

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

1. Penjelasan main.cpp (Tekstur dengan Gambar)

Program bertujuan untuk menampilkan kubus 3D yang dua sisinya (depan dan belakang) diberi gambar/tekstur dari file BMP dan sisa sisinya diberi warna.

- Program menggunakan `imageloader.cpp` dan `imageloader.h` untuk membaca file gambar BMP dan mengubah gambarnya menjadi tekstur yang bisa digunakan.
- Variabel global untuk menentukan ukuran kubus, sudut rotasi, dan ID tekstur.

```
const float BOX_SIZE = 7.0f;
float angle = 0.0f;
GLuint textureId;
```

- `handleKeyPress()` menangani input dari keyboard.

```
void handleKeyPress(GLFWwindow* window, int key, int scancode, int action, int mods) {
    if (key == GLFW_KEY_ESCAPE && action == GLFW_PRESS)
        glfwSetWindowShouldClose(window, GLFW_TRUE);
}
```

- `GLuint loadTexture()` mengambil data dari gambar (BMP) dan memuatnya ke dalam OpenGL sebagai tekstur 2D.

```
GLuint loadTexture(Image* image) {
    GLuint textureId;
    glGenTextures(1, &textureId);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, textureId);
    glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_RGB, image->width, image->height, 0, GL_RGB,
GL_UNSIGNED_BYTE, image->pixels);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_LINEAR);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_LINEAR);
    return textureId;
}
```

- `initRendering()` menginisialisasi beberapa fitur OpenGL seperti depth testing, pencahayaan (lighting), normalisasi, dan material warna, dan memanggil `loadBMP` untuk memuat file BMP dan menyimpan ID-nya ke `textureId`.

```
void initRendering() {
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
    glEnable(GL_LIGHTING);
    glEnable(GL_LIGHT0);
    glEnable(GL_NORMALIZE);
    glEnable(GL_COLOR_MATERIAL);
    Image* image = loadBMP("852.bmp");
    textureId = loadTexture(image);
    delete image;
}
```

- `drawScene()` merupakan fungsi utama untuk menggambar kubus 3D yang akan ditampilkan.

```
void drawScene() {
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
glLoadIdentity();
glTranslatef(0.0f, 0.0f, -20.0f);

GLfloat ambientLight[] = { 0.3f, 0.3f, 0.3f, 1.0f };
glLightModelfv(GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, ambientLight);
GLfloat lightColor[] = { 0.7f, 0.7f, 0.7f, 1.0f };
GLfloat lightPos[] = { -2 * BOX_SIZE, BOX_SIZE, 4 * BOX_SIZE, 1.0f};
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, lightColor);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, lightPos);

glRotatef(-angle, 1.0f, 1.0f, 0.0f);

glBegin(GL_QUADS);

glColor3f(1.0f, 1.0f, 0.0f);
glNormal3f(0.0, 1.0f, 0.0f);
glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);

glColor3f(1.0f, 0.0f, 1.0f);
glNormal3f(0.0, -1.0f, 0.0f);
glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);

glNormal3f(-1.0, 0.0f, 0.0f);
glColor3f(0.0f, 1.0f, 1.0f);
glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);
glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);

glNormal3f(1.0, 0.0f, 0.0f);
glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
glVertex3f(BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glColor3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);
glVertex3f(BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glVertex3f(BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glEnd();

glEnable(GL_TEXTURE_2D);
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, textureId);
glColor3f(1.0f, 1.0f, 1.0f);
glBegin(GL_QUADS);

glNormal3f(0.0, 0.0f, 1.0f);
glTexCoord2f(0.0f, 0.0f); glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glTexCoord2f(1.0f, 0.0f); glVertex3f(BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glTexCoord2f(1.0f, 1.0f); glVertex3f(BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);
glTexCoord2f(0.0f, 1.0f); glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2);

glNormal3f(0.0, 0.0f, -1.0f);
glTexCoord2f(0.0f, 0.0f); glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glTexCoord2f(1.0f, 0.0f); glVertex3f(-BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glTexCoord2f(1.0f, 1.0f); glVertex3f(BOX_SIZE / 2, BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glTexCoord2f(0.0f, 1.0f); glVertex3f(BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2, -BOX_SIZE / 2);
glEnd();
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

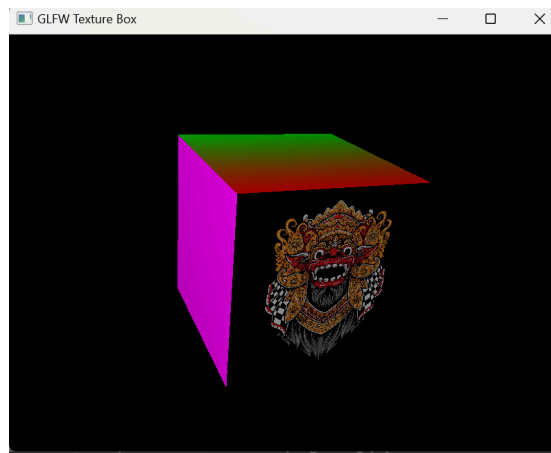
Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
glDisable(GL_TEXTURE_2D);  
}
```

