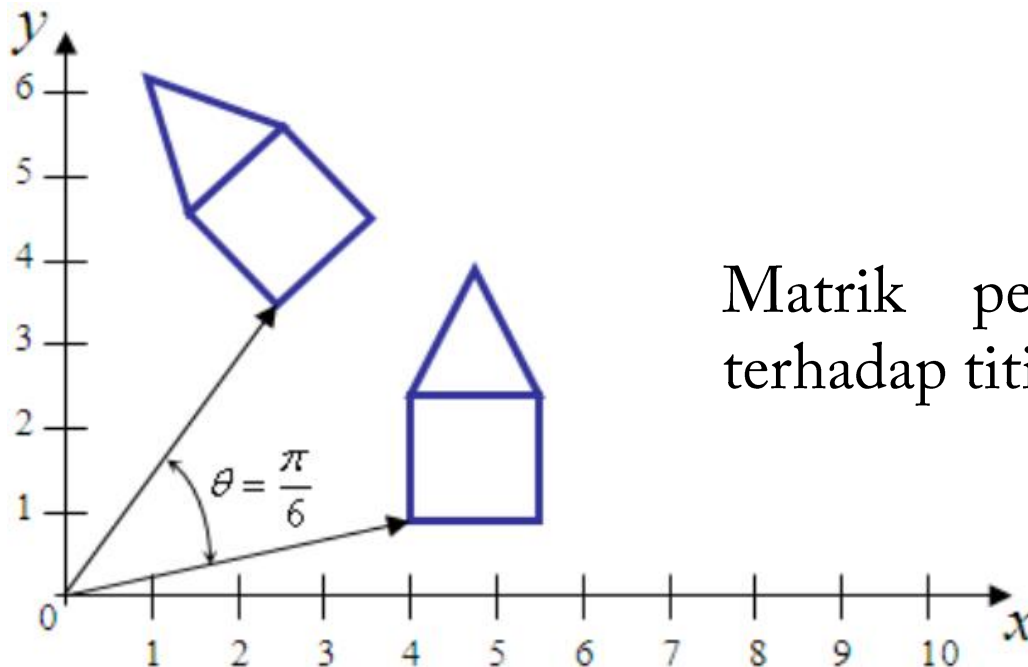


- **Putaran** adalah suatu operasi yang menyebabkan objek **bergerak berputar** pada titik pusat atau pada sumbu putar yang dipilih berdasarkan sudut putaran tertentu.
- Seperti halnya pergeseran dan penskalaan, untuk **pemutaran sembarang obyek** dilakukan dengan **pemutaran setiap titik ujung garis**.
- Pemutaran **searah jarum jam** akan dinyatakan dengan **sudut negatif**, sedangkan pemutaran **berlawanan dengan jarum jam** dinyatakan dengan **sudut positif**.

# F. Pemutaran (Rotation) (lanjut)



- Dengan menganggap besarnya sudut putar adalah  $\theta$ , maka hasil pemutaran titik  $A(x, y)$  dengan pusat putar  $P(0,0)$  akan dihasilkan titik  $A'(x', y')$  seperti yang diperlihatkan pada Gambar berikut:



$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Matrik penyajian untuk rotasi terhadap titik pusat  $P(0,0)$  adalah:

$$R = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

# F. Pemutaran (Rotation) (lanjut)



## Latihan Soal

- Tentukan posisi dari segitiga ABC yang dibentuk oleh titik-titik A(20,20), B(100,20) dan C(60,120), jika dilakukan pemutaran dengan pusat sumbu koordinat dengan rotasi putarnya 180 derajat berlawanan arah dengan arah jarum jam.
- Jawab:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 20 & 100 & 60 \\ 20 & 20 & 120 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -20 & -100 & -60 \\ -20 & -20 & -120 \end{bmatrix}$$

- Sehingga A'(-20,-20), B'(-100,-20) dan C'(-60,-120)