

SKRIPSI

APLIKASI PRATINJAU 3 DIMENSI BERBASIS WEB



Nancy Valentina

NPM: 2014730049

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
«tahun»

UNDERGRADUATE THESIS

«JUDUL BAHASA INGGRIS»



Nancy Valentina

NPM: 2014730049

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**

«tahun»

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI PRATINJAU 3 DIMENSI BERBASIS WEB

Nancy Valentina

NPM: 2014730049

Bandung, «tanggal» «bulan» «tahun»

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Pascal Alfadian, M.Comp.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

«penguji 1»

«penguji 2»

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

APLIKASI PRATINJAU 3 DIMENSI BERBASIS WEB

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal «tanggal» «bulan» «tahun»

Meterai Rp. 6000

Nancy Valentina
NPM: 2014730049

ABSTRAK

«Tuliskan abstrak anda di sini, dalam bahasa Indonesia»

 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Kata-kata kunci: «Tuliskan di sini kata-kata kunci yang anda gunakan, dalam bahasa Indonesia»

ABSTRACT

«Tuliskan abstrak anda di sini, dalam bahasa Inggris»

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Keywords: «Tuliskan di sini kata-kata kunci yang anda gunakan, dalam bahasa Inggris»

«kepada siapa anda mempersembahkan skripsi ini...?»

KATA PENGANTAR

«Tuliskan kata pengantar dari anda di sini ... »

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Bandung, «bulan» «tahun»

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 WebGL	5
2.2 Pustaka Three.js	9
2.2.1 Objek Umum Dalam 3 Dimensi	9
2.2.2 Objek Spesifik Pustaka Three.js	22
2.3 Aplikasi Blender	39
3 ANALISIS	41
3.1 Analisis Pemodelan Properti Kelas	41
3.2 Analisis pemanfaatan pustaka Three.js	41
3.2.1 Panggung	41
3.2.2 Cahaya	43
3.2.3 Warna	43
3.2.4 Kamera	44
3.2.5 Kontrol Kamera	44
3.2.6 Pembangun WebGL	44
3.2.7 Pemuat	44
3.2.8 Material	45
3.2.9 Jala	46
3.2.10 Geometri	46
3.2.11 Vektor 3 Dimensi	47
3.3 Analisis Penggunaan WebGL	47
4 PERANCANGAN	49
4.1 Perancangan Struktur Web	49
4.2 Perancangan Antarmuka	51
4.2.1 Rancangan Antarmuka Masukan	52

4.2.2	Rancangan Antarmuka Keluaran	53
4.3	Perancangan Fitur yang Akan Diimplementasikan	53
4.3.1	Fitur Mengganti Tekstur Warna Dinding Ruangan Kelas	54
4.3.2	Fitur Mengganti Tekstur Warna Lantai Ruangan Kelas	55
4.3.3	Fitur Unggah berkas JSON untuk Mengganti Informasi Ruangan Kelas	55
4.3.4	Fitur Mengganti Pilihan Tekstur Warna Dinding Ruangan Kelas	62
4.3.5	Fitur Mengganti Pilihan Tekstur Warna Lantai Ruangan Kelas	63
4.3.6	Fitur Menghasilkan Cetakan Ruangan Kelas	64
4.4	Perancangan Pengujian Fungsional	65
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	67
5.1	Lingkungan untuk Implementasi dan Pengujian	67
5.2	Implementasi	67
5.2.1	Kode Program	68
5.2.2	Tampilan	71
5.3	Pengujian Fungsional	71
5.3.1	Mengganti Tekstur Warna Dinding Ruangan Kelas	71
5.3.2	Mengganti Tekstur Warna Lantai Ruangan Kelas	72
5.3.3	Mengunggah Berkas JSON	73
5.3.4	Mengganti Pilihan Tekstur Warna Dinding untuk Ruangan Kelas	117
5.3.5	Mengganti Pilihan Tekstur Warna Lantai untuk Ruangan Kelas	122
5.3.6	Hasil Cetakan Berhasil Mengambil Gambar Ruangan Kelas	127
6	KESIMPULAN DAN SARAN	129
6.1	Kesimpulan	129
6.2	Saran	129

DAFTAR GAMBAR

1.1	ruangan perkuliahan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains (1)	2
1.2	ruangan perkuliahan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains (2)	2
3.1	Meja sederhana yang selesai dibentuk namun belum diberi tekstur	42
3.2	Pembukaan setiap bagian permukaan dari model meja dosen hingga menjadi satu permukaan datar	42
3.3	Hasil akhir pemodelan properti meja dosen	43
4.1	Rancangan antarmuka secara keseluruhan.	51
4.2	Rancangan antarmuka masukan.	52
4.3	Rancangan antarmuka keluaran.	53
4.4	<i>Use case diagram.</i>	54
5.1	Tampilan akhir dari web.	71
5.2	hasil pengujian mengganti tekstur warna dinding.	72
5.3	Hasil pengujian mengganti tekstur warna lantai.	72
5.4	Hasil pengujian pemodelan suasana ujian di ruangan kelas.	77
5.5	Hasil pengujian pemodelan suasana saat kosong tanpa properti apapun.	80
5.6	Hasil pengujian pemodelan suasana saat kuliah di ruangan kelas.	85
5.7	Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas tanpa pendingin.	90
5.8	Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas hanya dengan satu kursi.	92
5.9	Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas dengan dua meja dosen	97
5.10	Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas tanpa meja dosen.	102
5.11	Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas berbentuk persegi.	107
5.12	Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas memanjang.	112
5.13	Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas dengan luar ruangan berwarna hitam. .	117
5.14	Hasil pengujian mengganti pilihan tekstur dinding.	122
5.15	Hasil pengujian mengganti pilihan tekstur lantai.	127
5.16	Hasil pengujian pratinjau hasil cetak pemodelan ruangan kelas.	128

DAFTAR TABEL

4.1	Keterangan <i>use case</i> mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas.	54
4.2	Skenario <i>use case</i> mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas.	54
4.3	Keterangan <i>use case</i> mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas.	55
4.4	Skenario <i>use case</i> mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas.	55
4.5	Keterangan <i>use case</i> unggah berkas JSON.	61
4.6	Skenario <i>use case</i> unggah berkas JSON.	62
4.7	Keterangan <i>use case</i> mengganti pilihan tekstur warna dinding.	62
4.8	Skenario <i>use case</i> unggah berkas JSON.	63
4.9	Keterangan <i>use case</i> mengganti pilihan tekstur warna lantai.	63
4.10	Skenario <i>use case</i> unggah berkas JSON.	64
4.11	Keterangan <i>use case</i> menghasilkan cetakan ruangan kelas.	64
4.12	Skenario <i>use case</i> menghasilkan cetakan ruangan kelas.	64
5.1	Lingkungan perangkat keras pertama.	67
5.2	Lingkungan perangkat lunak pertama.	67
5.3	Lingkungan perangkat keras kedua.	68
5.4	Lingkungan perangkat lunak kedua.	68

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aplikasi pratinjau 3 dimensi merupakan sebuah perangkat lunak yang membantu pengguna untuk meninjau kembali desain dari produk yang ingin dihasilkan secara 3 dimensi, sebelum pengguna tersebut melakukan implementasi pembuatan produk. Kelebihan dari aplikasi ini adalah pengguna dapat melakukan peninjauan dari berbagai sudut pandang untuk memaksimalkan hasil dari implementasi pembuatan produk. Aplikasi pratinjau tiga dimensi juga memungkinkan pengguna untuk merubah desain dari produk, hal ini bertujuan agar dapat membantu pengguna memutuskan desain produk yang paling sesuai. Pada dasarnya aplikasi pratinjau tiga dimensi bertujuan untuk membantu pengguna agar terhindar dari hasil pembuatan produk yang tidak sesuai dengan ekspektasi pengguna.

Penggunaan teknologi *web* pada aplikasi 3 dimensi dapat memudahkan pengguna untuk melakukan akses aplikasi tanpa harus melakukan instalasi aplikasi namun hanya menggunakan *browser*. Kemudian aplikasi berbasis web juga ramah untuk berbagai lingkungan sistem operasi seperti Windows, Linux, dan Mac OS sehingga tidak membatasi cakupan penggunanya.

Pada skripsi ini, akan dibuat aplikasi pratinjau 3 dimensi berbasis web yang dapat memungkinkan pengguna untuk melakukan kustomisasi ruang belajar mengajar pada lingkungan perkuliahan. Melalui perangkat lunak ini, pengguna diharapkan dapat memiliki gambaran 3 dimensi mengenai ruangan belajar mengajar dengan komposisi warna dinding dan tekstur lantai yang tepat. Perangkat lunak akan dibuat dengan memanfaatkan WebGL dan pustaka Three.js. WebGL merupakan sebuah lintas platform, standar web bebas royalti untuk *Application Programming Interface* (API) grafis 3 dimensi level rendah yang berdasar dari OpenGL ES, terbuka untuk ECMAScript melalui elemen *canvas* HTML5. Sementara itu pustaka Three.js bertujuan membuat pustaka 3 dimensi yang mudah dan ringan untuk digunakan. Kemudian sebagai studi kasus, ruangan belajar mengajar yang akan digunakan untuk melakukan simulasi aplikasi pratinjau tiga dimensi berbasis *web* adalah salah satu ruangan perkuliahan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains. Ruangan tersebut dilengkapi dengan peralatan multimedia yang dapat menunjang pengajaran berbasis Teknologi Informasi seperti komputer, proyektor, serta koneksi internet yang dapat menunjang perkuliahan berbasis E-learning. Selain itu untuk menjamin kenyamanan selama perkuliahan, semua ruang kuliah dilengkapi pendingin udara.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini masalah-masalah yang dibahas dalam skripsi ini:

- Bagaimana ruangan kelas dan objek pendukung lainnya dapat direpresentasikan dalam WebGL?
- Bagaimana membuat tampilan responsif pada aplikasi agar terlihat bagus saat dicetak?



Gambar 1.1: ruangan perkuliahan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains (1)



Gambar 1.2: ruangan perkuliahan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains (2)

1.3 Tujuan

Berikut ini tujuan-tujuan yang ingin dicapai dalam penilitian ini:

- Membangun aplikasi yang dapat merepresentasikan ruangan dalam WebGL.
- Membangun tampilan aplikasi yang responsif sehingga terlihat bagus saat dicetak.

1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah dalam penilitian ini, yaitu:

1. Ruangan harus memiliki elemen lantai dan dinding.
2. Ruangan hanya dalam bentuk persegi atau persegi panjang.

1.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan untuk menyusun penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari standar WebGL sebagai *Application Programming Interface* untuk menampilkan grafis 3 dimensi pada *web browser*.
2. Mempelajari penggunaan Three.js sebagai *library* dari WebGL.
3. Memodelkan ruangan belajar mengajar secara 3 dimensi.
4. Melakukan analisis terhadap situs web yang akan dibangun.
5. Merancang tampilan situs web yang akan dibangun.
6. Mengimplementasikan situs web.
7. Melakukan pengujian terhadap situs web yang telah dibangun.
8. Menulis dokumen skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

Pembahasan dalam buku skripsi ini dilakukan secara sistematis sebagai berikut:

- Bab 1 Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penilitian, dan sistematika pembahasan.

- Bab 2 Landasan Teori

Berisi teori-teori dasar mengenai WebGL dan Three.js *library*.

- Bab 3 Analisis

Berisi analisis masalah dan solusi, studi kasus, perancangan perangkat lunak, diagram aktivitas, *use case* diagram, dan diagram paket.

- Bab 4 Perancangan

Berisi perancangan antarmuka dan diagram kelas.

- Bab 5 Implementasi

Berisi implementasi antarmuka perangkat lunak, implementasi menggunakan WebGL dan *library* Three.js, pengujian perangkat lunak yang telah dibangun, dan kesimpulan berdasarkan pengujian.

- Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian berikutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

Bab ini berisi penjelasan mengenai teori-teori yang menjadi dasar penelitian ini, seperti WebGL dan Three.js *library*.

2.1 WebGL

WebGL adalah sebuah Application Programming Interface (API) yang membangun objek 3 dimensi dengan mode langsung yang dirancang untuk *web*. WebGL diturunkan dari OpenGL ES 2.0, menyediakan fungsi pembangunan sejenis tetapi di dalam konteks HTML. WebGL dirancang sebagai konteks pembangunan objek pada elemen *canvas* HTML. *Canvas* pada HTML menyediakan suatu destinasi untuk pembangunan objek secara programatik pada halaman *web* dan memungkinkan menampilkan objek yang sedang dibangun menggunakan API pembangun objek yang berbeda [?]. Berikut ini merupakan *interfaces* dan fungsionalitas yang ada pada WebGL:

1. Types

Berikut ini merupakan tipe-tipe yang digunakan pada semua *interface* di bagian penjelasan selanjutnya. Kemudian dijelaskan juga alias untuk semua tipe yang ada pada WebGL.

```
typedef unsigned long    GLenum;
typedef boolean          GLboolean;
typedef unsigned long    GLbitfield;
typedef byte              GLbyte;
typedef short             GLshort;
typedef long              GLint;
typedef long              GLsizei;
typedef long long         GLintptr;
typedef long long         GLsizeiptr;
typedef octet             GLubyte;
typedef unsigned short    GLushort;
typedef unsigned long     GLuint;
typedef unrestricted float GLfloat;
typedef unrestricted float GLclampf;
```

Listing 2.1: Alias untuk tipe pada WebGL.

2. WebGLContextAttributes

WebGLContextAttributes merupakan kamus yang berisi atribut-atribut latar untuk menggambar yang diberikan melalui parameter kedua pada *getContext*. Berikut ini merupakan daftar nilai awal dari atribut pada *WebGLContextAttributes*, nilai awal ini akan digunakan apabila tidak ada parameter kedua yang diberikan kepada *getContext* atau jika objek pengguna yang tidak memiliki atribut pada namanya diberikan kepada *getContext*.

```
dictionary WebGLContextAttributes {
    GLboolean alpha = true;
    GLboolean depth = true;
    GLboolean stencil = false;
    GLboolean antialias = true;
    GLboolean premultipliedAlpha = true;
    GLboolean preserveDrawingBuffer = false;
    WebGLPowerPreference powerPreference = "default";
    GLboolean failIfMajorPerformanceCaveat = false;
};
```

Listing 2.2: Nilai awal pada *WebGLContextAttributes* saat tidak ada parameter kedua yang diberikan.

Berikut ini merupakan penjelasan setiap atribut pada *WebGLContextAttributes*

- *alpha*
Jika nilainya *true*, penyangga gambar telah memiliki *alpha channel* yang bertujuan untuk menampilkan operasi *alpha* destinasi OpenGL . Jika nilainya *false*, tidak ada penyangga *alpha* yang tersedia.
- *depth*
Jika nilainya *true*, penyangga gambar memiliki sebuah penyangga kedalaman yang setidaknya berisi 16 bits. Jika nilainya *false*, tidak ada penyangga kedalaman yang tersedia.
- *stencil*
Jika nilainya *true*, penyangga gambar memiliki penyangga stensil yang setidaknya berisi 8 bits. Jika nilainya *false*, tidak ada penyangga stensil yang tersedia.
- *antialias*
Jika nilainya *true* dan implementasinya mendukung *antialias* maka penyangga gambar akan menampilkan *antialias* menggunakan teknik yang dipilih dan kualitas. Jika nilainya *false* atau implementasi tidak mendukung *antialias* maka tidak ada *antialias* yang ditampilkan.
- *premultipliedAlpha*
Jika nilainya *true*, penyusun halaman akan mengasumsikan penyangga gambar memiliki warna dengan *premultiplied alpha*. Jika nilainya *false*, penyusun halaman akan mengasumsikan bahwa warna pada penyangga gambar bukan *premultiplied*.
- *preserveDrawingBuffer*
Jika nilainya *false* saat penyangga gambar mempresentasikan bagian dari penyangga gambar yang terdeskripsikan, konten-konten pada penyangga gambar akan dihapus ke nilai awalnya. Begitupun juga adengan elemen dari penyangga gambar seperti warna, kedalaman, dan stensil yang juga akan dihapus. Jika nilainya *true*, penyangga tidak akan dihapus dan akan mempresentasikan nilainya sampai nantinya dihapus atau ditulis kembali oleh penulisnya.
- *powerPreference*
Menyediakan petunjuk untuk agen pengguna yang mengindikasikan konfigurasi GPU yang cocok untuk konteks WebGL tersebut.
- *failIfMajorPerformanceCaveat*
Jika nilainya *true*, pembuatan konteks akan gagal jika implementasi menentukan bahwa performansi pada konteks WebGL yang dibuat akan sangat rendah pada aplikasi yang membuat persamaan pemanggilan OpenGL.

3. *WebGLObject*

Interface WebGLObject merupakan *interface* awal untuk diturunkan kepada semua objek GL.

```
interface WebGLObject {  
};
```

Listing 2.3: *Interface* awal pada WebGL.

4. *WebGLBuffer*

Interface WebGLBuffer merepresentasikan sebuah OpenGL *Buffer Object*.

```
interface WebGLBuffer : WebGLObject {  
};
```

Listing 2.4: *Buffer Object* pada OpenGL.

5. *WebGLFrameBuffer*

Interface WebGLFrameBuffer merepresentasikan sebuah OpenGL *Frame Buffer Object*.

```
interface WebGLFramebuffer : WebGLObject {  
};
```

Listing 2.5: *Frame Buffer Object* pada OpenGL.

6. *WebGLProgram*

Interface WebGLProgram merepresentasikan sebuah OpenGL *Program Object*.

```
interface WebGLProgram : WebGLObject {  
};
```

Listing 2.6: *Program Object* pada OpenGL.

7. *WebGLRenderbuffer*

Interface WebGLRenderbuffer merepresentasikan sebuah OpenGL *Renderbuffer Object*.

```
interface WebGLRenderbuffer : WebGLObject {  
};
```

Listing 2.7: *Renderbuffer Object* pada OpenGL.

8. *WebGLShader*

Interface WebGLShader merepresentasikan sebuah OpenGL *Shader Object*.

```
interface WebGLShader : WebGLObject {  
};
```

Listing 2.8: *Shader Object* pada OpenGL.

9. *WebGLTexture*

Interface WebGLTexture merepresentasikan sebuah OpenGL *Texture Object*.

```
interface WebGLTexture : WebGLObject {  
};
```

Listing 2.9: *Texture Object* pada OpenGL.

10. *WebGLUniformLocation*

Interface WebGLUniformLocation merepresentasikan lokasi dari variabel *uniform* pada program *shader*.

```
interface WebGLUniformLocation {  
};
```

Listing 2.10: Lokasi dari variabel *uniform*.

11. *WebGLActiveInfo*

Interface WebGLActiveInfo merepresentasikan informasi yang dikembalikan dari pemanggilan *getActiveAttrib* dan *getActiveUniform*.

```
interface WebGLActiveInfo {  
    readonly attribute GLint size;  
    readonly attribute GLenum type;  
    readonly attribute DOMString name;  
};
```

Listing 2.11: Keluaran dari pemanggilan *getActiveAttrib* dan *getActiveUniform*.

12. *WebGLShaderPrecisionFormat*

Interface WebGLShaderPrecisionFormat merepresentasikan informasi yang dikembalikan dari pemanggilan *getShaderPrecisionFormat*.

```
interface WebGLShaderPrecisionFormat {  
    readonly attribute GLint rangeMin;  
    readonly attribute GLint rangeMax;  
    readonly attribute GLint precision;  
};
```

Listing 2.12: Keluaran dari pemanggilan *getShaderPrecisionFormat*.

