

Matematika untuk Visual 2.5D

Haikal Isa Al Mahdi

January 3, 2026

Mengapa 2.5D?

Mulai. Di dalam grafika komputer, biasanya ada 2 metode, seni 2D ataupun 3D. Namun jarang dibahas mengenai 2.5D. Kebanyakan metode 2.5D yang diterapkan

- Berbasis lapisan (layer) yang diskrit
- Menggunakan perulangan for loop yang bisa membuat performa grafis menurun
- Pergerakan kamera terbatas pada sumbu xy

Maka kita akan membahas bagaimana kita bisa mencapai visual 2.5D secara matematis

Tujuan

Memodelkan dan mendekati persoalan ruang semu 2.5D secara matematis yang dapat diterapkan ke pemrograman visual.

Asumsi

Kita asumsikan:

- Kita bekerja dalam bentuk 2D
- Sumbu Z menyatakan kedalaman
- Bangun datar berorientasi tegak. Dengan kata lain, tegak lurus terhadap sinar yang berpangkal di kamera dan menuju pusat layar
- Kamera bisa bertranslasi pada xy, Bergerak pada sumbu z.
- Objek tetap simetris baik sebelum maupun sesudah kamera melakukan transformasinya.

Gambaran

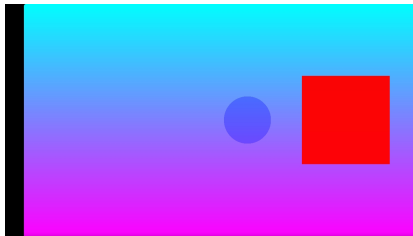


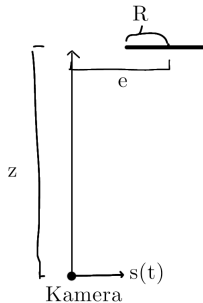
Figure: dari sudut pandang kamera



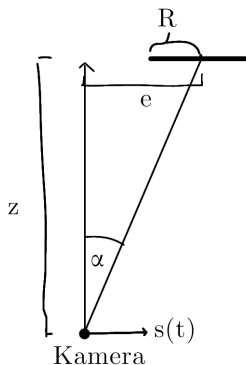
Figure: tampak dari atas (ilustrasi)

Kasus Translasi xy

Misal kita punya skenario seperti ini. Radius objek diasumsikan tidak berubah.



Lanjutan

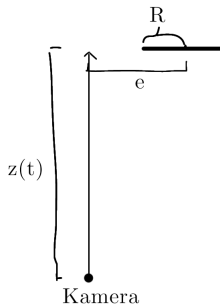


Dari gambar, didapat

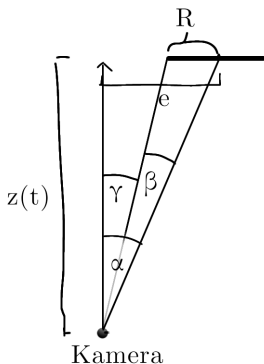
$$\tan \alpha = \frac{(e - s(t))}{z}$$

Kasus Translasi sumbu z

Misalkan kita punya skenario seperti ini



Lanjutan



Didapat

$$\tan \alpha = \frac{e}{z(t)}$$

$$\tan \gamma = \frac{e - r}{z(t)}$$

Diketahui bahwa

$$\tan \beta = \tan(\alpha - \gamma) = \frac{\tan \alpha - \tan \gamma}{1 + \tan \alpha \tan \gamma}$$

Substitusikan, maka didapat

$$\tan \beta = \frac{r}{z(t) \left(1 + \frac{e(e-r)}{z(t)^2} \right)}$$

atau

$$\tan \beta = \frac{rz(t)}{z(t)^2 + e(e-r)}$$

Kasus gabungan (translasi xyz)

berarti kita sesuaikan

$$\tan \alpha = \frac{e - s(t)}{z(t)}$$

$$\tan \gamma = \frac{e - r - s(t)}{z(t)}$$

$$\tan \beta = \tan(\alpha - \gamma) = \frac{\tan \alpha - \tan \gamma}{1 + \tan \alpha \tan \gamma}$$

Substitusikan, maka didapat

$$\tan \beta = \frac{r}{z(t) \left(1 + \frac{(e - s(t))(e - r - s(t))}{z(t)^2} \right)}$$

atau

$$\tan \beta = \frac{rz(t)}{z(t)^2 + (e - s(t))(e - r - s(t))}$$

Hasil

Pada akhirnya, kita menemukan persamaan untuk radius semu dan offset semu. misal suatu objek memiliki offset e , radius r dan bergerak translasi pada sumbu xy sebesar $s(t)$ dan pada sumbu z sebesar $z(t)$, maka

$$\text{offset semu} = \frac{e - s(t)}{z(t)}$$

$$\text{Radius semu} = \frac{rz(t)}{z(t)^2 + (e - s(t))(e - r - s(t))}$$

Demonstrasi

Demonstrasi bisa dilihat di

<https://www.shadertoy.com/view/3fdfWB>

Simpulan

Kami sadar bahwa metode ini masih jauh dari kata sempurna. Meskipun demikian, diharapkan untuk kedepannya dapat dilakukan pengembangan.