- Cara kerja: gambar (852.bmp) dibaca melalui loadBMP (dalam file `imageloader.cpp`) -> data gambar diubah menjadi tekstur OpenGL melalui `loadTexture` -> gambar kubus dengan dua sisi kubus (depan & belakang) diberi koordinat tekstur (`glTexCoord2f`) dan digambar menggunakan `glVertex3f` -> sisi kubus akan tampak seperti dilapisi gambar.

- Hasil akhir:



2. Penjelasan main.cpp (Bayangan)

Program bertujuan untuk menampilkan sebuah objek 3D (kerucut) dan bayangannya menggunakan OpenGL. Bayangan dihitung secara manual menggunakan matriks proyeksi bayangan.

- `draw()` menggambar objek utama berbentuk kerucut menggunakan `gluCylinder`.

```
void draw() {  
    GLUquadric* quadric = gluNewQuadric();  
    gluQuadricDrawStyle(quadric, GLU_FILL);  
    gluCylinder(quadric, 20.0, 0.0, 50.0, 40, 50);  
    gluDeleteQuadric(quadric);  
}
```

- `glShadowProjection()` merupakan fungsi inti bayangan.

```
void glShadowProjection(float *l, float *e, float *n) {  
    float d, c;  
    float mat[16];  
    d = n[0]*l[0] + n[1]*l[1] + n[2]*l[2];  
    c = e[0]*n[0] + e[1]*n[1] + e[2]*n[2] - d;  
  
    mat[0] = l[0]*n[0]+c;  
    mat[4] = n[1]*l[0];  
    mat[8] = n[2]*l[0];
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
mat[12] = -l[0]*c-l[0]*d;
mat[1] = n[0]*l[1];
mat[5] = l[1]*n[1]+c;
mat[9] = n[2]*l[1];
mat[13] = -l[1]*c-l[1]*d;
mat[2] = n[0]*l[2];
mat[6] = n[1]*l[2];
mat[10] = l[2]*n[2]+c;
mat[14] = -l[2]*c-l[2]*d;
mat[3] = n[0];
mat[7] = n[1];
mat[11] = n[2];
mat[15] = -d;
glMultMatrixf(mat);
}
```

- render() merupakan fungsi utama untuk menggambar frame. Fungsi menggambar titik sumber cahaya, menggambar lantai, menggambar kerucut, mengaktifkan matriks bayangan (glShadowProjection), lalu menggambar ulang kerucut untuk menghasilkan bayangan.

```
void render() {
    glClearColor(0.0, 0.6, 0.9, 0.0);
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, l);

    glDisable(GL_LIGHTING);
    glColor3f(1.0, 1.0, 0.0);
    glPointSize(5.0f);
    glBegin(GL_POINTS);
    glVertex3f(l[0], l[1], l[2]);
    glEnd();

    glColor3f(0.8, 0.8, 0.8);
    glBegin(GL_QUADS);
    glNormal3f(0.0, 1.0, 0.0);
    glVertex3f(-1300.0, e[1]-0.1, 1300.0);
    glVertex3f(1300.0, e[1]-0.1, 1300.0);
    glVertex3f(1300.0, e[1]-0.1, -1300.0);
    glVertex3f(-1300.0, e[1]-0.1, -1300.0);
    glEnd();

    glPushMatrix();
    glRotatef(ry, 0, 1, 0);
    glRotatef(rx, 1, 0, 0);
    glEnable(GL_LIGHTING);
    glColor3f(0.0, 0.0, 0.8);
    draw();
    glPopMatrix();

    glPushMatrix();
    glShadowProjection(l, e, n);
    glRotatef(ry, 0, 1, 0);
    glRotatef(rx, 1, 0, 0);
    glDisable(GL_LIGHTING);
    glColor3f(0.4, 0.4, 0.4);
    draw();
    glPopMatrix();
}
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

- keypress() menangani input keyboard untuk menggeser posisi sumber cahaya.