13. *ArrayBuffer* dan *Typed Arrays*

Vertex, *index*, *texture*, dan data lainnya ditransfer ke implementasi WebGL menggunakan *ArrayBuffer*, *Typed Arrays*, dan *DataViews* seperti yang telah didefinisikan pada spesifikasi ECMAScript.

```
var numVertices = 100; // for example  
  
// Hitung ukuran buffer yang dibutuhkan dalam bytes dan floats  
var vertexSize = 3 * Float32Array.BYTES_PER_ELEMENT +  
4 * Uint8Array.BYTES_PER_ELEMENT;  
var vertexSizeInFloats = vertexSize / Float32Array.BYTES_PER_ELEMENT;  
  
// Alokasikan buffer  
var buf = new ArrayBuffer(numVertices * vertexSize);  
  
// Map buffer ke Float32Array untuk mengakses posisi  
var positionArray = new Float32Array(buf);  
  
// Map buffer yang sama ke Uint8Array untuk mengakses warna  
var colorArray = new Uint8Array(buf);
```

```
// Inisialisasi offset dari vertices dan warna pada buffer
var positionIdx = 0;
var colorIdx = 3 * Float32Array.BYTES_PER_ELEMENT;

// Inisialisasi buffer
for (var i = 0; i < numVertices; i++) {
    positionArray[positionIdx] = ...;
    positionArray[positionIdx + 1] = ...;
    positionArray[positionIdx + 2] = ...;
    colorArray[colorIdx] = ...;
    colorArray[colorIdx + 1] = ...;
    colorArray[colorIdx + 2] = ...;
    colorArray[colorIdx + 3] = ...;
    positionIdx += vertexSizeInFloats;
    colorIdx += vertexSize;
}
}
```

Listing 2.13: Transfer data ke implementasi WebGL.

14. *WebGL Context* *WebGLRenderingContext* merepresentasikan API yang memungkinkan gaya pembangunan OpenGL ES 2.0 ke elemen *canvas*.
15. *WebGLContextEvent* WebGL menghasilkan sebuah *WebGLContextEvent* sebagai respon dari perubahan penting pada status konteks pembangunan WebGL. *Event* tersebut dikirim melalui *DOM Event System* dan dilanjutkan ke *HTMLCanvasEvent* yang diasosiasikan dengan konteks pembangunan WebGL.

2.2 Pustaka Three.js

Pemrograman dengan menggunakan WebGL langsung sangatlah kompleks. Kita harus mengetahui WebGL lebih detail dengan mempelajari bahasa *shader* yang kompleks untuk mengerti WebGL. Pustaka Three.js menyediakan sebuah *Application Programming Interface* (API) Javascript yang sangat mudah untuk digunakan yang didasari oleh fitur WebGL, sehingga kita dapat membuat grafik 3 dimensi yang indah tanpa harus mempelajari WebGL secara detail. Pustaka Three.js menyediakan banyak fitur dan API yang dapat kita gunakan untuk membuat layar 3 dimensi langsung pada peramban yang kita gunakan. [?] Berikut ini adalah beberapa objek yang dapat dimanfaatkan dari Pustaka Three.js berdasarkan hasil dari referensi beberapa buku [?] [?] [?]. Objek-objek tersebut sebelumnya dibagi menjadi dua kategori yaitu objek umum dalam 3 dimensi dan objek spesifik Pustaka Three.js:

2.2.1 Objek Umum Dalam 3 Dimensi

Objek-objek pada kategori ini disediakan oleh Pustaka Three.js, namun istilah untuk masing-masing objek sudah umum digunakan pada dunia pemodelan 3 dimensi. Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing objek dari segi pengertian umum dan juga dari segi kelas yang disediakan oleh Pustaka Three.js itu sendiri:

- *Cameras*

Kamera berfungsi untuk menentukan benda apa saja yang akan kita lihat pada keluaran [?]. Pada pustaka three.js, *Camera* merupakan sebuah kelas abstrak yang harus selalu diimplementasikan saat membangun suatu kamera. Konstruktor pada kelas ini digunakan untuk membuat kamera baru, namun kelas ini tidak dipergunakan secara langsung melainkan menggunakan *PerspectiveCamera* atau *OrthographicCamera*.

- *CubeCamera*, digunakan untuk membuat 6 kamera yang dibangun pada *WebGLRenderTargetCube*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa jarak terdekat, jarak terjauh, dan resolusi dari kubus. Contoh untuk kelas *CubeCamera* dapat dilihat pada *listing 2.14*.

```
var cubeCamera = new THREE.CubeCamera( 1, 100000, 128 );
scene.add( cubeCamera );
```

Listing 2.14: Contoh instansiasi kelas *CubeCamera*.

- *OrthographicCamera*

Sebuah kamera yang menggunakan proyeksi ortografik [?]. Tampilan dibuat dengan menempatkan kamera pada jarak yang tidak terhingga dari layar. Arah dari pandangan menciptakan pengelihatan yang pararel bersilang dan ditentukan berdasarkan jendelanya. Objek dengan ukuran yang sama namun pada kedalaman yang berbeda dari kamera akan muncul dengan ukuran yang sama pada gambar [?]. Pada kamera ortografik semua benda di-*render* dengan ukuran yang sama, jarak antara objek dengan kamera tidak berpengaruh. Kamera ini biasa digunakan pada permainan dua dimensi [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *frustum* kamera bagian kiri, *frustum* kamera bagian kanan, *frustum* kamera bagian atas, *frustum* kamera bagian bawah, *frustum* kamera untuk jarak dekat, dan *frustum* kamera untuk jarak jauh. Contoh untuk kelas *OrthographicCamera* dapat dilihat pada *listing 2.15*.

```
var camera = new THREE.OrthographicCamera( width / - 2, width / 2,
height / 2, height / - 2, 1, 1000 );
scene.add( camera );
```

Listing 2.15: Contoh instansiasi kelas *OrthographicCamera*

- *PerspectiveCamera*

Sebuah kamera yang menggunakan proyeksi perspektif [?]. Tampilan dibuat dengan menempatkan kamera pada posisi yang tidak terhingga (di tengah proyeksi) dari layar. Kamera membuat puncak dari piramida tampilan yang persilangannya ditentukan dari jarak pandang dan jendela. Objek dengan ukuran yang sama namun pada kedalaman yang berbeda dari kamera akan muncul dengan ukurang yang berbeda pada gambar [?]. Pada kamera perspektif *render* pada *scene* dilakukan sesuai dengan perspektif pada dunia nyata [?] (jarak antara objek dengan kamera berpengaruh). Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *frustum* pandangan vertikal, *frustum* pandangan horizontal, *frustum* jarak dekat, dan *frustum* jarak jauh. Contoh untuk kelas *PerspectiveCamera* dapat dilihat pada *listing 2.16*.

```
var camera = new THREE.PerspectiveCamera( 45, width / height ,
1, 1000 );
scene.add( camera );
```

Listing 2.16: Contoh instansiasi kelas *PerspectiveCamera*

- *StereoCamera*, dua buah *PerspektifCamera* yang digunakan untuk efek seperti *3D Anaglyph* dan *Parallax Barrier*.

- *Geometries*

Berbagai kelas di bawah ini memungkinkan untuk dibuatnya suatu bentuk objek geometri pada pustaka Three.js. Selain geometri yang disediakan di bawah ini, geometri kustom juga dapat dibuat dengan menggunakan kelas dasarnya yaitu *Geometry*. Dokumentasi untuk kelas dasar *Geometry* dapat dilihat pada bagian *Core* pada dokumen di bab ini.

- *BoxBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *BoxGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa lebar sisi pada sumbu X dengan nilai awal adalah 1, tinggi sisi pada sumbu Y dengan nilai awal adalah 1, kedalaman sisi pada sumbu Z dengan nilai awal adalah 1, jumlah permukaan yang berpotongan dengan lebar sisi dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif, jumlah permukaan yang berpotongan dengan tinggi sisi dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif, dan jumlah permukaan yang berpotongan dengan kedalaman sisi dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif. Contoh untuk kelas *BoxBufferGeometry* yang diberi material dengan warna hijau dapat dilihat pada [listing 2.17](#).

```
var geometry = new THREE.BoxBufferGeometry( 1, 1, 1 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0x00ff00 } );
var cube = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( cube );
```

[Listing 2.17](#): Contoh penggunaan kelas *BoxBufferGeometry*.

- *BoxGeometry*, merupakan kelas primitif geometri berbentuk segi empat. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *BoxBufferGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa lebar sisi pada sumbu X dengan nilai awal adalah 1, tinggi sisi pada sumbu Y dengan nilai awal adalah 1, kedalaman sisi pada sumbu Z dengan nilai awal adalah 1, jumlah permukaan yang berpotongan dengan lebar sisi dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif, jumlah permukaan yang berpotongan dengan tinggi sisi dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif, dan jumlah permukaan yang berpotongan dengan kedalaman sisi dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif.
- *CircleBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *CircleGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius lingkaran dengan nilai awal adalah 50, jumlah banyak bagian dengan minimum adalah 3 dan nilai awal adalah 8, sudut dimulainya bagian pertama dengan nilai awal adalah 0, dan sudut pusat dengan nilai awal adalah 2 kali Pi. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *BoxBufferGeometry*.
- *CircleGeometry*, merupakan bentuk sederhana dari geometri *Euclidean* [?]. Geometri ini dapat digunakan untuk membuat lingkaran dua dimensi yang sangat sederhana (atau sebagai bagian dari lingkaran) [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius lingkaran dengan nilai awal adalah 50, jumlah banyak bagian dengan minimum adalah 3 dan nilai awal adalah 8, sudut dimulainya bagian pertama dengan nilai awal adalah 0, dan sudut pusat dengan nilai awal adalah 2 kali Pi. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *BoxBufferGeometry* [?].
- *ConeBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *ConeGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius lingkaran untuk dasar kerucut dengan nilai awal adalah 20, tinggi kerucut dengan nilai awal adalah 100, jumlah banyak permukaan bagian dengan nilai awal adalah 8, banyak baris permukaan berdasarkan tinggi kerucut dengan nilai awal adalah 1, sebuah boolean yang menyatakan dasar kerucut tertutup atau terbuka, sudut dimulainya bagian pertama dengan nilai awal adalah 0, dan sudut pusat dengan nilai awal adalah 2 kali Pi. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *BoxBufferGeometry*.
- *ConeGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi geometri kerucut. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius lingkaran untuk dasar kerucut dengan nilai awal adalah 20, tinggi kerucut dengan nilai awal adalah 100, jumlah banyak permukaan bagian dengan nilai awal adalah 8, banyak baris permukaan berdasarkan tinggi kerucut dengan nilai awal adalah 1, sebuah boolean yang menyatakan dasar kerucut tertutup atau terbuka, sudut dimulainya bagian pertama dengan nilai awal adalah 0, dan sudut pusat dengan nilai awal adalah 2 kali Pi. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *BoxBufferGeometry*.

- *CylinderBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *CylinderGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dari lingkaran bagian atas dengan nilai awal adalah 20, radius dari lingkaran bagian bawah dengan nilai awal adalah 20, tinggi silinder dengan nilai awal adalah 100, jumlah banyak permukaan bagian dengan nilai awal adalah 8, banyak baris permukaan berdasarkan tinggi silinder dengan nilai awal adalah 1, sebuah boolean yang menyatakan dasar silinder tertutup atau terbuka, sudut dimulainya bagian pertama dengan nilai awal adalah 0, dan sudut pusat dengan nilai awal adalah 2 kali Pi. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *BoxBufferGeometry*.
- *CylinderGeometry*, digunakan untuk membuat objek silinder dan objek-objek lainnya yang menyerupai silinder [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dari lingkaran bagian atas dengan nilai awal adalah 20, radius dari lingkaran bagian bawah dengan nilai awal adalah 20, tinggi silinder dengan nilai awal adalah 100, jumlah banyak permukaan bagian dengan nilai awal adalah 8, banyak baris permukaan berdasarkan tinggi silinder dengan nilai awal adalah 1, sebuah boolean yang menyatakan dasar silinder tertutup atau terbuka, sudut dimulainya bagian pertama dengan nilai awal adalah 0, dan sudut pusat dengan nilai awal adalah 2 kali Pi. sebuah kelas untuk menggeneralisasi geometri silinder. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *BoxBufferGeometry* [?].
- *DodecahedronBufferGeometry*, sebuah kelas untuk menggeneralisasi geometri pigura berduabelas segi. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dari pigura berduabelas segi dengan nilai awal adalah 1 dan detail dengan nilai awal adalah 1.
- *DodecahedronGeometry*, sebuah kelas untuk menggeneralisasi geometri pigura berduabelas segi. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dari pigura berduabelas segi dengan nilai awal adalah 1 dan detail dengan nilai awal adalah 1.
- *EdgesGeometry*, dapat digunakan sebagai objek pembantu untuk melihat tepi dari suatu objek geometri. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek geometri dan tepi sudut dengan nilai awal adalah 1. Contoh untuk kelas *EdgesGeometry* untuk parameter *LineSegment* dapat dilihat pada *listing 2.18*.

```
var geometry = new THREE.BoxBufferGeometry( 100, 100, 100 );
var edges = new THREE.EdgesGeometry( geometry );
var line = new THREE.LineSegments( edges,
new THREE.LineBasicMaterial( { color: 0xffffffff } ) );
scene.add( line );
```

Listing 2.18: Contoh penggunaan kelas *EdgesGeometry*.

- *ExtrudeGeometry*, membuat geometri diekstrusi dari sebuah alur bentuk [?]. Geometri ini dapat digunakan untuk membuat sebuah objek tiga dimensi dari bentuk dua dimensi [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa bentuk atau *array* dari bentuk dan juga pilihan yang dapat berisi beberapa parameter seperti jumlah titik pada lengkungan, jumlah titik yang digunakan untuk membagi potongan, dan lain-lain [?]. Contoh untuk kelas *ExtrudeGeometry* yang diaplikasikan pada suatu bentuk dapat dilihat pada *listing 2.19*.

```
var length = 12, width = 8;

var shape = new THREE.Shape();
shape.moveTo( 0,0 );
shape.lineTo( 0, width );
shape.lineTo( length, width );
shape.lineTo( length, 0 );
shape.lineTo( 0, 0 );
```

```

var extrudeSettings = {
    steps: 2,
    amount: 16,
    bevelEnabled: true ,
    bevelThickness: 1,
    bevelSize: 1,
    bevelSegments: 1
};

var geometry = new THREE.ExtrudeGeometry( shape , extrudeSettings );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0x00ff00 } );
var mesh = new THREE.Mesh( geometry , material ) ;
scene.add( mesh );

```

Listing 2.19: Contoh penggunaan kelas *ExtrudeGeometry*.

- *ExtrudeBufferGeometry*, membuat *BufferGeometry* diekstrusi dari sebuah alur bentuk. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *ExtrudeGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa bentuk atau *array* dari bentuk dan juga pilihan yang dapat berisi beberapa parameter seperti jumlah titik pada lengkungan, jumlah titik yang digunakan untuk membagi potongan, dan lain-lain.
- *IcosahedronBufferGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi sebuah geometri *icosahedron*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 1 dan detail dengan nilai awal adalah 0.
- *IcosahedronGeometry*, sebuah kelas untuk menggeneralisasi sebuah geometri *icosahedron* [?]. Geometri ini dapat digunakan untuk membuat objek dengan banyak sisi yang memiliki 20 buah permukaan segitiga identik yang dibentuk dari 12 titik simpul [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 1 dan detail dengan nilai awal adalah 0 [?].
- *LatheBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *LatheGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *array* dari *Vector2s*, jumlah bagian lingkar yang ingin di generalisasi dengan nilai awal adalah 12, sudut awal dalam radian dengan nilai awal adalah 0, rentang radian dengan nilai awal adalah 2 kali Pi. Contoh untuk kelas *LatheBufferGeometry* dengan penggunaan *Vector2* array dapat dilihat pada listing 2.20.

```

var points = [];
for ( var i = 0; i < 10; i ++ ) {
    points.push( new THREE.Vector2( Math.sin( i * 0.2 ) * 10 + 5 ,
        ( i - 5 ) * 2 ) );
}
var geometry = new THREE.LatheBufferGeometry( points );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0xffff00 } );
var lathe = new THREE.Mesh( geometry , material );
scene.add( lathe );

```

Listing 2.20: Contoh penggunaan kelas *LatheBufferGeometry*.

- *LatheGeometry*, membuat jala dengan simetri aksial seperti vas. Bentuk ini berotasi di sekitar sumbu Y [?]. Geometri ini memungkinkan untuk membuat suatu bentuk dari kurva yang halus [?]. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *LatheBufferGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *array* dari *Vector2s*, jumlah

bagian lingkar yang ingin di generalisasi dengan nilai awal adalah 12, sudut awal dalam radian dengan nilai awal adalah 0, rentang radian dengan nilai awal adalah 2 kali Pi [?].

- *OctahedronBufferGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi sebuah geometri segi delapan. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 1 dan detail dengan nilai awal adalah 0.
- *OctahedronGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi sebuah geometri segi delapan [?]. Geometri ini memiliki 8 buah permukaan yang terbentuk dari 6 buah titik simpul [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 1 dan detail dengan nilai awal adalah 0 [?].
- *ParametricBufferGeometry*, mengeneralisasi geometri yang merepresentasikan permukaan parametrik. Konstruktor pada kelas ini menerima sebuah fungsi yang menerima nilai a dan u di antara 0 sampai dengan 1 dan mengembalikan *Vector3*, banyak potongan, dan banyak tumpukan. Contoh untuk kelas *ParametricBufferGeometry* dapat dilihat pada *listing 2.21*.

```
var geometry = new THREE.ParametricBufferGeometry(
    THREE.ParametricGeometries.klein, 25, 25 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0x00ff00 } );
var cube = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( cube );
```

Listing 2.21: Contoh penggunaan kelas *ParametricBufferGeometry*.

- *ParametricGeometry*, mengeneralisasi geometri yang merepresentasikan permukaan parametrik [?]. Geometri ini dapat digunakan untuk membentuk sebuah geometri berdasarkan sebuah persamaan [?]. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *ParametricBufferGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima sebuah fungsi yang menerima nilai a dan u di antara 0 sampai dengan 1 dan mengembalikan *Vector3*, banyak potongan, dan banyak tumpukan [?].
- *PlaneBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *PlaneGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa lebar pada sumbu X dengan nilai awal adalah 1, tinggi pada sumbu Y dengan nilai awal adalah 1, lebar bagian dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif, dan tinggi bagian dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif. Contoh untuk kelas *PlaneBufferGeometry* dapat dilihat pada *listing 2.22*.

```
var geometry = new THREE.PlaneBufferGeometry( 5, 20, 32 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial(
    { color: 0xffff00, side: THREE.DoubleSide }
);
var plane = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( plane );
```

Listing 2.22: Contoh penggunaan kelas *PlaneBufferGeometry*.

- *PlaneGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi geometri dataran [?]. Objek ini dapat digunakan untuk membuat persegi dua dimensi yang sangat sederhana [?]. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *PlaneBufferGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa lebar pada sumbu X dengan nilai awal adalah 1, tinggi pada sumbu Y dengan nilai awal adalah 1, lebar bagian dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif, dan tinggi bagian dengan nilai awal adalah 1 dan bersifat fakultatif [?].
- *PolyhedronBufferGeometry*, merupakan sebuah padat 3 dimensi dengan permukaan datar. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *array* dari titik, *array* dari indeks yang membentuk permukaan, radius dari bentuk akhir, dan detail. Contoh untuk kelas *PolyhedronBufferGeometry* dapat dilihat pada *listing 2.23*.

```

var verticesOfCube = [
    -1,-1,-1,     1,-1,-1,     1, 1,-1,     -1, 1,-1,
    -1,-1, 1,     1,-1, 1,     1, 1, 1,     -1, 1, 1,
];

var indicesOfFaces = [
    2,1,0,     0,3,2,
    0,4,7,     7,3,0,
    0,1,5,     5,4,0,
    1,2,6,     6,5,1,
    2,3,7,     7,6,2,
    4,5,6,     6,7,4
];

var geometry = new THREE.PolyhedronBufferGeometry( verticesOfCube ,
    indicesOfFaces , 6, 2 );

```

Listing 2.23: Contoh penggunaan kelas *PolyhedronBufferGeometry*.

