

- a. Bagaimana cara pembentukan suatu hollow object?
- b. Tuliskan matriks translasi, rotasi, dan scaling!
- c. Bagaimana cara melakukan translasi, rotasi, dan scaling pada suatu hollow object?

Jawab

- a. Pada dasarnya untuk pembentukan hollow object tidak berbeda jauh dengan object lain, yaitu dengan mendefinisikan *vertices*/koordinat tiap titik. Namun, sebab proses penggambaran sesuai dengan pendefinisian *vertices*, bisa jadi sebuah object tertutupi oleh object lain. Agar tidak terjadi perlu diaktifkan fitur CULL_FACE dengan cara `gl.enable(gl.CULL_FACE)`. Dengan demikian setiap *vertice* akan digambar ke arah depan, yaitu berlawanan dengan arah jarum jam. *Vertice* yang searah dengan jarum jam, dianggap menghadap ke belakang, sehingga tidak akan digambar. Dengan cara tersebut, seluruh *vertices* harus digambar dengan arah depan, yaitu ke arah luar dari object.
- b. Terdapat perbedaan cara penulisan matriks secara matematis dan pada webgl. Matriks webgl merupakan hasil transpose dari matriks secara matematis. Hal tersebut dilakukan dengan alasan kepraktisan pada pengaksesan nilai dari matriks. Berikut adalah matriks translasi, rotasi, dan scaling
 - Secara matematis
 - Translasi
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$
 - Rotasi
 - Sumbu-x
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(a) & -\sin(a) & 0 \\ 0 & \sin(a) & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$
 - Sumbu-y
$$\begin{bmatrix} \cos(a) & 0 & \sin(a) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(a) & 0 & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$
 - Sumbu-z
$$\begin{bmatrix} \cos(a) & -\sin(a) & 0 & 0 \\ \sin(a) & \cos(a) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Scaling
 - $\begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
- Pada WebGL
 - Translasi
 - $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ t_x & t_y & t_z & 1 \end{bmatrix}$
 - Rotasi
 - Sumbu-x
 - $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(a) & \sin(a) & 0 \\ 0 & -\sin(a) & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
 - Sumbu-y
 - $\begin{bmatrix} \cos(a) & 0 & -\sin(a) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin(a) & 0 & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
 - Sumbu-z
 - $\begin{bmatrix} \cos(a) & \sin(a) & 0 & 0 \\ -\sin(a) & \cos(a) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
 - Scaling
 - $\begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

- c. Untuk melakukan translasi cukup dilakukan perkalian antara matriks translasi, rotasi, dan scaling dengan *vertices* dari hollow object