```
void keypress(GLFWwindow* window, int key, int scancode, int action, int mods) {
    if (action == GLFW_PRESS || action == GLFW_REPEAT) {
        switch (key) {
            case GLFW_KEY_ESCAPE:
                glfwSetWindowShouldClose(window, GLFW_TRUE);
                break;
            case GLFW_KEY_S:
                l[1] -= 5.0;
                break;
            case GLFW_KEY_W:
                l[1] += 5.0;
                break;
            case GLFW_KEY_A:
                l[0] -= 5.0;
                break;
            case GLFW_KEY_D:
                l[0] += 5.0;
                break;
            case GLFW_KEY_Q:
                l[2] -= 5.0;
                break;
            case GLFW_KEY_E:
                l[2] += 5.0;
                break;
            case GLFW_KEY_H:
                help();
                break;
        }
    }
}
```

- idle() melakukan rotasi rx dan ry untuk memutar objek dan bayangannya terus-menerus.

```
void idle(GLFWwindow* window) {
    rx += 0.1;
    ry += 0.1;
    render();
    glfwSwapBuffers(window);
}
```

- resize() mengatur ulang viewport dan proyeksi perspektif ketika jendela diubah ukurannya.

```
void resize(GLFWwindow* window, int width, int height) {
    glViewport(0, 0, width, height);
    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    gluPerspective(60.0f, (float)width/(float)height, 1.0f, 400.0f);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
}
```

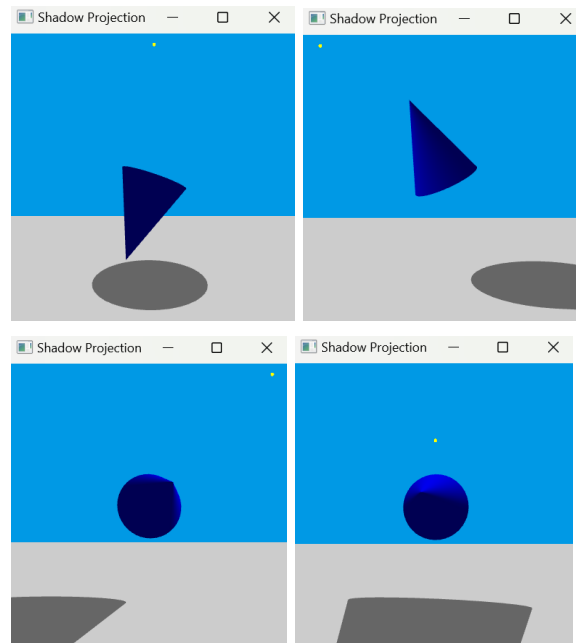
- Hasil akhir:

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek



3. Penjelasan main.cpp untuk menendang bola/mempengaruhi objek (Interaksi Antar Objek)
Program bertujuan untuk mensimulasikan interaksi objek dalam OpenGL, yaitu animasi menendang bola menggunakan kaki yang dapat bergerak.

- init() mengaktifkan depth buffer, membuat quadric object berbentuk bola, dan mengatur agar memiliki normal & bisa diberi tekstur.

```
void init() {  
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);  
    glPolygonMode(GL_FRONT_AND_BACK, GL_FILL);  
    IDquadric = gluNewQuadric();  
    gluQuadricNormals(IDquadric, GLU_SMOOTH);  
    gluQuadricTexture(IDquadric, GL_TRUE);  
}
```

- reshape() mengatur ulang aspek rasio dan tampilan proyeksi 3D saat jendela berubah ukuran.

```
void reshape(GLFWwindow* window, int w1, int h1) {  
    if (h1 == 0) h1 = 1;  
    w = w1;  
    h = h1;  
    ratio = 1.0f * w / h;  
  
    glMatrixMode(GL_PROJECTION);  
    glLoadIdentity();  
    glViewport(0, 0, w, h);  
    gluPerspective(45, ratio, 0.1, 1000);  
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);  
    glLoadIdentity();  
    gluLookAt(x, y, z, x + lx, y + ly, z + lz, 0.0f, 1.0f, 0.0f);  
}
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
}
```

- orientMe() mengatur arah kamera berdasarkan angle.

```
void orientMe(float ang) {  
    lx = sin(ang/10);  
    lz = -cos(ang/10);  
    glLoadIdentity();  
    gluLookAt(x, y, z, x + lx, y + ly, z + lz, 0.0f, 1.0f, 0.0f);  
}
```

- moveMeFlat() memindahkan posisi kamera secara datar mengikuti arah pandang.