- *PolyhedronGeometry*, merupakan sebuah padat 3 dimensi dengan permukaan datar [?]. Geometri ini dapat digunakan untuk dengan mudah membuat bentuk dengan banyak sisi [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *array* dari titik, *array* dari indeks yang membentuk permukaan, radius dari bentuk akhir, dan detail [?]. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *PolyhedronBufferGeometry*.
- *RingBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *RingGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius bagian dalam dengan nilai awal adalah 20, radius bagian luar dengan nilai awal adalah 50, banyak bagian sudut dengan minimum 3 dan nilai awal 8, banyak bagian Pi dengan minimum 1 dan nilai awal 8, sudut awal dengan nilai awal adalah 0, dan sudut pusat dengan nilai awal adalah dua kali Pi. Contoh untuk kelas *RingBufferGeometry* dengan material berwarna kuning dapat dilihat pada *listing 2.24*.

```

var geometry = new THREE.RingBufferGeometry( 1, 5, 32 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial(
    { color: 0xffff00, side: THREE.DoubleSide }
);
var mesh = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( mesh );

```

Listing 2.24: Contoh penggunaan kelas *RingBufferGeometry*.

- *RingGeometry*, sebuah kelas untuk menggeneralisasi geometri cincin dua dimensi. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius bagian dalam dengan nilai awal adalah 0.5, radius bagian luar dengan nilai awal adalah 1, banyak bagian sudut dengan minimum 3 dan nilai awal 8, banyak bagian Pi dengan minimum 1 dan nilai awal 8, sudut awal dengan nilai awal adalah 0, dan sudut pusat dengan nilai awal adalah dua kali Pi. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *RingBufferGeometry*.
- *ShapeBufferGeometry*, membuat sebuah geometri poligonal satu sisi dari satu atau lebih alur bentuk. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa bentuk atau *array* dari bentuk dan jumlah bagian lengkung. Contoh untuk kelas *ShapeBufferGeometry* dengan bentuk hati dapat dilihat pada *listing 2.25*.

```
var x = 0, y = 0;
```

```

var heartShape = new THREE.Shape();

heartShape.moveTo( x + 5, y + 5 );
heartShape.bezierCurveTo( x + 5, y + 5, x + 4, y, x, y );
heartShape.bezierCurveTo( x - 6, y, x - 6, y + 7,x - 6,
y + 7 );
heartShape.bezierCurveTo( x - 6, y + 11, x - 3, y + 15.4 ,
x + 5, y + 19 );
heartShape.bezierCurveTo( x + 12, y + 15.4, x + 16,
y + 11, x + 16, y + 7 );
heartShape.bezierCurveTo( x + 16, y + 7, x + 16,
y, x + 10, y );
heartShape.bezierCurveTo( x + 7, y, x + 5, y + 5 ,
x + 5, y + 5 );

var geometry = new THREE.ShapeBufferGeometry( heartShape );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0x00ff00 } );
var mesh = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( mesh );

```

Listing 2.25: Contoh penggunaan kelas *ShapeBufferGeometry*.

- *ShapeGeometry*, membuat sebuah geometri poligonal satu sisi dari satu atau lebih alur bentuk [?]. Geometri ini dapat digunakan untuk membuat bentuk dua dimensi yang kustom, tidak seperti *PlaneGeometry* dan *CircleGeometry* yang memiliki keterbatasan dalam kustomisasi tampilannya [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa bentuk atau *array* dari bentuk dan jumlah bagian lengkung. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *ShapeBufferGeometry* [?].
- *SphereBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *SphereGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 50, lebar bagian dengan minimum 3 dan nilai awal adalah 8, tinggi bagian dengan minimum 2 dan nilai awal 6, sudut awal horizontal dengan nilai awal 0, besar sudut horizontal dengan nilai awal adalah dua kali Pi, sudut awal vertikal dengan nilai awal adalah 0, dan besar sudut vertikal dengan nilai awal adalah Pi [?]. Contoh untuk kelas *SphereBufferGeometry* dengan material warna kuning dapat dilihat pada listing 2.26.

```

var geometry = new THREE.SphereBufferGeometry( 5, 32, 32 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0xffff00 } );
var sphere = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( sphere );

```

Listing 2.26: Contoh penggunaan kelas *SphereBufferGeometry*.

- *SphereGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi geometri bola [?]. Geometri ini dapat digunakan untuk membuat bola tiga dimensi. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 50, lebar bagian dengan minimum 3 dan nilai awal adalah 8, tinggi bagian dengan minimum 2 dan nilai awal 6, sudut awal horizontal dengan nilai awal 0, besar sudut horizontal dengan nilai awal adalah dua kali Pi, sudut awal vertikal dengan nilai awal adalah 0, dan besar sudut vertikal dengan nilai awal adalah Pi [?]. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *SphereBufferGeometry*.
- *TetrahedronBufferGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi geometri segi empat. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 1 dan detail dengan nilai awal adalah 0.

- *TetrahedronGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi geometri segi empat [?]. Geometri ini merupakan salah satu objek dengan banyak sisi yang paling sederhana [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 1 dan detail dengan nilai awal adalah 0 [?].
- *TextBufferGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi tulisan sebagai suatu geometri tunggal. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa teks yang ingin ditunjukkan dan parameter pendukung lainnya seperti *font*, ukuran, tinggi, dan lain-lain. Contoh untuk kelas *TextBufferGeometry* dengan teks "Hello three.js!" dan jenis tulisan *helvetiker regular* dapat dilihat pada *listing 2.27*.

```
var loader = new THREE.FontLoader();

loader.load( 'fonts/helvetiker_regular.typeface.json' ,
function ( font ) {
    var geometry = new THREE.TextBufferGeometry(
        'Hello three.js!', {
            font: font,
            size: 80,
            height: 5,
            curveSegments: 12,
            bevelEnabled: true,
            bevelThickness: 10,
            bevelSize: 8,
            bevelSegments: 5
        } );
} );
```

Listing 2.27: Contoh penggunaan kelas *TextBufferGeometry*.

- *TextGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi tulisan sebagai suatu geometri tunggal. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa teks yang ingin ditunjukkan dan parameter pendukung lainnya seperti *font*, ukuran, tinggi, dan lain-lain. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *TextBufferGeometry*.
- *TorusBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *TorusGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 100, diameter tabung dengan nilai awal adalah 40, banyak bagian radial dengan nilai awal adalah 8, banyak bagian tabung dengan nilai awal adalah 6, sudut pusat dengan nilai awal adalah dua kali Pi. Contoh untuk kelas *TorusBufferGeometry* dengan material berwarna kuning dapat dilihat pada *listing 2.28*.

```
var geometry = new THREE.TorusBufferGeometry( 10, 3, 16, 100 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0xffff00 } );
var torus = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( torus );
```

Listing 2.28: Contoh penggunaan kelas *TorusBufferGeometry*.

- *TorusGeometry*, sebuah kelas untuk mengeneralisasi geometri torus [?]. Torus merupakan bentuk sederhana yang menyerupai donat [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 1, diameter tabung dengan nilai awal adalah 0.04, bagian radial dengan nilai awal adalah 8, bagian tabung dengan nilai awal adalah 6, sudut pusat dengan nilai awal adalah dua kali Pi. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *TorusBufferGeometry*.

- *TorusKnotBufferGeometry*, merupakan port *BufferGeometry* dari *TorusKnotGeometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 100, diameter tabung dengan nilai awal adalah 40, banyak bagian tabung dengan nilai awal adalah 64, banyak bagian radial dengan nilai awal adalah 8, jumlah rotasi pada sumbu dengan nilai awal adalah 2, dan jumlah putaran dengan nilai awal adalah 3. Contoh untuk kelas *TorusKnotBufferGeometry* dengan material berwarna kuning dapat dilihat pada *listing 2.29*.

```
var geometry = new THREE.TorusKnotBufferGeometry( 10, 3, 100, 16 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { p: 0xfffff00 } );
var torusKnot = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( torusKnot );
```

Listing 2.29: Contoh penggunaan kelas *TorusKnotBufferGeometry*.

- *TorusKnotGeometry*, membuat simpul knot dengan bagian bentuk yang didefinisikan dengan sepasang bilangan bulat koprime p dan q [?]. Geometri ini dapat digunakan untuk membuat objek simpul torus [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa radius dengan nilai awal adalah 100, diameter tabung dengan nilai awal adalah 40, banyak bagian tabung dengan nilai awal adalah 64, banyak bagian radial dengan nilai awal adalah 8, jumlah rotasi pada sumbu dengan nilai awal adalah 2, dan jumlah putaran dengan nilai awal adalah 3 [?]. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *TorusKnotBufferGeometry*.
- *TubeGeometry*, membuat sebuah tabung yang diekstrusi sepanjang 3 dimensi melengkung [?]. Geometri ini digunakan untuk membuat tabung yang mengekstrusi sepanjang bentuk tiga dimensi *spline* [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa alur dengan basis kelas *Curve*, banyak bagian tabung dengan nilai awal 64, radius dengan nilai awal adalah 1, banyak bagian radius dengan nilai awal adalah 8, dan sebuah boolean yang menyatakan tabung tersebut tertutup atau terbuka [?]. Contoh untuk kelas *TubeGeometry* dengan bentuk sin yang dikustom dapat dilihat pada *listing 2.30*.

```
function CustomSinCurve( scale ) {

    THREE.Curve.call( this );

    this.scale = ( scale === undefined ) ? 1 : scale;

}

CustomSinCurve.prototype = Object.create( THREE.Curve.prototype );
CustomSinCurve.prototype.constructor = CustomSinCurve;

CustomSinCurve.prototype.getPoint = function ( t ) {

    var tx = t * 3 - 1.5;
    var ty = Math.sin( 2 * Math.PI * t );
    var tz = 0;

    return new THREE.Vector3( tx, ty, tz ).multiplyScalar(
        this.scale );
};

var path = new CustomSinCurve( 10 );
```

```
var geometry = new THREE.TubeGeometry( path, 20, 2, 8, false );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0x00ff00 } );
var mesh = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( mesh );
```

Listing 2.30: Contoh penggunaan kelas *TubeGeometry*.

- *TubeBufferGeometry*, membuat sebuah tabung yang diekstrusi sepanjang 3 dimensi melengkung. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa alur dengan basis kelas *Curve*, banyak bagian tabung dengan nilai awal 64, radius dengan nilai awal adalah 1, banyak bagian radius dengan nilai awal adalah 8, dan sebuah boolean yang menyatakan tabung tersebut tertutup atau terbuka. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *TubeGeometry*.
- *WireframeGeometry*, dapat digunakan sebagai objek pembantu untuk menampilkan sebuah objek geometri sebagai *wireframe*. Contoh untuk kelas *WireframeGeometry* pada bentuk bola dapat dilihat pada *listing 2.31*.

```
var geometry = new THREE.SphereBufferGeometry( 100, 100, 100 );

var wireframe = new THREE.WireframeGeometry( geometry );

var line = new THREE.LineSegments( wireframe );
line.material.depthTest = false;
line.material.opacity = 0.25;
line.material.transparent = true;

scene.add( line );
```

Listing 2.31: Contoh penggunaan kelas *WireframeGeometry*.

• *Lights*

Lights memungkinkan terjadinya penerangan pada dunia tempat objek tiga dimensi dibangun. Terdapat berbagai jenis penerangan dengan fungsi yang berbeda-beda dan akan dijelaskan lebih lanjut pada kelas-kelas di bawah ini. Kelas abstrak untuk bagian ini adalah *Light* yang menerima dua buah parameter berupa warna dalam heksimal dan juga intensitas. Selain itu, dunia tiga dimensi pada pustaka Three.js dapat menerima lebih dari satu jenis penerangan.

- *AmbientLight*, sebuah cahaya yang menyinari objek secara global dan merata [?]. *AmbientLight* merupakan penerangan dasar yang warnanya ditambahkan ke warna objek dan layar saat ini [?]. Jenis pencahayaan ini menerangi semua objek pada layar dengan setara, pencahayaan ini menerangi semua objek tanpa memberikan bayangan kepada objek tersebut [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna dalam RGB dan intensitas. Contoh untuk kelas *AmbientLight* dapat dilihat pada *listing 2.32*.

```
var light = new THREE.AmbientLight( 0x404040 );
scene.add( light );
```

Listing 2.32: Contoh penggunaan kelas *AmbientLight*.

- *DirectionalLight*, sebuah pancaran sinar dari arah yang spesifik [?]. Jenis pencahayaan ini menerangi semua objek dengan setara dari arah yang diberikan. Pecahayaannya seperti pencahayaan *area* pada ukuran dan jarak yang tidak terhingga dari layar yang memiliki bayangan namun tidak terdapat jarak untuk hasil bayangan tersebut [?]. Biasa disebut juga dengan penerangan tak terbatas, sinar dari penerangan ini bisa dilihat secara

pararel. Contoh penggunaannya adalah sebagai sinar dari matahari [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna dalam heksadesimal dan intensitas. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *AmbientLight*.

- *HemisphereLight*, sebuah cahaya yang penyinaran dilakukan tepat di atas layar dengan peleburan warna langit ke warna lantai [?]. *HemisphereLight* merupakan penerangan yang spesial dan dapat digunakan untuk membuat penerangan pada tempat terbuka lebih terlihat natural dengan mensimulasikan sebuah reflektif permukaan dan sedikit pancaran langit [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna langit dalam heksadesimal , warna daratan dalam heksadesimal, dan intensitas. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *AmbientLight*.
- *PointLight*, sebuah pancaran dari satu titik pada setiap arah [?]. Sebuah titik di satu tempat yang memancarkan cahaya ke segala arah [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna dalam heksadesimal, intensitas, jarak dari cahaya saat intensitasnya 0, dan hilangnya cahaya dari pandangan dengan nilai awal adalah 1. Contoh penggunaannya sama seperti kelas *AmbientLight*.
- *RectAreaLight*, sebuah pancaran sinar seragam melewati permukaan bidang persegi panjang. Pencahayaan *area* berasal dari satu bidang dan menerangi semua objek pada daerah yang diberikan dari awal bidang tersebut [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna dalam heksadesimal, intensitas dengan nilai awal adalah 1, lebar cahaya dan tinggi cahaya dengan nilai awal adalah 10. Contoh untuk kelas *RectAreaLight* dengan cahaya warna putih dapat dilihat pada *listing 2.33*.

```
var width = 2;
var height = 10;
var rectLight = new THREE.RectAreaLight(
 0xffffffff, undefined, width, height );
rectLight.intensity = 70.0;
rectLight.position.set( 5, 5, 0 );
scene.add( rectLight )

rectLightHelper = new THREE.RectAreaLightHelper( rectLight );
scene.add( rectLightHelper );
```

Listing 2.33: Contoh penggunaan kelas *RectAreaLight*.

- *SpotLight*, sebuah pancaran dari satu titik pada setiap arah sepanjang bidang yang ukurannya dapat bertambah lebih jauh [?]. Sumber cahaya ini memiliki efek kerucut seperti pada lampu meja, sebuah celah pada langit-langit, atau sebuah senter [?]. Berasal dari satu titik dan menyebar keluar ke segala arah [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna dalam heksadesimal, intensitas dengan nilai awal adalah 1, jarak maksimal cahaya dari sumber, sudut maksimum, *penumbra*, dan hilangnya cahaya dari pandangan dengan nilai awal adalah 1. Contoh untuk kelas *SpotLight* dengan cahaya warna putih dapat dilihat pada *listing 2.34*.

```
var spotLight = new THREE.SpotLight( 0xffffff );
spotLight.position.set( 100, 1000, 100 );

spotLight.castShadow = true;

spotLight.shadow.mapSize.width = 1024;
spotLight.shadow.mapSize.height = 1024;

spotLight.shadow.camera.near = 500;
```

```

spotLight.shadow.camera.far = 4000;
spotLight.shadow.camera.fov = 30;

scene.add( spotLight );

```

Listing 2.34: Contoh penggunaan kelas *SpotLight*.

- *Scenes*

Scenes merupakan wadah yang memungkinkan kita untuk meletakan model tiga dimensi yang telah kita bangun dengan menggunakan *renderers*.

- *Fog*, kelas yang berisi parameter untuk mendefinisikan kabut. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna dalam heksadesimal, jarak terdekat, dan jarak terjauh.
- *FogExp2*, kelas ini berisi parameter pendefinisikan eksponensial kabut yang bertumbuh secara padat eksponensial dengan jarak. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna dalam heksadesimal dan kecepatan kabut.
- *Scene*, sebuah layar yang memungkinkan untuk membuat dan menempatkan sesuatu pada pustaka Three.js.

- *Texture*

Kelas-kelas di bawah ini memungkinkan kita untuk membuat tekstur yang bervariasi untuk digunakan pada *Mesh* yang telah kita buat. Dokumentasi untuk *Mesh* dapat dilihat pada dokumen di bab ini.

- *CanvasTexture*, membuat tekstur dari suatu elemen *canvas*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *canvas*, *mapping*, *wrapS* dan *wrapT* berdasarkan *THREE.ClampToEdgeWrapping*, penyaring besar, penyaring kecil, konstanta, format, tipe, dan *anisotropy*.
- *CompressedTexture*, membuat tekstur berdasarkan data bentuk kompres. Contohnya dari sebuah berkas DDS. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dengan data, lebar, tinggi, format, tipe, *mapping*, *wrapS* dan *wrapT* berdasarkan *THREE.ClampToEdgeWrapping*, penyaring besar, penyaring kecil, dan *anisotropy*.
- *CubeTexture*, membuat tekstur kubus dari 6 buah gambar. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa gambar, *mapping*, *wrapS* dan *wrapT* berdasarkan *THREE.ClampToEdgeWrapping*, penyaring besar, penyaring kecil, format, tipe, dan *anisotropy*. Contoh untuk kelas *CubeTexture* dengan enam buah gambar dapat dilihat pada *listing 2.35*.

```

var loader = new THREE.CubeTextureLoader();
loader.setPath( 'textures/cube/pisa/' );

var textureCube = loader.load( [
    'px.png', 'nx.png',
    'py.png', 'ny.png',
    'pz.png', 'nz.png'
] );

var material = new THREE.MeshBasicMaterial( {
    color: 0xffffffff, envMap: textureCube
} );

```

Listing 2.35: Contoh penggunaan kelas *CubeTexture*.

- *DataTexture*, membuat tekstur langsung dari data mentah, lebar, dan panjang. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa data, lebar, tinggi, format, tipe, *mapping*, *wrapS* dan *wrapT* berdasarkan *THREE.ClampToEdgeWrapping*, penyaring besar, penyaring kecil, *anisotropy*, dan format.
- *DepthTexture*, membuat tekstur untuk digunakan sebagai *Depth Texture*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa lebar, tinggi, format, tipe, *wrapS* dan *wrapT* berdasarkan *THREE.ClampToEdgeWrapping*, penyaring besar, penyaring kecil, dan *anisotropy*.
- *Texture*, membuat tekstur untuk mengaplikasikan permukaan atau sebagai refleksi. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa gambar, *mapping*, *wrapS* dan *wrapT* berdasarkan *THREE.ClampToEdgeWrapping*, penyaring besar, penyaring kecil, format, tipe, dan *anisotropy*. Contoh untuk kelas *Texture* dapat dilihat pada *listing 2.36*.

```
var texture = new THREE.TextureLoader().load( "textures/water.jpg" );
texture.wrapS = THREE.RepeatWrapping;
texture.wrapT = THREE.RepeatWrapping;
texture.repeat.set( 4, 4 );
```

Listing 2.36: Contoh penggunaan kelas *Texture*.

- *VideoTexture*, membuat tekstur untuk digunakan sebagai tekstur video. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa video, *mapping*, *wrapS* dan *wrapT* berdasarkan *THREE.ClampToEdgeWrapping*, penyaring besar, penyaring kecil, format, tipe, dan *anisotropy*. Contoh untuk kelas *VideoTexture* dapat dilihat pada *listing 2.37*.

```
var video = document.getElementById( 'video' );

var texture = new THREE.VideoTexture( video );
texture.minFilter = THREE.LinearFilter;
texture.magFilter = THREE.LinearFilter;
texture.format = THREE.RGBFormat;
```

Listing 2.37: Contoh penggunaan kelas *VideoTexture*.