```
void moveMeFlat(int i) {  
    x = x + i*(lx)*0.1f;  
    z = z + i*(lz)*0.1f;  
    glLoadIdentity();  
    gluLookAt(x, y, z, x + lx, y + ly, z + lz, 0.0f, 1.0f, 0.0f);  
}
```

- keyCallback() mengatur interaksi input dari keyboard terhadap objek.

```
void keyCallback(GLFWwindow* window, int key, int scancode, int action, int mods) {  
    if (action == GLFW_PRESS || action == GLFW_REPEAT) {  
        switch (key) {  
            case GLFW_KEY_W: rotAngleX += 2; break;  
            case GLFW_KEY_S: rotAngleX -= 2; break;  
            case GLFW_KEY_A: rotAngleY += 2; break;  
            case GLFW_KEY_D: rotAngleY -= 2; break;  
            case GLFW_KEY_Q: rotAngleZ += 2; break;  
            case GLFW_KEY_E: rotAngleZ -= 2; break;  
            case GLFW_KEY_O:  
                posXKaki -= 1;  
                if (posXBola < -2.9f) posXBola += 1;  
                break;  
            case GLFW_KEY_P:  
                posXKaki += 1;  
                posXBola -= 1;  
                break;  
            case GLFW_KEY_K: kick = 1; break;  
            case GLFW_KEY_SPACE:  
                rotAngleX = rotAngleY = rotAngleZ = 0;  
                posXKaki = 10; posXBola = -10; posYKaki = 6; posYBola = -5;  
                rotKaki = kick = roll = 0;  
                break;  
            case GLFW_KEY_ESCAPE: glfwSetWindowShouldClose(window, GLFW_TRUE); break;  
        }  
    }  
}
```

- specialKeyCallback() mengatur pergerakan kamera sesuai input dari keyboard.

```
void specialKeyCallback(GLFWwindow* window, int key, int scancode, int action, int mods) {  
    if (action == GLFW_PRESS) {  
        switch (key) {  
            case GLFW_KEY_UP: deltaMove = 1; break;  
            case GLFW_KEY_DOWN: deltaMove = -1; break;  
            case GLFW_KEY_LEFT: deltaAngle = -0.01f; break;  
            case GLFW_KEY_RIGHT: deltaAngle = 0.01f; break;  
        }  
    }  
}
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
else if (action == GLFW_RELEASE) {
    switch (key) {
        case GLFW_KEY_UP: if (deltaMove > 0) deltaMove = 0; break;
        case GLFW_KEY_DOWN: if (deltaMove < 0) deltaMove = 0; break;
        case GLFW_KEY_LEFT: if (deltaAngle < 0.0f) deltaAngle = 0.0f; break;
        case GLFW_KEY_RIGHT: if (deltaAngle > 0.0f) deltaAngle = 0.0f; break;
    }
}
```

- lighting() mengatur pencahayaan dan material objek agar terlihat realistis.

```
void lighting() {
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
    glDepthFunc(GL_LESS);
    glEnable(GL_LIGHT0);
    glEnable(GL_NORMALIZE);
    glEnable(GL_COLOR_MATERIAL);
    glEnable(GL_LIGHTING);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light_ambient);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light_diffuse);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light_specular);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, high_shininess);
}
```

- Grid() menampilkan lantai 3D.

```
void Grid() {
    double i;
    const float Z_MIN = -50, Z_MAX = 50;
    const float X_MIN = -50, X_MAX = 50;
    const float gap = 2;
    glColor3f(0.5f, 0.5f, 0.5f);
    glBegin(GL_LINES);
    for (i = Z_MIN; i < Z_MAX; i += gap) {
        glVertex3f(i, 0, Z_MIN);
        glVertex3f(i, 0, Z_MAX);
    }
    for (i = X_MIN; i < X_MAX; i += gap) {
        glVertex3f(X_MIN, 0, i);
        glVertex3f(X_MAX, 0, i);
    }
    glEnd();
}
```

- Balok() menggambar bentuk balok (kaki) dengan panjang, lebar, dan tinggi tertentu.

```
void Balok(float panjang, float lebar, float tinggi) {
    glPushMatrix();
    float p = panjang/2;
    float l = lebar/2;
    float t = tinggi/2;

    // Front face
    glBegin(GL_QUADS);
    glVertex3f(-p, 0, l);
```


Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
glVertex3f(p, 0, 1);
glVertex3f(p, -t*2, 1);
glVertex3f(-p, -t*2, 1);
glEnd();

// Back face
glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-p, 0, -1);
glVertex3f(p, 0, -1);
glVertex3f(p, -t*2, -1);
glVertex3f(-p, -t*2, -1);
glEnd();

// Top face
glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-p, 0, -1);
glVertex3f(p, 0, -1);
glVertex3f(p, 0, 1);
glVertex3f(-p, 0, 1);
glEnd();

// Bottom face
glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-p, -t*2, -1);
glVertex3f(p, -t*2, -1);
glVertex3f(p, -t*2, 1);
glVertex3f(-p, -t*2, 1);
glEnd();

// Right face
glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-p, -t*2, -1);
glVertex3f(-p, -t*2, 1);
glVertex3f(-p, 0, 1);
glVertex3f(-p, 0, -1);
glEnd();

// Left face
glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(p, -t*2, -1);
glVertex3f(p, -t*2, 1);
glVertex3f(p, 0, 1);
glVertex3f(p, 0, -1);
glEnd();
glPopMatrix();
}
```

- pergerakanKaki() mengatur animasi kaki saat menendang.
kick = 1 -> mengangkat kaki
kick = 2 -> menurunkan kaki, jika menyentuh bola maka roll = 1
kick = 3 -> mengembalikan kaki ke posisi awal

```
void pergerakanKaki() {
    if (kick == 1) {
        if (rotKaki <= 45) rotKaki += 0.03f;
        if (rotKaki > 44.9f) kick = 2;
    }

    if (posXBola > -2.9f) touch = 1;
    else if (posXBola < -12) touch = 0;
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
if (kick == 2) {
    if (rotKaki >= -90) {
        rotKaki -= 0.2f;
        if (rotKaki < 1 && touch == 1) roll = 1;
    }
    if (rotKaki < -90) kick = 3;
}
if (kick == 3) {
    if (rotKaki <= 0) rotKaki += 0.05f;
    if (rotKaki > -1) kick = 0;
}
}
```

- pergerakanBola() mengatur pergerakan bola. Jika roll = 1, bola bergerak ke kiri sejauh jarak tertentu.

```
void pergerakanBola() {
    if (roll == 1) {
        if (jarak > 0) {
            posXBola -= 0.03f;
            jarak -= 0.01f;
        }
        if (jarak < 0) {
            roll = 0;
            jarak = 1;
        }
    }
}
```

- Object() menggambar objek kaki dan bola dan menggunakan pergerakanKaki() dan pergerakanBola() untuk animasi.

```
void Object() {
    glPushMatrix();
    glTranslatef(posXKaki, posYKaki, 0);

    glPushMatrix();
    pergerakanKaki();
    glRotatef(rotKaki, 0, 0, 1);
    glColor3f(1, 1, 1);
    Balok(2, 3, 6);
    glPopMatrix();

    glPushMatrix();
    pergerakanBola();
    glColor3f(0.8f, 0.4f, 0.0f);
    glTranslatef(posXBola, posYBola, 0);
    gluSphere(IDquadric, 1.0, 20, 20);
    glPopMatrix();

    glPopMatrix();
}
```

- display() mengatur kamera jika digeser/dirotasi, memanggil Grid() dan Object(), dan melakukan swap buffer.

```
void display(GLFWwindow* window) {
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
if (deltaMove) moveMeFlat(deltaMove);
if (deltaAngle) {
    angle += deltaAngle;
    orientMe(angle);
}

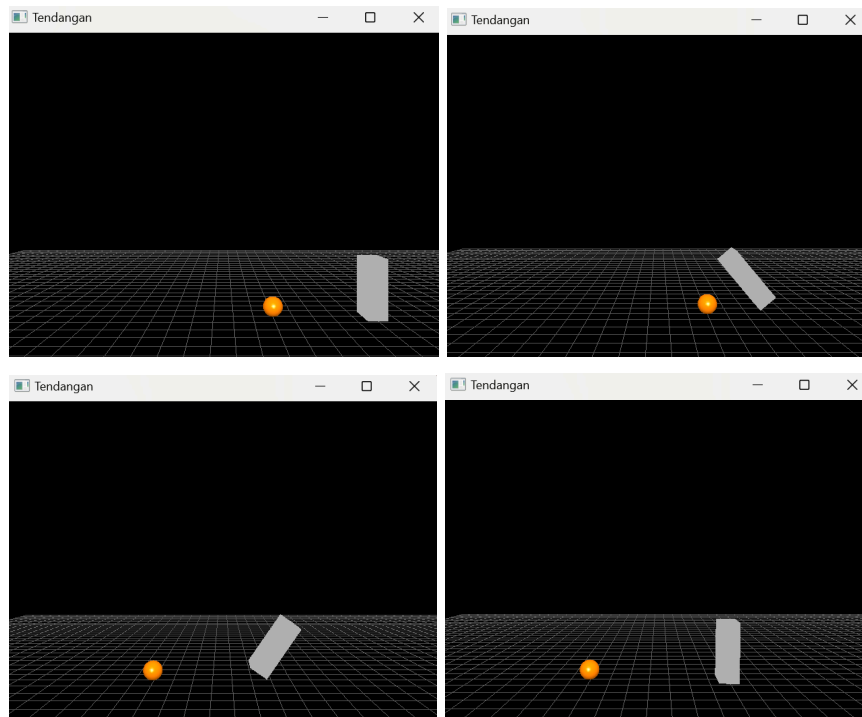
glPushMatrix();
glRotated(rotAngleX, 1, 0, 0);
glRotated(rotAngleY, 0, 1, 0);
glRotated(rotAngleZ, 0, 0, 1);

Grid();
Object();

glPopMatrix();

glfwSwapBuffers(window);
}
```