2.2.2 Objek Spesifik Pustaka Three.js

Objek-objek pada kategori ini disediakan oleh Pustaka Three.js, namun penulis tidak menemukan banyak buku referensi yang membahas mengenai bagian ini. Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing objek spesifik yang disediakan oleh Pustaka Threejs:

- *Core*

Core merupakan kelas inti yang terdapat pada pustaka Three.js. Kelas-kelas di bawah ini akan memungkinkan untuk terjadinya pengiriman data, menjaga alur waktu, konversi bentuk objek, pengiriman *event* pada Javascript, representasi permukaan objek, representasi objek, dan hal inti lainnya.

- *BufferAttribute*, kelas ini menyimpan data untuk atribut yang diasosiasikan menggunakan *BufferGeometry*. Hal ini memungkinkan pengiriman data yang lebih efisien kepada GPU. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa sebuah array dengan ukuran nilai dari array dikalikan dengan jumlah vertex, nilai dari array tersebut, dan juga sebuah boolean yang merepresentasikan penggunaan *normalized*.
- *BufferGeometry*, merupakan sebuah kelas alternatif efisien untuk *Geometry*. Karena kelas ini menyimpan semua data, termasuk posisi vertex, index permukaan, normal, warna, UV,

dan atribut kustom menggunakan buffer. Kelas ini mengurangi biaya pengiriman seluruh data ke GPU. Konstruktor pada kelas ini digunakan untuk membuat *BufferGeometry* baru dan inisialisasi nilai awal untuk objek baru tersebut. Contoh untuk kelas *BufferGeometry* dengan bentuk kotak sederhana dapat dilihat pada [listing 2.38](#).

```
var geometry = new THREE.BufferGeometry();
// membuat bentuk kotak sederhana dengan melakukan duplikasi pada
// bagian atas kiri dan bawah kanan
// kumpulan vertex karena setiap vertex harus muncul di setiap segitiga
var vertices = new Float32Array([
    -1.0, -1.0, 1.0,
    1.0, -1.0, 1.0,
    1.0, 1.0, 1.0,
    1.0, 1.0, 1.0,
    -1.0, 1.0, 1.0,
    -1.0, -1.0, 1.0
]);
// itemSize = 3 karena ada 3 values (components) per vertex
geometry.addAttribute( 'position', new THREE.BufferAttribute(
    vertices, 3 ) );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0xff0000 } );
var mesh = new THREE.Mesh( geometry, material );
```

[Listing 2.38:](#) Contoh instansiasi kelas *BufferGeometry* dengan membuat bentuk kotak sederhana.

- *Clock*, sebuah objek untuk menjaga alur dari waktu.
- Direct Geometry, kelas ini digunakan secara internal untuk mengkonversi *Geometry* menjadi *BufferGeometry*. Konstruktor pada kelas ini digunakan untuk membuat *DirectGeometry* baru.
- *EventDispatcher*, suatu *event* pada JavaScript untuk objek kustom. Konstruktor pada kelas ini digunakan untuk membuat objek *EventDispatcher*. Contoh untuk kelas *EventDispatcher* pada penambahan *event* objek kustom dapat dilihat pada [listing 2.39](#).

```
// menambahkan event untuk objek kustom
var Car = function () {
    this.start = function () {
        this.dispatchEvent( { type: 'start',
            message: 'vroom vroom!' } );
    };
};

// mencampur EventDispatcher.prototype dengan prototipe objek kustom
Object.assign( Car.prototype, EventDispatcher.prototype );

// Using events with the custom object

var car = new Car();

car.addEventListener( 'start', function ( event ) {
    alert( event.message );
});
```

```
} );
```

```
car.start();
```

Listing 2.39: Contoh penggunaan objek *EventDispatcher* untuk objek kustom.

- *Face3*, permukaan segitiga yang digunakan pada *Geometry*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa vertek A, vertek B, vertek C, sebuah vektor permukaan normal atau *array* dari vertek normal, sebuah warna permukaan atau *array* dari vertek warna, dan indeks dari *array* material yang akan diasosiasikan dengan permukaan. Contoh untuk kelas *Face3* dengan bentuk geometri segitiga dapat dilihat pada *listing 2.40*.

```
var material = new THREE.MeshStandardMaterial( { color : 0x00cc00 } );

// membuat geometry segitiga
var geometry = new THREE.Geometry();
geometry.vertices.push( new THREE.Vector3( -50, -50, 0 ) );
geometry.vertices.push( new THREE.Vector3( 50, -50, 0 ) );
geometry.vertices.push( new THREE.Vector3( 50, 50, 0 ) );

//membuat permukaan baru dengan vertex 0, 1, 2
var normal = new THREE.Vector3( 0, 1, 0 ); //optional
var color = new THREE.Color( 0xffaa00 ); //optional
var materialIndex = 0; //optional
var face = new THREE.Face3( 0, 1, 2, normal, color, materialIndex );

// menambahkan permukaan ke array permukaan geometry
geometry.faces.push( face );

// permukaan normal dan vertex normal dapat dihitung
// secara otomatis apabila tidak disediakan di atas
geometry.computeFaceNormals();
geometry.computeVertexNormals();

scene.add( new THREE.Mesh( geometry, material ) );
```

Listing 2.40: Contoh penggunaan *Face3* pada suatu *Geometry*.

- *Geometry*, kelas dasar untuk *Geometry*. Contoh untuk kelas *Geometry* dengan bentuk segitiga siku-siku dapat dilihat pada *listing 2.41*.

```
var geometry = new THREE.Geometry();

geometry.vertices.push(
    new THREE.Vector3( -10, 10, 0 ),
    new THREE.Vector3( -10, -10, 0 ),
    new THREE.Vector3( 10, -10, 0 )
);
```

```
geometry.faces.push( new THREE.Face3( 0, 1, 2 ) );
```

```
geometry.computeBoundingSphere();
```

Listing 2.41: Contoh instansiasi kelas *Geometry*.

- *InstancedBufferAttribute*, sebuah versi instansi dari *BufferAttribute*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa sebuah array dengan ukuran nilai dari array dikalikan dengan jumlah vertex, nilai dari array tersebut, dan juga jumlah jala pada setiap atribut dengan nilai awal adalah 1.
- *InstancedBufferGeometry*, sebuah versi instansi dari *BufferGeometry*.
- *InstancedInterleavedBuffer*, sebuah versi instansi dari *InterleavedBuffer*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa sebuah array dengan ukuran nilai dari array dikalikan dengan jumlah vertex, nilai dari array tersebut, dan juga jumlah jala pada setiap atribut dengan nilai awal adalah 1.
- *InterleavedBuffer*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa sebuah *array* dan *stride*.
- *InterleavedBufferAttribute*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa sebuah objek *InterleavedBuffer*, ukuran benda, *offset*, dan sebuah boolean yang merepresentasikan *normalized* dengan nilai awal adalah *true*.
- *Layers*, lapisan-lapisan objek yang berisi dari objek 3 dimensi dan terdiri dari 1 sampai 32 layer yang diberi nomor 0 sampai 31. Secara internal, layer disimpan sebagai sebuah *bit mask*. Kemudian sebagai inisialisasinya, semua anggota dai *Object3Ds* merupakan member dari lapisan 0. Konstruktor pada kelas ini digunakan untuk membuat objek *Layers* baru dengan anggota awal berada pada lapisan 0.
- *Object3D*, sebuah kelas dasar untuk hampir semua object pada Three.js yang juga menyediakan seperangkat properti dan metode untuk memanipulasi objek 3 dimensi pada ruang.
- *Raycaster*, sebuah kelas yang didesain untuk membantu *raycasting*. *Raycasting* digunakan untuk mengetahui posisi kurSOR berada pada suatu benda diantara benda lainnya. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa vektor awal asal sinar, arah sinar, jarak terdekat, dan jarak terjauh. Contoh untuk kelas *Raycaster* dapat dilihat pada *listing 2.42*.

```

var raycaster = new THREE.Raycaster();
var mouse = new THREE.Vector2();

function onMouseMove( event ) {
    // menghitung posisi kurSOR pada koordinat perangkat normal
    // (-1 to +1) untuk kedua komponen

    mouse.x = ( event.clientX / window.innerWidth ) * 2 - 1;
    mouse.y = - ( event.clientY / window.innerHeight ) * 2 + 1;
}

function render() {
    // mengubah sinar dari kamera dan posisi kurSOR
    raycaster.setFromCamera( mouse, camera );

    // kalkulasi objek yang berpotongan pada sinar
    var intersects = raycaster.intersectObjects( scene.children );

    for ( var i = 0; i < intersects.length; i++ ) {
        intersects[ i ].object.material.color.set( 0xff0000 );
    }
    renderer.render( scene, camera );
}

```

```

}

window.addEventListener( 'mousemove' , onMouseMove , false );
window.requestAnimationFrame( render );

```

Listing 2.42: Contoh penggunaan kelas *Raycaster*.

- *Uniform*, merupakan variabel global GLSL. *Uniform* akan dikirim ke program *shader*. Contoh untuk kelas *Uniform* dapat dilihat pada *listing 2.43*.

```

uniforms: {
    time: { value: 1.0 },
    resolution: new THREE.Uniform( new THREE.Vector2() )
}

```

Listing 2.43: Contoh penggunaan kelas *Uniform* yang diinisialisasi dengan nilai atau objek.

- *Loaders*

Berbagai kelas di bawah ini merupakan kelas yang dapat digunakan untuk memuat berkas yang ingin digunakan pada pemodelan tiga dimensi dengan pustaka Three.js. Jenis berkas yang dapat dimuat bisa berupa JSON, tekstur biner umum, teks, gambar, objek, dan berbagai jenis berkas lainnya. Kelas abstrak yang digunakan untuk implementasi pemuat adalah kelas *Loader*.

- *AnimationLoader*, kelas untuk memuat animasi dalam format JSON. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *AnimationLoader* pada saat memuat suatu berkas JavaScript dapat dilihat pada *listing 2.44*.

```

// instansiasi pemuat
var loader = new THREE.AnimationLoader();

// memuat sumber daya
loader.load(
    // URL sumber daya
    'animations/animation.js',
    // fungsi yang dijalankan saat sumber data telah dimuat
    function ( animation ) {
        // melakukan sesuatu dengan animasi
    },
    // fungsi yang dipanggil saat unduh dalam proses
    function ( xhr ) {
        console.log( (xhr.loaded / xhr.total * 100) + '% loaded' );
    },
    // fungsi yang dipanggil saat unduh gagal
    function ( xhr ) {
        console.log( 'An error happened' );
    }
);

```

Listing 2.44: Contoh penggunaan kelas *AnimationLoader*.

- *CubeTextureLoader*, kelas untuk memuat sebuah *CubeTexture*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *CubeTextureLoader* menggunakan gambar dengan format PNG di setiap sisinya dapat dilihat pada *listing 2.45*.

```

var scene = new THREE.Scene();
scene.background = new THREE.CubeTextureLoader()
    .setPath( 'textures/cubeMaps/' )
    .load( [
        '1.png',
        '2.png',
        '3.png',
        '4.png',
        '5.png',
        '6.png'
    ] );

```

Listing 2.45: Contoh penggunaan kelas *CubeTextureLoader*.

- *DataTextureLoader*, kelas dasar abstrak untuk memuat format tekstur biner umum. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*.
- *FileLoader*, kelas level rendah untuk memuat sumber daya dengan *XMLHttpRequest*. Kelas ini digunakan secara internal untuk kebanyakan *loaders*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *FileLoader* dengan berkas berformat TXT dapat dilihat pada *listing 2.46*.

```

var loader = new THREE.FileLoader();

//memuat sebuah file teks keluaran ke konsol
loader.load(
    // sumber daya URL
    'example.txt',

    // fungsi yang dijalankan saat sumber daya telah dimuat
    function ( data ) {
        // keluaran teks ke konsol
        console.log( data )
    },

    //fungsi yang dipanggil saat unduh dalam proses
    function ( xhr ) {
        console.log( (xhr.loaded / xhr.total * 100) + '% loaded' );
    }

    // fungsi yang dipanggil saat unduh gagal
    function ( xhr ) {
        console.error( 'An error happened' );
    }
);

```

Listing 2.46: Contoh penggunaan kelas *FileLoader*.

- *FontLoader*, kelas untuk memuat sebuah font dalam format JSON. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *FontLoader* dapat dilihat pada *listing 2.47*.

```

var loader = new THREE.FontLoader();
var font = loader.load(
    // sumber daya URL

```

```

'fonts/helvetiker_bold.typeface.json'\n
// fungsi yang dijalankan saat sumber daya telah dimuat\n
function ( font ) {\n
    // melakukan sesuatu dengan font\n
    scene.add( font );\n
},\n
// fungsi yang dipanggil saat unduh dalam proses\n
function ( xhr ) {\n
    console.log( (xhr.loaded / xhr.total * 100)\n
        + '% loaded' );\n
},\n
// fungsi yang dipanggil saat unduh gagal\n
function ( xhr ) {\n
    console.log( 'An error happened' );\n
}\n
);

```

Listing 2.47: Contoh penggunaan kelas *FontLoader*.

- *ImageLoader*, sebuah pemuat untuk memuat gambar. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *ImageLoader* dapat dilihat pada [listing 2.48](#).

```

// inisiasi pemuat\n
var loader = new THREE.ImageLoader();\n\n
// load a image resource\n
loader.load(\n
    // sumber daya URL\n
    'textures/skyboxsun25degtest.png',\n
    // fungsi yang dijalankan saat sumber daya telah dimuat\n
    function ( image ) {\n
        // melakukan sesuatu dengan gambar\n\n
        // menggambar bagian dari gambar pada canvas\n
        var canvas = document.createElement( 'canvas' );\n
        var context = canvas.getContext( '2d' );\n
        context.drawImage( image, 100, 100 );\n
    },\n
    // fungsi yang dipanggil saat unduh dalam proses\n
    function ( xhr ) {\n
        console.log( (xhr.loaded / xhr.total * 100)\n
            + '% loaded' );\n
    },\n
    // fungsi yang dipanggil saat unduh gagal\n
    function ( xhr ) {\n
        console.log( 'An error happened' );\n
    }\n
);

```

Listing 2.48: Contoh penggunaan kelas *ImageLoader*.

- *JSONLoader*, sebuah pemuat untuk memuat objek dalam format JSON. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *JSONLoader* dapat dilihat pada [listing 2.49](#).

```
// inisiasi pemuat
var loader = new THREE.JSONLoader();

// memuat sumber daya
loader.load(
    // sumber daya URL
    'models/animated/monster/monster.js',
    // fungsi yang dijalankan saat sumber daya telah dimuat
    function ( geometry, materials ) {

        var material = materials[ 0 ];
        var object = new THREE.Mesh( geometry, material );

        scene.add( object );
    }
);

```

Listing 2.49: Contoh penggunaan kelas *JSONLoader*.

- *MaterialLoader*, sebuah pemuat untuk memuat *Material* dalam format JSON. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *MaterialLoader* dapat dilihat pada *listing 2.50*.

```
// inisiasi pemuat
var loader = new THREE.MaterialLoader();

// memuat sumber daya
loader.load(
    // sumber daya URL
    'path/to/material.json',
    // fungsi yang dijalankan saat sumber daya telah dimuat
    function ( material ) {
        object.material = material;
    },
    // fungsi yang dipanggil saat unduh dalam proses
    function ( xhr ) {
        console.log( (xhr.loaded / xhr.total * 100)
            + '% loaded' );
    },
    // fungsi yang dipanggil saat unduh gagal
    function ( xhr ) {
        console.log( 'An error happened' );
    }
);

```

Listing 2.50: Contoh penggunaan kelas *MaterialLoader*.

- *ObjectLoader*, sebuah pemuat untuk memuat sumber daya JSON. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *ObjectLoader* dapat dilihat pada *listing 2.51*.

```
var loader = new THREE.ObjectLoader();
```

```

loader.load(
    // sumber daya URL
    "models/json/example.json",

    // mengirimkan data yang telah dimuat ke fungsi onLoad
    // di sini diasumsikan menjadi sebuah objek
    function ( obj ) {
        // menambahkan objek yang telah dimuat ke layar
        scene.add( obj );
    },

    // fungsi yang dipanggil saat unduh dalam proses
    function ( xhr ) {
        console.log( (xhr.loaded / xhr.total * 100)
            + '% loaded' );
    },

    // fungsi yang dipanggil saat unduh gagal
    function ( xhr ) {
        console.error( 'An error happened' );
    }
);

// sebagai alternatif untuk mengurai JSON yang telah dimuat
var object = loader.parse( a_json_object );

scene.add( object );

```

Listing 2.51: Contoh penggunaan kelas *ObjectLoader*.

- *TextureLoader*, kelas untuk memuat tekstur. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *TextureLoader* pada suatu material dapat dilihat pada *listing 2.52*.

```

// inisiasi pemuat
var loader = new THREE.TextureLoader();

// memuat sumber daya
loader.load(
    // sumber daya URL
    'textures/land_ocean_ice_cloud_2048.jpg',
    // fungsi yang dijalankan saat sumber daya telah dimuat
    function ( texture ) {
        // melakukan sesuatu dengan tekstur
        var material = new THREE.MeshBasicMaterial( {
            map: texture
        });
    },
    // fungsi yang dipanggil saat unduh dalam proses
    function ( xhr ) {
        console.log( (xhr.loaded / xhr.total * 100)
            + '% loaded' );
    }
);

```

```

    },
    // fungsi yang dipanggil saat unduh gagal
    function ( xhr ) {
        console.log( 'An error happened' );
    }
);

```

Listing 2.52: Contoh penggunaan kelas *TextureLoader*.

- *OBJLoader*, sebuah pemuat untuk memuat sumber daya .obj. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *loadingManager*. Contoh untuk kelas *OBJLoader* dapat dilihat pada *listing 2.53*.

```

// inisiasi pemuat
var loader = new THREE.OBJLoader();

// memuat sumber daya
loader.load(
    // sumber daya URL
    'models/monster.obj',
    // fungsi yang dipanggil saat sumber daya telah dimuat
    function ( object ) {
        scene.add( object );
    }
);

```

Listing 2.53: Contoh penggunaan kelas *OBJLoader*.

- *Materials*

Material merupakan konstanta yang digunakan untuk mendefinisikan berbagai macam properti pada suatu objek. Material ini kemudian dapat digunakan pada objek *Mesh* sebagai bahan properti dasar dari objek tersebut.

- *LineBasicMaterial*, sebuah bahan untuk menggambar geometri gaya *wireframe* [?]. Material ini digunakan untuk menggambar sebuah garis yang memungkinkan kita untuk mengatur warna, lebar garis, akhir garis, dan properti gabungan dari garis [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif [?]. Contoh untuk kelas *LineBasicMaterial* dapat dilihat pada *listing 2.54*.

```

var material = new THREE.LineBasicMaterial( {
    color: 0xffffffff,
    linewidth: 1,
    linecap: 'round', // ignored by WebGLRenderer
    linejoin: 'round' // ignored by WebGLRenderer
} );

```

Listing 2.54: Contoh penggunaan kelas *LineBasicMaterial*.

- *LineDashedMaterial*, sebuah bahan untuk menggambar geometri gaya *wireframe* dengan garis putus-putus [?]. Material ini digunakan untuk menggambar sebuah garis yang memungkinkan kita untuk membuat efek garis putus-putus dengan menspesifikasi garis putus dan jarak antara putusan garis tersebut [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif [?]. Contoh untuk kelas *LineDashedMaterial* dengan warna putih dapat dilihat pada *listing 2.55*.

```
var material = new THREE.LineDashedMaterial( {
    color: 0xffffffff ,
    linewidth: 1,
    scale: 1,
    dashSize: 3,
    gapSize: 1,
} );
```

Listing 2.55: Contoh penggunaan kelas *LineDashMaterial*.