- Hasil akhir:



4. Penjelasan main.cpp untuk memegang objek (Interaksi Antar Objek)

Program bertujuan untuk mensimulasikan karakter yang dapat mengangkat dan menurunkan sebuah kotak.

- `init()` melakukan enable depth dan setup quadric bola.

```
void init(void) {
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
    glPolygonMode(GL_FRONT_AND_BACK, GL_FILL);
    IDquadric = gluNewQuadric();
}
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
gluQuadricNormals(IDquadric, GLU_SMOOTH);
gluQuadricTexture(IDquadric, GL_TRUE);
}
```

- reshape() mengatur perspektif dan viewport saat window berubah.

```
void reshape(GLFWwindow* window, int w1, int h1) {
    if (h1 == 0) h1 = 1;
    w = w1;
    h = h1;
    ratio = 1.0f * w / h;

    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    gluPerspective(45, ratio, 0.1, 1000);
    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();
    gluLookAt(x, y, z, x + lx, y + ly, z + lz, 0.0f, 1.0f, 0.0f);
}
```

- orientMe() mengatur arah kamera berdasarkan angle.

```
void orientMe(float ang) {
    lx = sin(ang/10);
    lz = -cos(ang/10);
    glLoadIdentity();
    gluLookAt(x, y, z, x + lx, y + ly, z + lz, 0.0f, 1.0f, 0.0f);
}
```

- moveMeFlat() memindahkan posisi kamera secara datar mengikuti arah pandang.

```
void moveMeFlat(int i) {
    x = x + i*(lx)*0.1f;
    z = z + i*(lz)*0.1f;
    glLoadIdentity();
    gluLookAt(x, y, z, x + lx, y + ly, z + lz, 0.0f, 1.0f, 0.0f);
}
```

- keyCallback() mengatur interaksi input dari keyboard terhadap objek.

W/S/A/D/Q/E mengatur rotasi tampilan

O/P mengatur posisi badan ke kiri/kanan

G memulai gerakan tangan mengambil kotak

T memulai gerakan menjatuhkan kotak

SPACE me-reset posisi seluruh objek

```
void keyCallback(GLFWwindow* window, int key, int scancode, int action, int mods) {
    if (action == GLFW_PRESS || action == GLFW_REPEAT) {
        switch (key) {
            case GLFW_KEY_W: rotAngleX += 2; break;
            case GLFW_KEY_S: rotAngleX -= 2; break;
            case GLFW_KEY_A: rotAngleY += 2; break;
            case GLFW_KEY_D: rotAngleY -= 2; break;
            case GLFW_KEY_Q: rotAngleZ += 2; break;
            case GLFW_KEY_E: rotAngleZ -= 2; break;
            case GLFW_KEY_O:
                if (drop == 0) {
                    if (posXBadan > 4) {
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
        posXBadan -= 1;
        if (bring == 1) posXKotak -= 1;
    }
}
else {
    if (posXBadan > posXKotak + 3) {
        posXBadan -= 1;
    }
}
break;
case GLFW_KEY_P:
    posXBadan += 1;
    if (bring == 1) posXKotak += 1;
    break;
case GLFW_KEY_G: gerakTangan = 1; break;
case GLFW_KEY_T:
    if (posXBadan >= 8) {
        drop = 1;
        gerakTangan = 3;
    }
    break;
case GLFW_KEY_SPACE:
    rotAngleX = rotAngleY = rotAngleZ = 0;
    posXBadan = 10; posXKotak = 0; posYBadan = 7; posYKotak = 6;
    rotTangan1 = rotTangan2 = rotTangan3 = rotTangan4 = kick = roll = gerakTangan =
drop = hit = bring = grab = 0;
    break;
case GLFW_KEY_ESCAPE: glfwSetWindowShouldClose(window, GLFW_TRUE); break;
}
}
}
```

- specialKeyCallback() mengatur pergerakan kamera sesuai input dari keyboard.

```
void specialKeyCallback(GLFWwindow* window, int key, int scancode, int action, int mods) {
    if (action == GLFW_PRESS) {
        switch (key) {
            case GLFW_KEY_UP: deltaMove = 1; break;
            case GLFW_KEY_DOWN: deltaMove = -1; break;
            case GLFW_KEY_LEFT: deltaAngle = -0.01f; break;
            case GLFW_KEY_RIGHT: deltaAngle = 0.01f; break;
        }
    }
    else if (action == GLFW_RELEASE) {
        switch (key) {
            case GLFW_KEY_UP: if (deltaMove > 0) deltaMove = 0; break;
            case GLFW_KEY_DOWN: if (deltaMove < 0) deltaMove = 0; break;
            case GLFW_KEY_LEFT: if (deltaAngle < 0.0f) deltaAngle = 0.0f; break;
            case GLFW_KEY_RIGHT: if (deltaAngle > 0.0f) deltaAngle = 0.0f; break;
        }
    }
}
```

- lighting() mengatur pencahayaan dan material objek agar terlihat realistis.

```
void lighting() {
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
    glDepthFunc(GL_LESS);
    glEnable(GL_LIGHT0);
    glEnable(GL_NORMALIZE);
    glEnable(GL_COLOR_MATERIAL);
}
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
glEnable(GL_LIGHTING);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light_ambient);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light_diffuse);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light_specular);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, high_shininess);
}
```

- Grid() dan Grid2() menampilkan lantai 3D.

```
void Grid() {
    double i;
    const float Z_MIN = -50, Z_MAX = 50;
    const float X_MIN = -50, X_MAX = 50;
    const float gap = 2;

    glColor3f(0.5f, 0.5f, 0.5f);
    glBegin(GL_LINES);
    for (i = Z_MIN; i < Z_MAX; i += gap) {
        glVertex3f(i, 0, Z_MIN);
        glVertex3f(i, 0, Z_MAX);
    }
    for (i = X_MIN; i < X_MAX; i += gap) {
        glVertex3f(X_MIN, 0, i);
        glVertex3f(X_MAX, 0, i);
    }
    glEnd();
}

void Grid2() {
    glColor3f(1.0f, 1.0f, 1.0f);
    glBegin(GL_QUADS);
    glVertex3f(-50, 0, 50);
    glVertex3f(-50, 0, -50);
    glVertex3f(50, 0, -50);
    glVertex3f(50, 0, 50);
    glEnd();
}
```

- Balok() menggambar bentuk balok dengan panjang, lebar, dan tinggi tertentu.

```
void Balok(float panjang, float lebar, float tinggi) {
    glPushMatrix();
    float p = panjang/2;
    float l = lebar/2;
    float t = tinggi/2;

    glBegin(GL_QUADS);
    glVertex3f(-p, 0, l);
    glVertex3f(p, 0, l);
    glVertex3f(p, -t*2, l);
    glVertex3f(-p, -t*2, l);
    glEnd();

    glBegin(GL_QUADS);
    glVertex3f(-p, 0, -l);
    glVertex3f(p, 0, -l);
    glVertex3f(p, -t*2, -l);
    glVertex3f(-p, -t*2, -l);
    glEnd();
}
```

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
glVertex3f(-p, -t*2, -1);
glEnd();

glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-p, 0, -1);
glVertex3f(p, 0, -1);
glVertex3f(p, 0, 1);
glVertex3f(-p, 0, 1);
glEnd();

glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-p, -t*2, -1);
glVertex3f(p, -t*2, -1);
glVertex3f(p, -t*2, 1);
glVertex3f(-p, -t*2, 1);
glEnd();

glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(-p, -t*2, -1);
glVertex3f(-p, -t*2, 1);
glVertex3f(-p, 0, 1);
glVertex3f(-p, 0, -1);
glEnd();

glBegin(GL_QUADS);
glVertex3f(p, -t*2, -1);
glVertex3f(p, -t*2, 1);
glVertex3f(p, 0, 1);
glVertex3f(p, 0, -1);
glEnd();

glPopMatrix();
}
```

- perubahanKotak() mengatur pergerakan objek kotak yang diambil. Jika drop = 1 dan grab = 1, maka kita sedang menjatuhkan kotak. posYKotak dikurangi secara perlahan hingga 0 (menyentuh lantai) dan jika kotak sudah sampai lantai, bring, hit, dan grab direset menjadi 0.