- *Material*, kelas dasar abstrak untuk bahan.
- *MeshBasicMaterial*, sebuah bahan untuk menggambar geometri dengan cara sederhana yang datar [?]. *MeshBasicMaterial* merupakan material paling sederhana dan tidak memperhitungkan penerangan. Bentuk dengan material ini akan di-*render* sebagai poligon datar sederhana, kemudian akan didapatkan juga pilihan untuk menunjukkan bingkai dari geometri tersebut [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif [?].
- *MeshDepthMaterial*, sebuah bahan untuk menggambar geometri berdasarkan kedalaman [?]. Objek dengan material ini tidak didefinisikan dengan penerangan atau properti material yang spesifik, tetapi didefinisikan dengan jarak dari objek ke kamera. Kita juga dapat mengkombinasikan material ini dengan material lain untuk dengan mudah membuat efek kabur [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif [?].
- *MeshLambertMaterial*, sebuah bahan untuk permukaan yang tidak bercahaya [?]. Material ini dapat digunakan untuk membuat objek terlihat polos dan tidak bercahaya. Material ini merupakan material yang paling mudah untuk digunakan dan merupakan salah satu material yang merespon terhadap pencahayaan [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif [?].
- *MeshNormalMaterial*, sebuah bahan yang memetakan vektor normal ke warna RGB [?]. Setiap permukaan dari objek di-*render* dengan menggunakan warna berbeda dan meskipun suatu bola dirotasikan warna tersebut akan menetap pada tempatnya [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif [?].
- *MeshPhongMaterial*, sebuah bahan untuk permukaan yang bercahaya dengan sorotan cahaya [?]. *MeshPhongMaterial* dapat digunakan untuk membuat sebuah material yang berkilau [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif [?].
- *MeshPhysicalMaterial*, sebuah ekstensi dari *MeshStandardMaterial* yang memungkinkan kontrol yang lebih kuat terhadap daya pemantulan. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif.
- *MeshStandardMaterial*, sebuah fisik bahan dasar standar menggunakan alur kerja *Metallic-Roughness*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif.
- *MeshToonMaterial*, sebuah ekstensi dari *MeshPhongMaterial* dengan bayangan. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif.
- *MeshFaceMaterial*, sebuah wadah yang memungkinkan kita untuk menspesifikasi material unik pada setiap permukaan geometri [?].
- *PointsMaterial*, sebuah bahan dasar yang digunakan *Points*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif. Contoh untuk kelas *PointsMaterial* sebagai bintang-bintang dapat dilihat pada *listing 2.56*.

```

var starsGeometry = new THREE.Geometry();

for ( var i = 0; i < 10000; i ++ ) {
    var star = new THREE.Vector3();
    star.x = THREE.Math.randFloatSpread( 2000 );
    star.y = THREE.Math.randFloatSpread( 2000 )
    star.z = THREE.Math.randFloatSpread( 2000 );

    starsGeometry.vertices.push( star );
}

var starsMaterial = new THREE.PointsMaterial( { color: 0x888888 } );

var starField = new THREE.Points( starsGeometry, starsMaterial );

scene.add( starField );

```

Listing 2.56: Contoh penggunaan kelas *PointsMaterial*.

- *RawShaderMaterial*, kelas ini bekerja seperti *ShaderMaterial* kecuali definisi dari *uniform* dan atribut yang telah ada tidak ditambahkan secara otomatis ke GLSL *shader* kode. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif. Contoh untuk kelas *RawShaderMaterial* dapat dilihat pada [listing 2.57](#).

```

var material = new THREE.RawShaderMaterial( {
    uniforms: {
        time: { value: 1.0 }
    },
    vertexShader: document.getElementById( 'vertexShader' )
        .textContent,
    fragmentShader: document.getElementById( 'fragmentShader' )
        .textContent,
} );

```

Listing 2.57: Contoh penggunaan kelas *RawShaderMaterial*.

- *ShaderMaterial*, sebuah bahan yang dibangun dengan *shader* kustom [?]. *ShaderMaterial* merupakan salah satu material yang paling serba guna dan kompleks pada pustaka Three.js. Kita dapat menambahkan *shader* kustom yang dijalankan langsung pada konteks WebGL. *Shader* merupakan hasil konversi objek JavaScript pada pustaka Three.js menjadi piksel-piksel pada layar. *Shader* kustom tersebut dapat secara tepat mendefinisikan bagaimana suatu objek harus di-*render* dan ditulis ulang atau untuk mengubah nilai awal dari pustaka Three.js [?]. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif [?]. Contoh untuk kelas *ShaderMaterial* dapat dilihat pada [listing 2.58](#).

```

var material = new THREE.ShaderMaterial( {
    uniforms: {
        time: { value: 1.0 },
        resolution: { value: new THREE.Vector2() }
    },
    vertexShader: document.getElementById( 'vertexShader' )
        .textContent,

```

```

        fragmentShader: document.getElementById( 'fragmentShader' )
        .textContent
    } );

```

Listing 2.58: Contoh penggunaan kelas *ShaderMaterial*.

- *ShadowMaterial*, sebuah bahan yang dapat menerima bayangan tetapi jika tidak merima bayangan maka akan transparan. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif. Contoh untuk kelas *ShadowMaterial* dapat dilihat pada *listing 2.59*.

```

var planeGeometry = new THREE.PlaneGeometry( 2000, 2000 );
planeGeometry.rotateX( - Math.PI / 2 );

var planeMaterial = new THREE.ShadowMaterial();
planeMaterial.opacity = 0.2;

var plane = new THREE.Mesh( planeGeometry, planeMaterial );
plane.position.y = -200;
plane.receiveShadow = true;
scene.add( plane );

```

Listing 2.59: Contoh penggunaan kelas *ShadowMaterial*.

- *SpriteMaterial*, sebuah bahan yang digunakan dengan *Sprite*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa objek dan bersifat fakultatif. Contoh untuk kelas *SpriteMaterial* dengan warna putih dapat dilihat pada *listing 2.60*.

```

var spriteMap = new THREE.TextureLoader().load( 'textures/sprite.png' );

var spriteMaterial = new THREE.SpriteMaterial( {
    map: spriteMap, color: 0xffffffff
});

var sprite = new THREE.Sprite( spriteMaterial );
sprite.scale.set(200, 200, 1)

scene.add( sprite );

```

Listing 2.60: Contoh penggunaan kelas *SpriteMaterial*.

- *Objects* Kelas abstrak untuk kelas-kelas di bawah ini adalah kelas *Object3D* yang menyediakan serangkaian properti dan metode untuk memanipulasi objek di dunia tiga dimensi. Dokumentasi untuk kelas abstrak tersebut dapat dilihat pada bagian *Core* di bab ini.

- *Bone*, sebuah tulang yang merupakan bagian dari kerangka. Contoh untuk kelas *Bone* dapat dilihat pada *listing 2.61*.

```

var root = new THREE.Bone();
var child = new THREE.Bone();

root.add( child );
child.position.y = 5;

```

Listing 2.61: Contoh penggunaan kelas *Bone*.

- *Group*, hampir sama dengan suatu *Object3D*. Contoh untuk kelas *Group* dapat dilihat pada *listing 2.62*.

```

var geometry = new THREE.BoxBufferGeometry( 1, 1, 1 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0x00ff00 } );

var cubeA = new THREE.Mesh( geometry, material );
cubeA.position.set( 100, 100, 0 );

var cubeB = new THREE.Mesh( geometry, material );
cubeB.position.set( -100, -100, 0 );

//create a group and add the two cubes
//These cubes can now be rotated / scaled etc as a group
var group = new THREE.Group();
group.add( cubeA );
group.add( cubeB );

scene.add( group );

```

Listing 2.62: Contoh penggunaan kelas *Group*.

- *LensFlare*, membuat lensa suar tiruan yang mengikuti cahaya. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa tekstur, ukuran, jarak, mode pencampuran, dan warna. Contoh untuk kelas *LensFlare* dapat dilihat pada *listing 2.63*.

```

var light = new THREE.PointLight( 0xffffff, 1.5, 2000 );

var textureLoader = new THREE.TextureLoader();

var textureFlare = textureLoader.
load( "textures/lensflare/lensflare.png" );

var flareColor = new THREE.Color( 0xffffff );
flareColor.setHSL( h, s, l + 0.5 );

var lensFlare = new THREE.LensFlare( textureFlare,
700, 0.0, THREE.AdditiveBlending, flareColor );
lensFlare.position.copy( light.position );

scene.add( lensFlare );

```

Listing 2.63: Contoh penggunaan kelas *LensFlare*.

- *Line*, sebuah garis yang kontinu. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa geometri dan material. Contoh untuk kelas *Line* dengan material berwarna dapat dilihat pada *listing 2.64*.

```

var material = new THREE.LineBasicMaterial({
    color: 0x0000ff
});

var geometry = new THREE.Geometry();
geometry.vertices.push(
    new THREE.Vector3( -10, 0, 0 ),
    new THREE.Vector3( 0, 10, 0 ),
    new THREE.Vector3( 10, 0, 0 )
);

```

```
var line = new THREE.Line( geometry, material );
scene.add( line );
```

Listing 2.64: Contoh penggunaan kelas *Line*.

- *LineLoop*, sebuah line kontinu yang kembali ke awal. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa geometri dan material.
- *LineSegments*, beberapa garis yang ditarik antara beberapa pasang *vertex*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa geometri dan material.
- *Mesh*, sebuah kelas yang merepresentasikan object dengan dasar segitiga. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa geometri dan material. Contoh untuk kelas *Mesh* dengan material berwarna merah dapat dilihat pada *listing 3.10*.

```
var geometry = new THREE.BoxBufferGeometry( 1, 1, 1 );
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { color: 0xffff00 } );
var mesh = new THREE.Mesh( geometry, material );
scene.add( mesh );
```

Listing 2.65: Contoh penggunaan kelas *Mesh*.

- *Points*, sebuah kelas yang merepresentasikan titik. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa geometri dan material.
- *Skeleton*, sebuah *array* dari tulang untuk membuat kerangka yang bisa digunakan pada *SkinnedMesh*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *array* dari *bones* dan *array* invers dari *Matriks4s*. Contoh untuk kelas *Skeleton* dapat dilihat pada *listing 2.66*.

```
var bones = [];

var shoulder = new THREE.Bone();
var elbow = new THREE.Bone();
var hand = new THREE.Bone();

shoulder.add( elbow );
elbow.add( hand );

bones.push( shoulder );
bones.push( elbow );
bones.push( hand );

shoulder.position.y = -5;
elbow.position.y = 0;
hand.position.y = 5;

var armSkeleton = new THREE.Skeleton( bones );
```

Listing 2.66: Contoh penggunaan kelas *Skeleton*.

- *SkinnedMesh*, sebuah *mesh* yang mempunyai kerangka yang terdiri dari tulang dan digunakan untuk menganimasikan kumpulan *vertex* pada geometri. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa geometri dan material. Contoh untuk kelas *SkinnedMesh* dengan geometri berbentuk silinder dapat dilihat pada *listing 2.67*.

```

var geometry = new THREE.CylinderBufferGeometry(
  5, 5, 5, 5, 15, 5, 30 );

// membuat index kulit dan berat kulit
for ( var i = 0; i < geometry.vertices.length; i ++ ) {
    // fungsi imajiner untuk menghitung index dan berat
    // bagian ini harus diganti bergantung pada kerangka dan model
    var skinIndex = calculateSkinIndex(
        geometry.vertices , i );
    var skinWeight = calculateSkinWeight(
        geometry.vertices , i );

    // menggerakan antara tulang
    geometry.skinIndices.push( new THREE.Vector4(
        skinIndex , skinIndex + 1, 0, 0 ) );
    geometry.skinWeights.push( new THREE.Vector4(
        1 - skinWeight , skinWeight , 0, 0 ) );
}

var mesh = THREE.SkinnedMesh( geometry , material );

// lihat contoh dari THREE.Skeleton untuk armSkeleton
var rootBone = armSkeleton.bones[ 0 ];
mesh.add( rootBone );

// ikat kerangka dengan jala
mesh.bind( armSkeleton );

// pindahkan tulang dan manipulasi model
armSkeleton.bones[ 0 ].rotation.x = - 0.1;
armSkeleton.bones[ 1 ].rotation.x = 0.2;

```

Listing 2.67: Contoh penggunaan kelas *SkinnedMesh*.

- *Sprite*, sebuah dataran yang selalu menghadap kamera secara umum dengan bagian tekstur transparan diaplikasikan. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa material. Contoh untuk kelas *Sprite* dapat dilihat pada [listing 2.68](#).

```

var spriteMap = new THREE.TextureLoader().load( "sprite.png" );
var spriteMaterial = new THREE.SpriteMaterial(
{ map: spriteMap , color: 0xffffffff } );
var sprite = new THREE.Sprite( spriteMaterial );
scene.add( sprite );

```

Listing 2.68: Contoh penggunaan kelas *Sprite*.

- *Renderers*

Kelas-kelas di bawah ini akan digunakan sebagai pembangun model tiga dimensi yang telah kita buat untuk ditampilkan ke layar.

- *WebGLRenderer*, pembangun WebGL menampilkan layar indah yang dibuat oleh Anda menggunakan WebGL. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa *canvas*, konteks, presisi, dan parameter relevan lainnya.

- *WebGLRenderTarget*, merupakan sebuah penyangga target pembangun yang memungkinkan kartu video menggambarkan piksel untuk layar yang dibangun di latar. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa lebar, tinggi, dan parameter relevan lainnya.
- *WebGLRenderTargetCube*, digunakan oleh *CubeCamera* sebagai *WebGLRenderTarget*. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa lebar, tinggi, dan parameter relevan lainnya.

- *Math*

Kelas-kelas di bawah ini merupakan kelas yang melibatkan perhitungan matematika di dalamnya. Namun pada bagian ini hanya akan dijelaskan kelas-kelas yang berkaitan dengan skripsi ini saja.

- *Color*, merupakan sebuah kelas yang merepresentasikan warna. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa warna dalam heksadesimal, *string* warna biasa, pewarnaan pada *Cascading Style Sheets* (CSS), dan juga Red-Green-Blue (RGB) yang masing-masing dipisahkan dengan koma. Contoh untuk kelas *Color* dapat dilihat pada [listing 3.2](#)

```
//konstruktor kosong yang akan diisi otomatis dengan warna putih
var color = new THREE.Color();

//warna heksadesimal
var color = new THREE.Color( 0xff0000 );

//RGB string
var color = new THREE.Color("rgb(255, 0, 0)");
var color = new THREE.Color("rgb(100%, 0%, 0%)");

//nama warna, terdapat 140 warna yang didukung pustaka Three.js
//Note the lack of CamelCase in the name
var color = new THREE.Color('skyblue');

//HSL string
var color = new THREE.Color("hsl(0, 100%, 50%);

// nilai RGB yang terpisah
var color = new THREE.Color( 1, 0, 0 );
```

[Listing 2.69:](#) Contoh-contoh penggunaan kelas *Color*.

- *Vector3*, merupakan sebuah kelas yang merepresentasikan vektor 3 dimensi. Vektor 3 dimensi merupakan tiga serangkai angka yang terurut (ditandai dengan x, y, z). Vektor 3 dimensi ini dapat digunakan untuk merepresentasikan sebuah titik pada ruang 3 dimensi, arah dan panjang pada ruang 3 dimensi, dan tiga rangkai angka yang merepresentasikan keperluan pengguna. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa 3 buah angka yaitu x, y, dan juga z. Contoh untuk kelas *Vector3* pada perhitungan jarak antara dua buah titik dapat dilihat pada [listing 3.12](#).

```
var a = new THREE.Vector3( 0, 1, 0 );

//tidak ada argumen sehingga akan diisi dengan (0, 0, 0)
var b = new THREE.Vector3( );
```

```
var d = a.distanceTo( b );
```

Listing 2.70: Contoh penggunaan kelas *Vector3*.

- *OrbitControls* *OrbitControls* memungkinkan kamera untuk dapat mengorbit di sekeliling target. Objek *OrbitControl* dapat digunakan dengan menyertakan satu berkas JavaScript tambahan. Tidak seperti objek-objek lainnya, objek ini tidak tersedia langsung pada paket berkas yang disediakan oleh Pustaka Three.js melainkan harus ditambahkan secara terpisah pada HTML. Konstruktor pada kelas ini menerima parameter berupa kamera dan elemen HTML yang akan digunakan untuk *OrbitControls*. Contoh untuk kelas *OrbitControls* dapat dilihat pada *listing 2.71*.

```
var renderer = new THREE.WebGLRenderer();
renderer.setSize( window.innerWidth , window.innerHeight );
document.body.appendChild( renderer.domElement );

var scene = new THREE.Scene();

var camera = new THREE.PerspectiveCamera( 45, window.innerWidth / window.in
var controls = new THREE.OrbitControls( camera );

//controls.update() harus dipanggil setelah perubahan manual pada transformasi
camera.position.set( 0, 20, 100 );
controls.update();

function animate() {
    requestAnimationFrame( animate );
    //dibutuhkan apabila controls.enableDamping atau controls.autoRotate diberikan
    controls.update();
    renderer.render( scene, camera );
}
```

Listing 2.71: Contoh penggunaan kelas *OrbitControls*.

2.3 Aplikasi Blender

Blender merupakan perangkat lunak multifungsi yang dapat digunakan untuk memodelkan, memahat, memberi tekstur, animasi, pengendali kamera, pembangun, dan gabungan grafik indah dari awal hingga akhir [?]. Pada Blender terdapat mode sunting yang memungkinkan kita untuk melihat komponen-komponen kecil penyusun model. Komponen-komponen kecil tersebut dapat berupa:

- *Vertice*, merupakan sebuah titik sederhana pada ruang. Titik ini tidak memiliki volume atau pun bentuk dan benar-benar merupakan titik yang sangat kecil. Titik ini hanya memiliki lokasi.
- *Edge*, merupakan sebuah jembatan antara dua *vertice*. Jembatan ini memiliki panjang namun tidak memiliki lebar.

- *Face*, merupakan tiga atau lebih *edge* yang saling terhubung yang membentuk suatu bentuk geometri.

Setelah mengetahui komponen-komponen penyusun model pada Blender, kita dapat melakukan pembentukan pada model tersebut. Alat yang biasanya sering digunakan dalam pemodelan adalah *extrude*, *insert edge loop*, dan *subdivide*. Berikut ini merupakan penjelasan untuk alat-alat tersebut:

- *Extrude*, memungkinkan kita untuk menarik keluar atau mendorong ke dalam suatu *vertice*, *edge*, maupun *face* sesuai dengan arah dan panjang yang kita inginkan.
- *Insert Edge Loop*, menambahkan satu set *edge* terkoneksi yang biasanya membungkus sekeliling permukaan suatu bentuk model.
- *Subdivide*, membagi permukaan menjadi empat buah bagian sehingga kita dapat membuat bentuk geometri yang lebih detail dari pecahan permukaan tersebut.

BAB 3

ANALISIS

Bab ini berisi analisis pemodelan properti kelas, analisis pemanfaatan pustaka Three.js, dan analisis penggunaan WebGL.

3.1 Analisis Pemodelan Properti Kelas

Pemodelan properti kelas merupakan proses dibuatnya masing-masing satuan properti yang dimiliki oleh kelas pada Fakultas Teknologi Informasi dan Sains. Pada proses pemodelan akan dilakukan pembentukan properti kelas pada editor hingga menyerupai bentuk asli dari properti yang sedang dimodelkan. Penulis memanfaatkan bantuan aplikasi Blender¹ dalam melakukan pemodelan properti kelas. Aplikasi Blender (subbab 2.3) merupakan sebuah perangkat lunak untuk membangun grafika 3 dimensi. Terdapat 2 buah tahapan dalam memodelkan suatu bentuk properti, yaitu sebagai berikut:

- **Pembentukan model**, pada tahap ini dilakukan berbagai cara untuk memanipulasi bentuk model hingga bentuknya menyerupai properti yang asli. Dilakukan berbagai usaha untuk dapat menyerupai bentuk dari properti asli seperti *selecting*, *extruding*, *rotating*, *slicing*, *moving*, dan lain-lain. Pada gambar 3.1 dapat dilihat proses pembentukan model untuk properti meja dosen.
- **Pemetaan tekstur**, pada tahap ini dilakukan pemetaan permukaan objek ke gambar tekstur yang cocok dengan model tersebut. Setiap bagian permukaan dari model akan dibuka hingga menjadi satu permukaan datar. Kemudian permukaan datar tersebut akan ditempelkan kepada tekstur yang cocok dengan model tersebut. Pada gambar 3.2 dapat dilihat proses pembukaan setiap permukaan dari model meja dosen hingga menjadi satu permukaan datar. Kemudian hasil akhirnya dapat dilihat pada gambar 3.3.

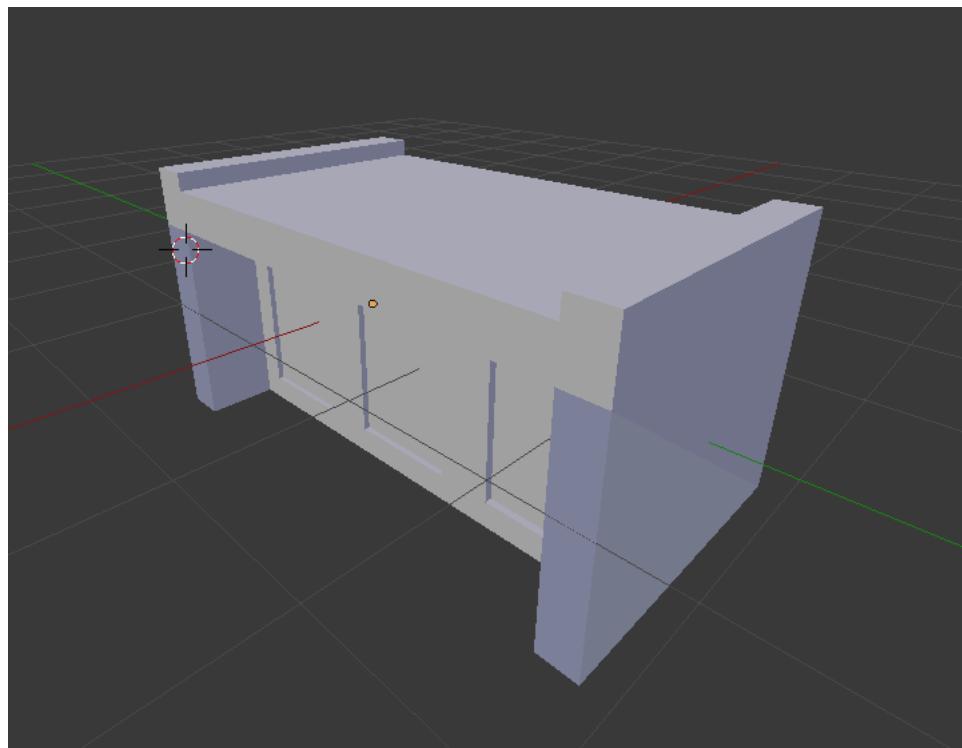
3.2 Analisis pemanfaatan pustaka Three.js

Pada pengimplementasian Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web digunakan banyak fitur yang telah disediakan oleh pustaka Three.js. Berikut ini merupakan daftar fitur pustaka Three.js yang digunakan pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web:

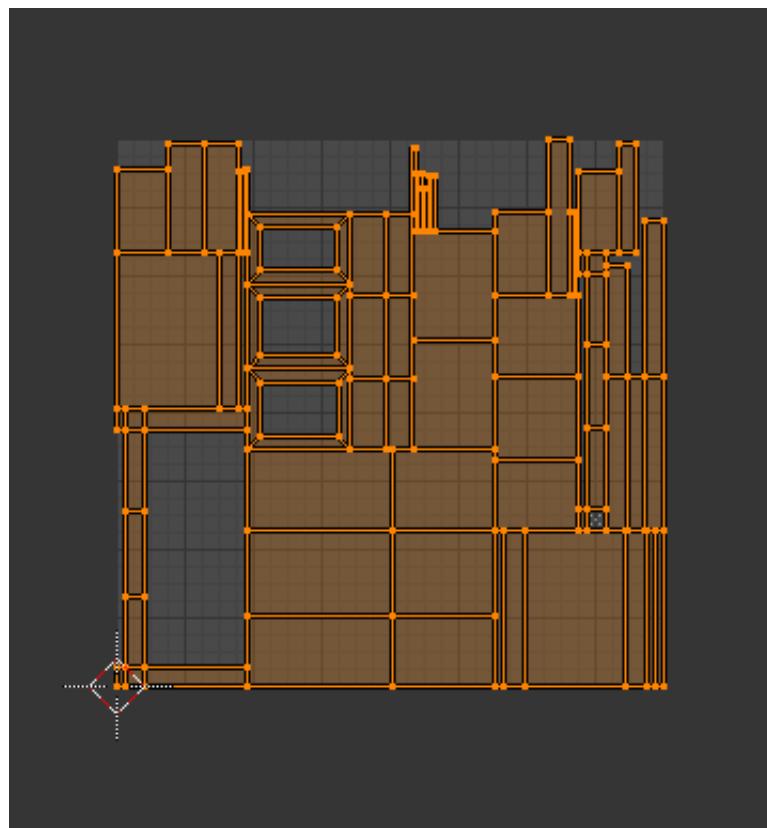
3.2.1 Panggung

Panggung (*scene*) merupakan sebuah wadah untuk menempatkan sesuatu pada pustaka Three.js (subbab 2.2.1). *Scene* harus selalu diimplementasikan karena merupakan elemen dasar yang diperlukan pada representasi grafika 3 dimensi. Contoh penggunaan *Scene* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dengan latar warna putih dapat dilihat pada *listing* 3.1.

¹<https://www.blender.org/>



Gambar 3.1: Meja sederhana yang selesai dibentuk namun belum diberi tekstur



Gambar 3.2: Pembukaan setiap bagian permukaan dari model meja dosen hingga menjadi satu permukaan datar



Gambar 3.3: Hasil akhir pemodelan properti meja dosen

```
var scene = new THREE.Scene();
scene.background = new THREE.Color(constant.worldColor);
```

Listing 3.1: Contoh penggunaan *Scene*

3.2.2 Cahaya

Pada dunia 3 dimensi dan khususnya pada pemanfaatan pustaka Three.js (subbab 2.2.1), telah disediakan berbagai macam cahaya untuk memberikan pencahayaan pada layar. Contoh cahaya yang disediakan oleh pustaka Three.js adalah *AmbientLight*, *DirectionalLight*, *Hemisphere Light*, *PointLight*, *RectAreaLight* dan *SpotLight*. Namun pada implementasi kelas Fakultas Teknologi Informasi dan Sains ke dalam model 3 dimensi tidak digunakan cahaya, hal tersebut terjadi karena telah digunakan material yang dapat terlihat meskipun tanpa ada cahaya pada panggung tersebut. Material tersebut adalah *MeshBasicMaterial*, sebuah material yang paling sederhana dan tidak memperhitungan cahaya.

3.2.3 Warna

Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web digunakan pemanfaatan objek warna yang telah disediakan oleh pustaka Three.js yaitu *Color* (subbab 2.2.2). Objek warna ini kemudian digunakan untuk memberikan pewarnaan pada latar dunia 3 dimensi pada pemodelan aplikasi ini. Contoh penggunaan *Color* pada implementasi aplikasi ini dapat dilihat pada *listing 3.2*.

```
var scene = new THREE.Scene();
scene.background = new THREE.Color(constant.worldColor);
```

Listing 3.2: Contoh penggunaan *Color*

3.2.4 Kamera

Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web digunakan *PerspectiveCamera* yang telah disediakan oleh pustaka Three.js (subbab 2.2.1). *PerspectiveCamera* merupakan kamera yang menggunakan proyeksi perspektif. Terdapat juga jenis kamera lain seperti *CubeCamera* dan *OrthographicCamera*, namun pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web yang digunakan adalah *PerspectiveCamera* karena lebih cocok dalam representasi yang menyerupai perspektif dunia nyata. Contoh penggunaan *PerspectiveCamera* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dengan pengaturan kamera dan posisi tertentu dapat dilihat pada *listing 3.3*.

```
var camera = new THREE.PerspectiveCamera(75, window.innerWidth/
window.innerHeight, 0.1, 100, 100);
camera.position.set(0, 10, 40);
```

Listing 3.3: Contoh penggunaan PerspectiveCamera

3.2.5 Kontrol Kamera

Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web digunakan sebuah objek untuk kontrol kamera yang telah disediakan oleh pustaka Three.js (subbab 2.2.2). Objek tersebut adalah *OrbitControls*, objek ini memungkinkan kamera untuk dapat mengorbit di sekeliling target. Contoh penggunaan *OrbitControls* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dapat dilihat pada *listing 3.4*.

```
var camera = new THREE.PerspectiveCamera(75, window.innerWidth/
window.innerHeight, 0.1, 100, 100);
controls = new THREE.OrbitControls(camera, renderer.domElement);
```

Listing 3.4: Contoh penggunaan OrbitControls

3.2.6 Pembangun WebGL

WebGLRenderer merupakan pembangun model 3 dimensi untuk ditampilkan ke layar (subbab 2.2.2). Fitur ini menyediakan tempat untuk membangun *Scene* dan berbagai hal 3 dimensi lainnya. Contoh penggunaan *WebGLRenderer* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dengan batasan area hanya pada elemen *canvas* dapat dilihat pada *listing 3.5*.

```
var renderer = new THREE.WebGLRenderer(
{canvas: document.getElementById('canvas'), antialias: true});
```

Listing 3.5: Contoh penggunaan WebGLRenderer

3.2.7 Pemuat

Terdapat dua buah pemuat yang digunakan dalam implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis web. Berikut ini merupakan penjelasan untuk kedua pemuat tersebut:

- Pemuat JSON *JSONLoader* merupakan pemuat objek dalam bentuk JSON (JavaScript Object Notation). Pemuat ini mengubah format JSON menjadi objek yang dapat dibaca oleh pustaka Three.js (subbab 2.2.2). Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web, *JSONLoader* digunakan untuk membaca model properti kelas yang sebelumnya telah disimpan dalam format JSON. Contoh penggunaan *JSONLoader* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web pada implementasi aplikasi ini dapat dilihat pada *listing 3.6*.

```

var loader = new THREE.JSONLoader();
var callbackProperty = function(geometry) {
    var texture = new THREE.TextureLoader().load(property.texture);
    var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { map : texture } );
    var mesh = new THREE.Mesh(geometry, material);
    mesh.position.set(dx,dy,dz);
    mesh.scale.set(property.scale,property.scale,property.scale);
    mesh.rotation.y = property.rotation;
    scene.add(mesh);
};
loader.load(property.model, callbackProperty);

```

Listing 3.6: Contoh penggunaan *JSONLoader*

- Pemuat Tekstur *TextureLoader* merupakan pemuat untuk gambar tekstur. Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web, *TextureLoader* digunakan untuk memuat gambar tekstur yang kemudian akan digunakan untuk model properti kelas (subbab 2.2.2). Contoh penggunaan *TextureLoader* untuk tekstur suatu *mesh* yang akan ditambahkan ke *Scene* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web pada implementasi aplikasi ini ada pada *listing 3.7*.

```

var texture = new THREE.TextureLoader().load(property.texture);
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { map : texture } );
var mesh = new THREE.Mesh(geometry, material);
mesh.position.set(dx,dy,dz);
mesh.scale.set(property.scale,property.scale,property.scale);
mesh.rotation.y = property.rotation;
scene.add(mesh);

```

Listing 3.7: Contoh penggunaan *TextureLoader*

3.2.8 Material

Terdapat dua buah material yang digunakan dalam implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis web. Berikut ini merupakan penjelasan untuk kedua material tersebut:

- *MeshBasicMaterial* *MeshBasicMaterial* merupakan sebuah bahan untuk menggambar geometri dengan cara yang sederhana dan datar (subbab 2.2.2). Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web, *MeshBasicMaterial* digunakan untuk geometri-geometri properti kelas. Contoh penggunaan *MeshBasicMaterial* untuk suatu *mesh* yang akan ditambahkan ke *Scene* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dapat dilihat pada *listing 3.8*.

```

var texture = new THREE.TextureLoader().load(property.texture);
var material = new THREE.MeshBasicMaterial( { map : texture } );
var mesh = new THREE.Mesh(geometry, material);
mesh.position.set(dx,dy,dz);
mesh.scale.set(property.scale,property.scale,property.scale);
mesh.rotation.y = property.rotation;
scene.add(mesh);

```

Listing 3.8: Contoh penggunaan *MeshBasicMaterial*

- *MeshFaceMaterial* *MeshFaceMaterial* merupakan sebuah wadah yang memungkinkan kita untuk menspesifikasi material unik pada setiap permukaan geometri (subbab 2.2.2). Pada

implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web, *MeshFaceMaterial* digunakan untuk representasi ruangan kelas. Contoh penggunaan *MeshFaceMaterial* untuk representasi kelas dapat dilihat pada [listing 3.9](#).

```
var material = new THREE.MeshFaceMaterial(cubeMaterials);
var cube = new THREE.Mesh(geometry, material);
cube.position.y = 9.05;
cube.name = 'room';
scene.add(cube);
```

[Listing 3.9:](#) Contoh penggunaan *MeshFaceMaterial*

3.2.9 Jala

Jala (*mesh*) merupakan sebuah bentuk representasi objek (subbab [2.2.2](#)). Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web, *Mesh* digunakan untuk objek properti kelas. Contoh penggunaan *Mesh* yang akan ditambahkan ke *Scene* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dapat dilihat pada [listing 3.10](#)

```
var texture = new THREE.TextureLoader().load(property.texture);
var material = new THREE.MeshBasicMaterial({ map: texture });
var mesh = new THREE.Mesh(geometry, material);
mesh.position.set(dx, dy, dz);
mesh.scale.set(property.scale, property.scale, property.scale);
mesh.rotation.y = property.rotation;
scene.add(mesh);
```

[Listing 3.10:](#) Contoh penggunaan *Mesh*

3.2.10 Geometri

Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web digunakan satu buat geometri sebagai representasi dari ruangan kelas di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, geometri tersebut merupakan *BoxGeometry*. *BoxGeometry* merupakan sebuah geometri yang berbentuk segi empat (subbab [2.2.1](#)). Contoh penggunaan *BoxGeometry* sebagai kelas yang akan ditambahkan ke *Scene* pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dapat dilihat pada [listing 3.11](#).

```
var geometry = new THREE.BoxGeometry(length, width, height);
var material = new THREE.MeshFaceMaterial(cubeMaterials);
var cube = new THREE.Mesh(geometry, material);
cube.position.y = 9.05;
cube.name = 'room';
scene.add(cube);
```

[Listing 3.11:](#) Contoh penggunaan *BoxGeometry*

Terdapat sedikit keterbatasan pada penggunaan *BoxGeometry* untuk representasi ruangan kelas Fakultas Teknologi Informasi dan Sains. Geometri ini hanya memiliki 6 buah permukaan standar seperti bentuk kubus pada umumnya. Sementara itu pada ruangan Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, dinding ruangan terbagi menjadi dua warna. Sehingga dibutuhkan 10 permukaan dengan material berbeda untuk masing-masing permukaan tersebut. Sehingga untuk menangani permasalahan tersebut, dibuat kombinasi campuran warna tekstur yang sesuai untuk pasangan warna dinding yang akan digunakan pada ruangan kelas. Setiap tekstur tersebut akan memiliki dua buah warna, sehingga banyak permukaan yang akan digunakan tetap hanya 6 buah. Solusi lain yang mungkin dapat digunakan adalah dengan menambahkan 4 buah *PlaneGeometry* pada

masing-masing permukaan yang merepresentasikan dinding ruangan. *PlaneGeometry* merupakan geometri sederhana yang datar. Geometri ini dapat digunakan untuk menutupi setengah bagian permukaan dinding ruangan agar dapat diberikan warna tekstur lainnya, hal ini memungkinkan kita untuk membuat dua buah warna tekstur pada satu permukaan dinding ruangan. Namun solusi ini tidak diambil oleh penulis karena apabila solusi ini digunakan maka ada satu fitur pada *BoxGeometry* yang tidak dapat digunakan. Fitur tersebut merupakan penghilangan permukaan dinding yang menghadap ke kamera. Fitur ini sangat berguna untuk kemudahan perspektif pengguna saat melakukan rotasi ruangan pada saat melakukan proses pratinjau. Penambahan *PlaneGeometry* pada permukaan dinding ruangan akan mengganggu perspektif pengguna, karena pada saat dilakukan rotasi ruangan *PlaneGeometry* tidak akan menghilang dan menutupi bagian yang menghadap ke kamera. Oleh karena itu, solusi ini tidak diambil oleh penulis.

3.2.11 Vektor 3 Dimensi

Pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web digunakan vektor sebagai representasi titik target tempat kamera mengarah. Titik target ini memiliki masing-masing nilai koordinat untuk sumbu X, sumbu Y, dan juga sumbu Z. Vektor yang digunakan adalah *Vector3* yang telah disediakan oleh pustaka Three.js (subbab 2.2.2). Contoh penggunaan *Vector3* sebagai representasi titik target pada implementasi Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dapat dilihat pada *listing 3.12*

```
camera.position.set(0, 10, 0);
controls.minDistance = 5;
controls.maxDistance = 15;

controls.target = new THREE.Vector3(0, 10, 0);
```

Listing 3.12: Contoh penggunaan *Vector3*

3.3 Analisis Penggunaan WebGL

Pada pembuatan Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web tidak digunakan Application Programming Interface (API) WebGL secara langsung. Pemrograman dengan menggunakan API WebGL secara langsung akan menjadi proses yang sangat kompleks. Oleh karena itu digunakan pustaka Three.js yang didasari oleh fitur dari WebGL namun dengan penggunaan yang jauh lebih mudah tanpa harus mempelajari WebGL secara detail. Pustaka Three.js telah membungkus API yang disediakan oleh WebGL agar menjadi lebih mudah dan sederhana untuk digunakan. Oleh karena itu tidak terdapat banyak analisis pada bagian ini karena WebGL tidak digunakan secara langsung pada pembuatan skripsi ini.

BAB 4

PERANCANGAN

Pada bab ini dibahas mengenai perancangan perangkat lunak yang meliputi: perancangan struktur web, perancangan antarmuka, dan perancangan fitur yang diimplementasikan pada Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis.

4.1 Perancangan Struktur Web

Struktur web merupakan susunan direktori yang membangun web tersebut. Struktur web terdiri dari berbagai folder dan berkas yang telah dipisahkan berdasarkan fungsinya masing-masing. Berikut ini merupakan penjelasan masing-masing folder dan berkas yang digunakan untuk membangun web ini:

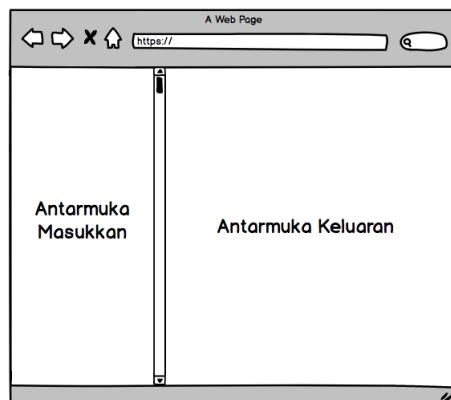
- **folder css**, folder ini berisi berkas dengan ekstensi css yang digunakan untuk mengatur dan memperindah tampilan web. Berkas yang ada pada folder ini hanya satu yaitu custom.css.
- **folder js**, folder ini berisi berkas dengan ekstensi js. Terdapat berbagai file JavaScript di dalam folder ini, daftar berkasnya adalah sebagai berikut:
 - **Main.js**, berkas JavaScript ini berisi berbagai fungsi utama yang digunakan untuk membangun Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web.
 - **three.js**, berkas JavaScript ini berisi berbagai fungsi yang disediakan oleh pustaka Three.js. Nantinya fungsi yang terdapat di dalam berkas ini akan dipanggil oleh Main.js
 - **OrbitControls.js**, berkas JavaScript ini berisi berbagai fungsi yang juga disediakan oleh pustaka Three.js. Namun pada berkas ini hanya khusus menyediakan fungsi-fungsi yang berkaitan dengan kontrol pada kamera.
- **berkas index.html**, merupakan berkas *HyperText Markup Language* (HTML) yang membentuk web untuk aplikasi pratinjau ini.
- **folder json**, folder ini berisi berkas dengan ekstensi JSON. Terdapat 2 berkas json di dalam folder ini yaitu sebagai berikut:
 - **constant.json**, berkas ini berisi berbagai informasi awal untuk diinisialisasi ke aplikasi sehingga dapat menampilkan gambaran awal dari ruangan kelas Fakultas Teknologi Informasi dan Sains.
 - **imported.json**, berkas ini berisi informasi untuk representasi ruangan kelas saat ujian sedang berlangsung di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains.
- **folder img**, folder ini berisi berkas gambar dengan ekstensi jpg. Terdapat berkas-berkas gambar seperti pilihan tekstur warna cat dinding dan pilihan tekstur warna lantai. Berikut ini merupakan daftar berkas yang ada pada folder ini:
 - textureatap.jpg, merupakan tekstur untuk bagian atap ruangan kelas.