```
void perubahanKotak() {
    if (drop == 1 && grab == 1) {
        if (posYKotak >= 3) {
            posYKotak -= 0.01f;
        }
        if (posYKotak < 3) {
            bring = 0;
            hit = 0;
            grab = 0;
        }
    }
}
```

- pengubahTangan() mengatur pergerakan tangan untuk mengangkat kotak. gerakTangan = 1 -> tangan turun
gerakTangan = 2 -> tangan buka ke samping, jika posisi badan pas (hit == 1), grab = 1

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

gerakTangan = 3 -> tangan kembali, melepas objek

gerakTangan = 4 -> tangan kembali ke posisi awal

```
void pengubahTangan() {
    if (posXBadan != 4) {
        hit = 0;
    }
    else {
        hit = 1;
    }

    if (hit == 1 && grab == 1) {
        bring = 1;
    }

    if (gerakTangan == 1) {
        if (rotTangan1 >= -90) {
            rotTangan1 -= 0.1f;
        }
        if (rotTangan1 < -90) {
            gerakTangan = 2;
        }
    }

    if (gerakTangan == 2) {
        if (rotTangan2 >= -90) {
            rotTangan2 -= 0.1f;
        }
        if (rotTangan2 < -90 && hit == 1) {
            grab = 1;
        }
    }

    if (gerakTangan == 3) {
        if (rotTangan2 <= 0) {
            rotTangan2 += 0.1f;
        }
        if (rotTangan2 > 0) {
            gerakTangan = 4;
        }
    }

    if (gerakTangan == 4) {
        if (rotTangan1 <= 0) {
            rotTangan1 += 0.1f;
        }
        if (rotTangan1 > 0) {
            gerakTangan = 0;
        }
    }
}
```

- Object() menggambar objek kotak, karakter yang memiliki badan dan dua lengan yang menggunakan rotTangan1 dan rotTangan2 untuk animasi.

```
void Object() {
    glPushMatrix();
    glColor3f(0.1f, 0.1f, 0.2f);
    glTranslatef(0, 3, 0);
    Balok(5, 5, 3);
    glPopMatrix();
}
```


Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

```
glPushMatrix();
perubahKotak();
glColor3f(0.8f, 0.3f, 0.3f);
glTranslatef(posXKotak, posYKotak, 0);
Balok(3, 3, 3);
glPopMatrix();

glPushMatrix();
pengubahTangan();
glColor3f(0.3f, 0.3f, 0.8f);
glTranslatef(posXBadan, posYBadan, 0);
Balok(3, 3, 7);

glPushMatrix();
glColor3f(0.2f, 0.5f, 0.2f);
glTranslatef(0, -2, 2.5f);
glRotatef(rotTangan1, 1, 0, 0);
glRotatef(rotTangan2, 0, 0, 1);
Balok(2, 2, 4);
glPopMatrix();

glPushMatrix();
glColor3f(0.2f, 0.5f, 0.2f);
glTranslatef(0, -2, -2.5f);
glRotatef(-rotTangan1, 1, 0, 0);
glRotatef(rotTangan2, 0, 0, 1);
Balok(2, 2, 4);
glPopMatrix();

glPopMatrix();
}
```

- display() mengatur kamera jika digeser/dirotasi, memanggil Grid(), Grid2() dan Object(), dan melakukan swap buffer.

```
void display(GLFWwindow* window) {
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    if (deltaMove) moveMeFlat(deltaMove);
    if (deltaAngle) {
        angle += deltaAngle;
        orientMe(angle);
    }

    glPushMatrix();
    glRotated(rotAngleX + 10, 1, 0, 0);
    glRotated(rotAngleY, 0, 1, 0);
    glRotated(rotAngleZ, 0, 0, 1);

    Grid();
    Grid2();
    Object();

    glPopMatrix();

    glfwSwapBuffers(window);
}
```

- Hasil akhir:

Nama: Tsuraya Olivia

NIM: 24060123130114

Lab: GKV E1

Tugas Praktikum 6 - Tekstur dengan Gambar, Bayangan, Interaksi Antar Objek