- texturedinding1.jpg, merupakan pilihan tekstur pertama untuk bagian dinding ruangan kelas.
 - texturedinding2.jpg, merupakan pilihan tekstur kedua untuk bagian dinding ruangan kelas.
 - texturedinding3.jpg, merupakan pilihan tekstur ketiga untuk bagian dinding ruangan kelas.
 - texturedinding4.jpg, merupakan pilihan tekstur keempat untuk bagian dinding ruangan kelas.
 - texturedinding5.jpg, merupakan pilihan tekstur kelima untuk bagian dinding ruangan kelas.
 - texturedinding6.jpg, merupakan pilihan tekstur keenam untuk bagian dinding ruangan kelas.
 - texturedinding7.jpg, merupakan pilihan tekstur ketujuh untuk bagian dinding ruangan kelas.
 - texturedinding8.jpg, merupakan pilihan tekstur kedelapan untuk bagian dinding ruangan kelas.
 - texturelantai1.jpg, merupakan pilihan tekstur pertama untuk bagian lantai ruangan kelas.
 - texturelantai2.jpg, merupakan pilihan tekstur kedua untuk bagian lantai ruangan kelas.
 - texturelantai3.jpg, merupakan pilihan tekstur ketiga untuk bagian lantai ruangan kelas.
 - texturelantai4.jpg, merupakan pilihan tekstur keempat untuk bagian lantai ruangan kelas.
 - texturelantai5.jpg, merupakan pilihan tekstur kelima untuk bagian lantai ruangan kelas.
 - texturelantai6.jpg, merupakan pilihan tekstur keenam untuk bagian lantai ruangan kelas.
 - texturelantai7.jpg, merupakan pilihan tekstur ketujuh untuk bagian lantai ruangan kelas.
 - texturelantai8.jpg, merupakan pilihan tekstur kedelapan untuk bagian lantai ruangan kelas.
- **folder models**, folder ini berisi semua berkas yang diperlukan untuk membuat semua model pada Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dengan ekstensi JSON (JavaScript Object Notation) dan ekstensi jpg. Berikut ini merupakan daftar berkas yang terdapat pada folder ini:
 - Berkas dengan ekstensi JSON. Berkas ini berisi semua nilai informasi yang merepresentasikan suatu model seperti material yang digunakan serta koordinat titik-titik yang membentuk model tersebut. Daftar berkas dengan ekstensi JSON adalah sebagai berikut:
 - * ac.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model *air conditioner* pada ruangan kelas.
 - * jamdinding.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model jam dinding pada ruangan kelas.
 - * jendela.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model jendela pada ruangan kelas.
 - * kursidosen.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model kursi dosen pada ruangan kelas.
 - * kursimahasiswa.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model kursi mahasiswa pada ruangan kelas.
 - * lampu.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model lampu pada ruangan kelas.

- * layar.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model layar proyektor pada ruangan kelas.
 - * mejadosen.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model meja dosen pada ruangan kelas.
 - * papantulis.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model papan tulis pada ruangan kelas.
 - * pintu.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model pintu pada ruangan kelas.
 - * proyektor.json, berkas yang berisi nilai informasi untuk model proyektor pada ruangan kelas.
- Berkas dengan ekstensi jpg. Berkas ini berisi tekstur gambar yang akan dipetakan ke model dengan ekstensi JSON yang telah dibahas sebelumnya. Daftar berkas dengan ekstensi jpg pada folder ini adalah sebagai berikut:
- * textureacproyektorlayar.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model *air conditioner*, proyektor, dan layar.
 - * texturejamdinding.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model jam dinding.
 - * texturejendela.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model jendela.
 - * texturekursidosen.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model kursi dosen.
 - * texturekursimahasiswa.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model kursi mahasiswa.
 - * texturelampu.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model lampu.
 - * texturemejadosen.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model meja dosen.
 - * texturepapantulis.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model papan tulis.
 - * texturepintu.jpg, merupakan tekstur yang akan dipetakan ke model pintu.

4.2 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka dibuat atas dasar kebutuhan pengguna dengan Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web. Antarmuka ini digunakan sebagai media komunikasi antara pengguna dengan aplikasi web yang dibangun. Antarmuka untuk aplikasi ini terbagi menjadi dua jendela utama yaitu antarmuka masukan dan antarmuka keluaran seperti pada gambar 4.1. Berikut ini merupakan rancangan antarmuka aplikasi yang akan dibangun:

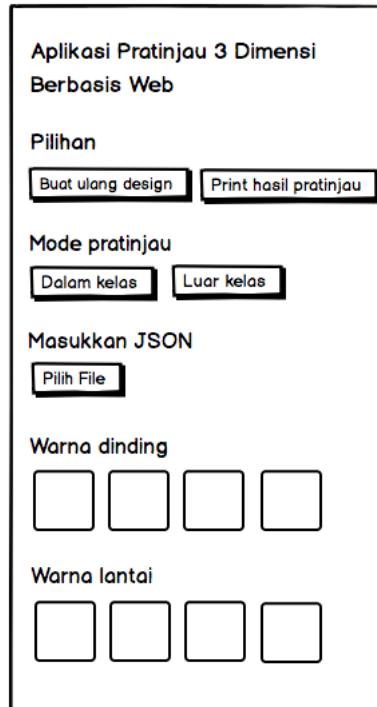


Gambar 4.1: Rancangan antarmuka secara keseluruhan.

4.2.1 Rancangan Antarmuka Masukan

Melalui antarmuka ini pengguna dapat memberikan masukan untuk mengubah kondisi kelas yang sedang diperhatikan. Rancangan untuk antarmuka ini dapat dilihat pada gambar 4.2. Penjelasan untuk setiap masukan pada gambar tersebut akan dijelaskan berikut ini:

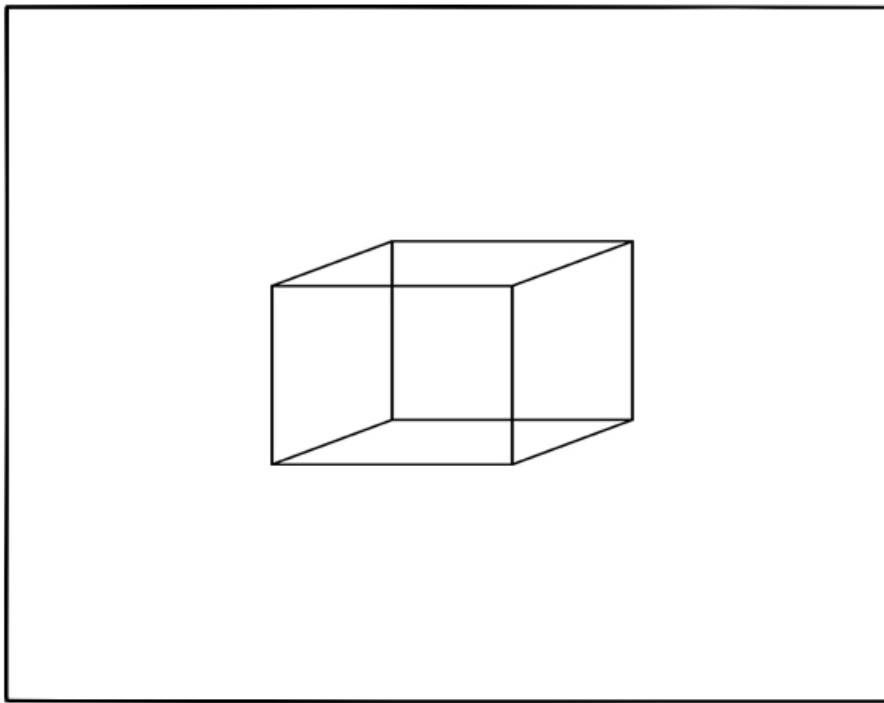
- Pilihan, merupakan pilihan yang dapat diambil untuk hasil pratinjau yang telah dibuat.
 - Buat ulang desain, merupakan tombol yang berfungsi untuk memperbarui halaman web sehingga masukan yang telah diberikan sebelumnya akan diabaikan dan dimulai ulang dari awal.
 - *Print* hasil pratinjau, merupakan tombol yang berfungsi untuk mencetak hasil pratinjau.
- Mode pratinjau, merupakan pilihan untuk posisi untuk melihat pratinjau ruangan kelas.
 - Dalam kelas, merupakan tombol untuk pilihan melihat pratinjau dari dalam ruangan kelas.
 - Luar kelas, merupakan tombol untuk pilihan melihat pratinjau dari luar ruangan kelas.
- Masukan JSON, merupakan pilihan untuk memberikan masukan properti ke dalam kelas dengan ekstensi *JavaScript Object Notation* (JSON) sesuai format yang telah disediakan.
- Warna dinding, merupakan varian warna dinding yang dapat dipilih oleh pengguna untuk mengubah warna dari dinding ruangan.
- Warna lantai, merupakan varian warna lantai yang dapat dipilih oleh pengguna untuk mengubah warna dari lantai ruangan.



Gambar 4.2: Rancangan antarmuka masukan.

4.2.2 Rancangan Antarmuka Keluaran

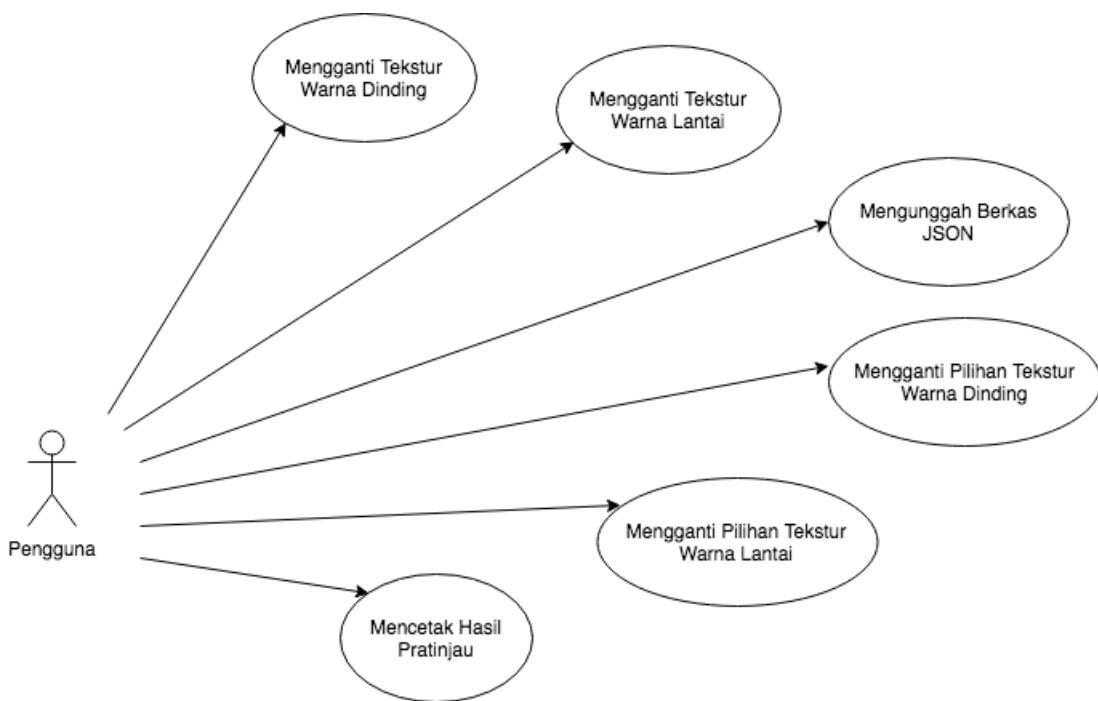
Melalui antarmuka ini pengguna dapat melihat kondisi kelas yang sedang dipratinjau. Pengguna dapat melakukan rotasi untuk melihat sisi lain dari ruangan kelas yang sedang dimodelkan pada antarmuka ini. Rancangan untuk antarmuka ini dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3: Rancangan antarmuka keluaran.

4.3 Perancangan Fitur yang Akan Diimplementasikan

Terdapat beberapa fitur yang akan diimplementasikan untuk Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi. Fitur-fitur tersebut dibuat untuk mendukung kegiatan pengguna dalam merasakan proses dan hasil pratinjau yang lebih baik. Berikut ini merupakan diagram *use case* dalam gambar 4.4 untuk memudahkan penjelasan fitur aplikasi yang disediakan.

Gambar 4.4: *Use case* diagram.

4.3.1 Fitur Mengganti Tekstur Warna Dinding Ruangan Kelas

Fitur ini berguna untuk mengganti tekstur warna dinding pada model ruangan kelas agar sesuai dengan keinginan pengguna. Penjelasan lebih detail untuk fitur ini terdapat pada tabel 4.1 dan 4.2.

<i>Use case</i>	<i>mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas</i>
Aktor	pengguna aplikasi
Kondisi awal	aktor ingin mengganti tekstur warna dinding pada model ruangan kelas dan tekstur warna dinding pada model ruangan kelas masih tidak sesuai dengan keinginan pengguna
Kondisi akhir	aktor telah mengganti tekstur warna dinding pada model ruangan kelas dan tekstur warna dinding pada model ruangan kelas telah sesuai dengan keinginan pengguna
Deskripsi	aktor mengganti tekstur warna dinding pada model ruangan kelas agar sesuai dengan keinginan aktor

Tabel 4.1: Keterangan *use case* mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas.

Pengguna	Aplikasi
1. Memilih tekstur warna dinding.	
2. Melakukan klik pada salah satu tekstur warna dinding.	3. Eksekusi masukan dari pengguna dan melakukan perubahan pada data tekstur dinding model aplikasi.
	4. Menampilkan model ruangan kelas dengan tekstur warna dinding yang baru.

Tabel 4.2: Skenario *use case* mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas.

4.3.2 Fitur Mengganti Tekstur Warna Lantai Ruangan Kelas

Fitur ini berguna untuk mengganti tekstur warna lantai pada model ruangan kelas agar sesuai dengan keinginan pengguna. Penjelasan lebih detail untuk fitur ini terdapat pada tabel 4.3 dan 4.4.

Use case	mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas
Aktor	pengguna aplikasi
Kondisi awal	aktor ingin mengganti tekstur warna lantai pada model ruangan kelas dan tekstur warna lantai pada model ruangan kelas masih tidak sesuai dengan keinginan pengguna
Kondisi akhir	aktor telah mengganti tekstur warna lantai pada model ruangan kelas dan tekstur warna lantai pada model ruangan kelas telah sesuai dengan keinginan pengguna
Deskripsi	aktor mengganti tekstur warna lantai pada model ruangan kelas agar sesuai dengan keinginan aktor

Tabel 4.3: Keterangan *use case* mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas.

Pengguna	Aplikasi
1. Memilih tekstur warna lantai.	
2. Melakukan klik pada salah satu tekstur warna lantai.	3. Eksekusi masukan dari pengguna dan melakukan perubahan pada data tekstur lantai model aplikasi.
	4. Menampilkan model ruangan kelas dengan tekstur warna lantai yang baru.

Tabel 4.4: Skenario *use case* mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas.

4.3.3 Fitur Unggah berkas JSON untuk Mengganti Informasi Ruangan Kelas

Fitur ini berguna untuk menambahkan dan mengganti isi informasi ruangan kelas. Informasi seperti properti ruangan kelas dapat ditambah dan diganti dengan mengunggah berkas dengan ekstensi JSON pada pilihan masukan di bagian kiri. Berkas JSON untuk beberapa mode kelas seperti saat sedang kegiatan perkuliahan, kegiatan ujian, maupun keadaan kelas yang kosong telah disediakan pada folder json. Pengguna dapat mengubah isi JSON tersebut dan mengunggah kembali untuk merubah keadaan ruangan kelas sesuai dengan yang pengguna inginkan. Contoh JSON untuk properti kelas pada saat kegiatan ujian dapat dilihat pada *listing 4.1*. Kemudian penjelasan lebih detail untuk fitur ini terdapat pada tabel 4.5 dan 4.6.

```
{
    "worldColor": 0xa9d9ef,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
    {
        "dx": 19.5,
        "dy": 4,
        "dz": 14.2,
        "distanceX": -3,
        "distanceZ": -3.5,
    }
]
```

```
"repeatx": 6,
"repeaty": 5,
"rotation": 0,
"texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
"model": "models/kursimahasiswa.json",
"scale": 1
}, {
    "dx": -4,
    "dy": 4,
    "dz": 14.2,
    "distancex": -3,
    "distancez": -3.5,
    "repeatx": 6,
    "repeaty": 5,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
    "model": "models/kursimahasiswa.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": 19.5,
    "dy": 10.2,
    "dz": 17.1,
    "distancex": -3,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 14,
    "repeaty": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/texturejendela.jpg",
    "model": "models/jendela.json",
    "scale": 2
},
{
    "dx": 8,
    "dy": 4.7,
    "dz": -8,
    "distancex": 6,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 2,
    "repeaty": 1,
    "rotation": Math.PI + (Math.PI/2),
    "texture": "models/texturemejadosen.jpg",
    "model": "models/mejadosen.json",
    "scale": 2
},
{
    "dx": -8,
    "dy": 14.5,
    "dz": -14.9,
    "distancex": 13,
    "distancez": 0,
```

```
        "repeatx": 2,
        "repeaty": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/layar.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -4,
        "dy": 14,
        "dz": 0,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeaty": 1,
        "rotation": Math.PI,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/proyektor.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -15,
        "dy": 13,
        "dz": 14.5,
        "distancex": 15,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 3,
        "repeaty": 1,
        "rotation": Math.PI,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/ac.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 14.9,
        "dz": -5,
        "distancex": 10,
        "distancez": 10,
        "repeatx": 3,
        "repeaty": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampa.jpg",
        "model": "models/lampa.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": 2.7,
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distancex": 0,
```

```
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeaty": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -14.6,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeaty": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 10,
        "dy": 5.5,
        "dz": -12,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeaty": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ],
        "floor": [
            "img/texturelantai1.jpg",
            "img/texturelantai2.jpg",
            "img/texturelantai3.jpg",
            "img/texturelantai4.jpg"
        ]
    }
}
```

```
        "img/texturelantai4.jpg",
        "img/texturelantai5.jpg",
        "img/texturelantai6.jpg",
        "img/texturelantai7.jpg",
        "img/texturelantai8.jpg"
    ],
    "ceiling": "img/textureatap.jpg"
},
"size": {
    "length": 43,
    "width": 12,
    "height": 31
},
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        },
        "control": {
            "minZoom": 5,
            "maxZoom": 15
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    }
},
"init": {
    "verticalField": 75,
    "nearPlane": 0.1,
    "farPlane": 100
}
```

```

        }
    }
}

```

Listing 4.1: Contoh JSON untuk ruangan kelas pada saat ujian.

Berikut ini merupakan penjelasan untuk setiap isi objek pada JSON tersebut:

- *worldColor*, merupakan warna latar dari ruang tempat dilakukannya pemodelan kelas. Nilai dari objek ini harus merupakan warna dalam bentuk desimal.
- *control*, merupakan ukuran perbesaran kamera minimal dan maksimal yang dibagi menjadi objek *minZoom* dan *maxZoom*. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
- *classProperties*, merupakan *array* dari objek-objek properti yang ada di dalam ruangan kelas. Terdapat beberapa objek lagi di dalamnya dengan penjelasan sebagai berikut:
 - *dx*, merupakan posisi pada sumbu X dari suatu properti. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - *dy*, merupakan posisi pada sumbu Y dari suatu properti. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - *dz*, merupakan posisi pada sumbu Z dari suatu properti. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - *distanceX*, merupakan jarak antara properti yang sama pada sumbu X apabila terdapat lebih dari satu properti yang sama. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - *distanceZ*, merupakan jarak antara properti yang sama pada sumbu Z apabila terdapat lebih dari satu properti yang sama. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - *repeatX*, merupakan jumlah properti yang ingin dimunculkan pada arah sumbu X. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - *repeatZ*, merupakan jumlah properti yang ingin dimunculkan pada arah sumbu Z. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - *rotation*, merupakan derajat rotasi dalam phi. Nilai dari objek ini merupakan kelipatan dari nilai phi.
 - *texture*, merupakan alamat berkas tekstur yang ingin dipetakan pada properti tersebut. Isi dari objek ini merupakan sebuah *string* yang merepresentasikan alamat tekstur.
 - *model*, merupakan alamat berkas model untuk properti tersebut. Isi dari objek ini merupakan sebuah *string* yang merepresentasikan alamat model.
 - *scale*, merupakan kelipatan perbesaran yang ingin dilakukan pada properti apabila properti dirasa kurang proposisional pada ruangan kelas. Nilai dari objek ini harus berupa bilangan rasional.
- *room*, merupakan objek yang berisi informasi ruangan kelas. Terdapat beberapa objek lagi di dalamnya dengan penjelasan sebagai berikut:
 - *texture*, berisi pilihan tekstur untuk diaplikasikan pada ruangan kelas. Berikut ini penjelasan masing-masing objek di dalamnya:
 - * *wall*, merupakan *array* dari alamat-alamat berkas pilihan tekstur untuk dinding ruangan kelas. Isi dari objek ini merupakan sebuah array *string* yang merepresentasikan alamat tekstur.
 - * *floor*, merupakan *array* dari alamat-alamat berkas pilihan tekstur untuk lantai ruangan kelas. Isi dari objek ini merupakan sebuah array *string* yang merepresentasikan alamat tekstur.

- * ceiling, merupakan alamat berkas tekstur untuk langit-langit ruangan kelas. Isi dari objek ini merupakan sebuah *string* yang merepresentasikan alamat tekstur.
- size, merupakan ukuran panjang, lebar, dan tinggi ruangan kelas yang dibagi menjadi objek *length*, *width*, dan *height*. Nilai dari masing-masing objek ini harus berupa bilangan rasional.
- view, merupakan objek yang berisi pengaturan perspektif kamera dengan berbagai mode. Terdapat beberapa objek untuk representasi masing-masing mode yang akan dijelaskan berikut ini:
 - outside, merupakan objek untuk mode kamera saat berada di luar ruangan kelas. Berikut ini masing-masing penjelasan informasi objek yang ada pada mode ini:
 - * cameraPosition, merupakan posisi kamera pada setiap sumbu yang terbagi menjadi objek x, y, dan z. Nilai dari masing-masing objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - * control, merupakan nilai minimal dan maksimal jarak perbesaran yang dapat dilakukan kamera pada mode ini sehingga terbagi menjadi objek minZoom dan maxZoom. Nilai dari masing-masing objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - * target, merupakan titik tempat kemera mengarah sehingga terbagi menjadi objek x, y, dan z. Nilai dari masing-masing objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - inside, merupakan objek untuk mode kamera saat berada di dalam ruangan kelas. Berikut ini masing-masing penjelasan informasi objek yang ada pada mode ini:
 - * cameraPosition, merupakan posisi kamera pada setiap sumbu yang terbagi menjadi objek x, y, dan z. Nilai dari masing-masing objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - * control, merupakan nilai minimal dan maksimal jarak perbesaran yang dapat dilakukan kamera pada mode ini sehingga terbagi menjadi objek minZoom dan maxZoom. Nilai dari masing-masing objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - * target, merupakan titik tempat kemera mengarah sehingga terbagi menjadi objek x, y, dan z. Nilai dari masing-masing objek ini harus berupa bilangan rasional.
 - init, merupakan objek untuk inisialisasi awal kamera saat aplikasi ini dibuka. Berikut ini masing-masing penjelasan informasi objek yang ada pada mode ini:
 - * verticalField, merupakan nilai frustum pandang vertikal untuk kamera. Nilai dari objek ini harus merupakan bilangan rasional.
 - * nearPlane, merupakan nilai frustum jarak dekat untuk kamera. Nilai dari objek ini harus merupakan bilangan rasional.
 - * farPlane, merupakan nilai frustum jarak jauh untuk kamera. Nilai dari objek ini harus merupakan bilangan rasional.

Use case	unggah berkas JSON untuk mengganti informasi ruangan kelas.
Aktor	pengguna aplikasi
Kondisi awal	aktor ingin mengkustom pemodelan ruangan kelas hingga sesuai dengan keinginannya dan ruangan kelas dalam keadaan belum sesuai dengan ekspektasi aktor
Kondisi akhir	aktor telah mengkustom pemodelan ruangan kelas dan ruangan kelas telah sesuai dengan ekspektasi aktor
Deskripsi	aktor mengganti informasi pada model ruangan kelas dengan mengunggah berkas JSON agar sesuai dengan keinginan aktor

Tabel 4.5: Keterangan *use case* unggah berkas JSON.

Pengguna	Applikasi
1. Memperkirakan informasi kelas apa saja yang ingin dikustom.	
2. Melakukan sunting pada berkas JSON yang tersedia atau membuat berkas JSON baru dengan mengikuti format berkas JSON yang ada.	
3. Menyimpan berkas JSON yang telah disunting atau dibuat baru.	
4. Melakukan klik pada pemilihan unggah berkas JSON.	
5. Memilih berkas JSON yang telah disunting atau dibuat baru dan mengunggahnya.	6. Eksekusi berkas JSON yang telah diunggah pengguna.
	7. Mengganti informasi kelas sesuai dengan berkas JSON yang telah diunggah pengguna dan membangun ulang pemodelan ruangan kelas.

Tabel 4.6: Skenario *use case* unggah berkas JSON.

4.3.4 Fitur Mengganti Pilihan Tekstur Warna Dinding Ruangan Kelas

Fitur ini berguna untuk mengganti pilihan tekstur warna dinding model ruangan kelas dari pilihan yang sebelumnya telah disediakan. Pengguna dapat menggunakan gambar apapun untuk dijadikan sebagai tekstur dinding ruangan kelas, namun dalam representasi gambar tersebut menjadi dinding akan mengalami sedikit penyesuaian. Penjelasan lebih detail untuk fitur ini terdapat pada tabel 4.7 dan 4.8.

<i>Use case</i>	mengganti pilihan tekstur warna dinding ruangan kelas
Aktor	pengguna aplikasi
Kondisi awal	aktor ingin mengganti atau menambahkan pilihan tekstur warna dinding yang telah disediakan sebelumnya dan pilihan warna tekstur dinding belum sesuai dengan keinginan aktor
Kondisi akhir	aktor telah mengganti atau menambahkan pilihan tekstur warna dinding dan pilihan tekstur warna dinding telah sesuai dengan ekspektasi aktor
Deskripsi	aktor mengganti atau menambahkan pilihan tekstur warna dinding dengan mengubah isi berkas JSON dan mengunggahnya

Tabel 4.7: Keterangan *use case* mengganti pilihan tekstur warna dinding.

Pengguna	Applikasi
1. Menyiapkan tekstur warna dinding yang baru.	
2. Mengubah isi berkas JSON bagian tekstur warna dinding dengan alamat tekstur warna yang baru.	
3. Menyimpan berkas JSON yang telah diubah dengan tekstur warna dinding yang baru.	
4. Melakukan klik pada pemilihan unggah berkas JSON.	
5. Memilih berkas JSON yang telah diubah dengan tekstur warna dinding yang baru dan mengunggahnya.	6. Eksekusi berkas JSON yang telah diunggah pengguna.
	7. Mengganti pilihan tekstur warna dinding sesuai dengan berkas JSON yang telah diunggah pengguna dan menampilkan ulang pilihan warna tekstur dinding.

Tabel 4.8: Skenario *use case* unggah berkas JSON.

4.3.5 Fitur Mengganti Pilihan Tekstur Warna Lantai Ruangan Kelas

Fitur ini berguna untuk mengganti pilihan tekstur warna lantai model ruangan kelas dari pilihan yang sebelumnya telah disediakan. Pengguna dapat menggunakan gambar apapun untuk dijadikan sebagai tekstur lantai ruangan kelas, namun dalam representasi gambar tersebut menjadi lantai akan mengalami sedikit penyesuaian. Penjelasan lebih detail untuk fitur ini terdapat pada tabel 4.9 dan 4.10.

Use case	mengganti pilihan tekstur warna lantai ruangan kelas
Aktor	pengguna aplikasi
Kondisi awal	aktor ingin mengganti atau menambahkan pilihan tekstur warna lantai yang telah disediakan sebelumnya dan pilihan warna tekstur lantai belum sesuai dengan keinginan aktor
Kondisi akhir	aktor telah mengganti atau menambahkan pilihan tekstur warna lantai dan pilihan tekstur warna lantai telah sesuai dengan ekspektasi aktor
Deskripsi	aktor mengganti atau menambahkan pilihan tekstur warna lantai dengan mengubah isi berkas JSON dan mengunggahnya

Tabel 4.9: Keterangan *use case* mengganti pilihan tekstur warna lantai.

Pengguna	Aplikasi
1. Menyiapkan tekstur warna lantai yang baru.	
2. Mengubah isi berkas JSON bagian tekstur warna lantai dengan alamat tekstur warna yang baru.	
3. Menyimpan berkas JSON yang telah diubah dengan tekstur warna lantai yang baru.	
4. Melakukan klik pada pemilihan unggah berkas JSON.	
5. Memilih berkas JSON yang telah diubah dengan tekstur warna lantai yang baru dan mengunggahnya.	6. Eksekusi berkas JSON yang telah diunggah pengguna.
	7. Mengganti pilihan tekstur warna lantai sesuai dengan berkas JSON yang telah diunggah pengguna dan menampilkan ulang pilihan warna tekstur lantai.

Tabel 4.10: Skenario *use case* unggah berkas JSON.

4.3.6 Fitur Menghasilkan Cetakan Ruangan Kelas

Fitur ini memanfaatkan fasilitas cetak yang telah disediakan oleh peramban. Namun fasilitas tersebut harus didukung dengan penataan letak konten yang tepat, oleh karena itu akan diimplementasikan penataan letak agar hasil cetak hanya merupakan pemodelan ruangan kelas saja tanpa menu yang ada pada web tersebut. Penjelasan lebih detail untuk fitur ini terdapat pada tabel [4.11](#) dan [4.12](#).

Use case	menghasilkan cetakan ruangan kelas
Aktor	pengguna aplikasi
Kondisi awal	aktor ingin mencetak hasil kustomisasi pratinjau model ruangan kelas dan hasil model ruangan kelas belum tercetak
Kondisi akhir	aktor telah mencetak hasil kustomisasi pratinjau model ruangan kelas dan hasil model ruangan kelas telah tercetak
Deskripsi	aktor mencetak hasil kustomisasi pratinjau model ruangan kelas dengan melakukan klik pada bagian cetak hasil

Tabel 4.11: Keterangan *use case* menghasilkan cetakan ruangan kelas.

Pengguna	Aplikasi
1. Menyelesaikan kustomisasi pratinjau model ruangan kelas.	
2. Melakukan klik pada bagian cetak hasil.	3. Eksekusi masukan dari pengguna dengan menampilkan pratinjau hasil cetak
4. Jika tidak sesuai pengguna melakukan klik pada tombol batal dan ke tahap 5 kemudian 1.	5. Menutup tampilan pratinjau hasil cetak.
6. Jika sesuai pengguna melakukan klik pada tombol cetak dan lanjut ke tahap 7.	7. Eksekusi masukan dan mencetak hasil pratinjau ruangan kelas

Tabel 4.12: Skenario *use case* menghasilkan cetakan ruangan kelas.

4.4 Perancangan Pengujian Fungsional

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana pengujian fungsional terhadap Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dilakukan. Pada pengujian ini akan diuji apakah semua fitur telah berjalan dengan baik pada aplikasi dan memberikan hasil keluaran yang benar.

- **Mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu mengganti warna tekstur dinding pada model ruangan kelas sesuai dengan keinginan pengguna.

- **Mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu mengganti warna tekstur lantai pada model ruangan kelas sesuai dengan keinginan pengguna.

- Mengunggah berkas JSON untuk mengganti informasi dari model dengan berbagai kemungkinan seperti:

- **Ruangan kelas pada saat suasana ujian.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu mengganti properti ruangan kelas sesuai dengan saat suasana ujian.

- **Ruangan kelas pada saat tidak ada properti.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu menghilangkan seluruh properti ruangan kelas.

- **Ruangan kelas pada saat suasana kuliah.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu mengganti properti ruangan kelas sesuai dengan saat suasana kuliah.

- **Ruangan kelas pada saat tidak ada pendingin ruangan.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu menghilangkan properti pendingin ruangan kelas.

- **Ruangan kelas pada saat hanya ada satu kursi di tengah ruangan.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu menghilangkan seluruh properti ruangan kelas dan menyisakan satu buah kursi mahasiswa di tengah-tengah kelas.

- **Ruangan kelas pada saat suasana ujian dengan dua meja pengawas.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu menambahkan satu buah meja pengawas di depan papan tulis.

- **Ruangan kelas pada saat suasana ujian tanpa ada meja pengawas.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu menghilangkan meja dosen dari ruangan kelas.

- **Ruangan kelas dengan bentuk persegi.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu merubah bentuk ruangan kelas menjadi persegi.

- **Ruangan kelas dengan bentuk memanjang.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu merubah bentuk ruangan kelas menjadi memanjang.

- **Dunia di luar ruangan kelas berwarna hitam.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu merubah dunia di luar ruangan kelas menjadi berwarna hitam.

- **Mengganti pilihan tekstur warna dinding untuk ruangan kelas.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu menyediakan pilihan tekstur warna dinding baru untuk dipilih pengguna nantinya.

- **Mengganti pilihan tekstur warna lantai untuk ruangan kelas.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu menyediakan pilihan tekstur warna lantai baru untuk dipilih pengguna nantinya.

- **Hasil cetakan berhasil mengambil gambar ruangan kelas.**

Pada bagian ini akan diuji apakah aplikasi mampu memberikan pratinjau cetakan yang rapih hasil dari pratinjau ruangan kelas.

BAB 5

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas tentang implementasi dan pengujian perangkat lunak berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Kemudian pada bab ini juga dibahas tentang lingkungan yang digunakan untuk pengujian perangkat lunak ini.

5.1 Lingkungan untuk Implementasi dan Pengujian

Terdapat dua lingkungan yang digunakan untuk implementasi dan pengujian. Lingkungan pertama digunakan untuk implementasi serta pengujian fungsi-fungsi dari aplikasi. Sedangkan lingkungan kedua digunakan untuk melakukan pengujian eksperimental. Berikut ini merupakan spesifikasi lingkungan perangkat keras dan juga perangkat lunak yang digunakan:

1. Lingkungan pertama, berikut ini merupakan spesifikasi lingkungan pertama:

Parameter	Nilai
<i>Processor</i>	1.8 GHz Intel Core i5
<i>Graphics Processing Unit (GPU)</i>	Intel HD Graphics 6000 1536 MB
<i>Random Access Memory (RAM)</i>	8 GB 1600 MHz DDR3
<i>Storage</i>	121 GB SSD

Tabel 5.1: Lingkungan perangkat keras pertama.

Parameter	Nilai
Sistem Operasi	macOS Sierra
Bahasa Pemrograman	JavaScript, CSS, dan HTML
<i>Text Editor (RAM)</i>	Visual Studio Code
Perangkat lunak pendukung	MAMP version: 4.2.1 dan Google Chrome Version 64.0.3282.186 (Official Build) (64-bit)

Tabel 5.2: Lingkungan perangkat lunak pertama.

2. Lingkungan kedua, berikut ini merupakan spesifikasi lingkungan kedua:

5.2 Implementasi

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil implementasi yang dilakukan pada aplikasi sesuai dengan rancangan pada bab sebelumnya.

Parameter	Nilai
<i>Processor</i>	Quad-Core Intel® Core™ i5-4200U CPU @ 1.60GHz
<i>Graphics Processing Unit (GPU)</i>	Intel Corporation Haswell-ULT Integrated Graphics Controller (rev 09). NVIDIA Corporation GF117M
<i>Random Access Memory (RAM)</i>	4 GB
<i>Storage</i>	113.9 GB SSD

Tabel 5.3: Lingkungan perangkat keras kedua.

Parameter	Nilai
Sistem Operasi	elementary OS 0.4 Loki (64-bit)
Bahasa Pemrograman	JavaScript, CSS, dan HTML
<i>Text Editor</i> (RAM)	Visual Studio Code
Perangkat lunak pendukung	XAMPP for Linux 64bit 5.6.31-0 dan Google Chrome Version 57.0.2987.110 (64-bit)

Tabel 5.4: Lingkungan perangkat lunak kedua.

5.2.1 Kode Program

Pengimplementasian Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web dilakukan dalam bahasa pemrograman JavaScript. Kode program untuk masing-masing fitur akan dijabarkan berikut ini:

- **Fitur mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas.**

Potongan kode program pada pengimplementasian fitur mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas sesuai yang telah dibuat pada rancangan sebelumnya dapat dilihat pada listing 5.1.

```
function setWallColor(src) {
    cubeMaterials[0] = new THREE.MeshBasicMaterial({
        map: new THREE.TextureLoader().load(src), side: THREE.BackSide });
    cubeMaterials[1] = new THREE.MeshBasicMaterial({
        map: new THREE.TextureLoader().load(src), side: THREE.BackSide });
    cubeMaterials[4] = new THREE.MeshBasicMaterial({
        map: new THREE.TextureLoader().load(src), side: THREE.BackSide });
    cubeMaterials[5] = new THREE.MeshBasicMaterial({
        map: new THREE.TextureLoader().load(src), side: THREE.BackSide });
}
```

Listing 5.1: Kode program untuk mengganti warna tekstur dinding.

- **Fitur mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas.**

Potongan kode program pada pengimplementasian fitur mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas sesuai yang telah dibuat pada rancangan sebelumnya dapat dilihat pada listing 5.2.

```
function setTileColor(src) {
    cubeMaterials[3] = new THREE.MeshBasicMaterial({
        map: new THREE.TextureLoader().load(src), side: THREE.DoubleSide });
}
```

Listing 5.2: Kode program untuk mengganti warna tekstur lantai.

- **Fitur unggah berkas JSON untuk mengganti informasi ruangan kelas.**

Potongan kode program pada pengimplementasian fitur unggah berkas JSON untuk mengganti informasi ruangan kelas sesuai yang telah dibuat pada rancangan sebelumnya dapat dilihat pada listing 5.3. Kode tersebut hanya memperlihatkan bagian saat semua properti dimuat ke dalam pemodelan ruangan kelas. Namun keseluruhan kode untuk implementasi fitur ini dapat dilihat pada bagian lampiran.

```

function loadModelFromJSON() {
    var classProperties = constant.classProperties;

    var i, a, b;
    for(i=0 ; i<classProperties.length ; i++) {
        var property = classProperties[i];
        var dx = property.dx;
        var dy = property.dy;
        var dz = property.dz;
        var distancex = property.distancex;
        var distancez = property.distancez;
        for(a=0 ; a<property.repeatz ; a++) {
            for(b=0 ; b<property.repeatx ; b++) {
                addPropertyToScene(property, dx, dy, dz);
                dx = dx + distancex;
            }
            dx = property.dx;
            dz = dz + distancez;
        }
    }

    function addPropertyToScene(property, dx, dy, dz) {
        var loader = new THREE.JSONLoader();
        var callbackProperty = function(geometry) {
            var texture = new THREE.TextureLoader()
                .load(property.texture);
            var material = new THREE.MeshBasicMaterial
                ( { map : texture } );
            var mesh = new THREE.Mesh(geometry, material);
            mesh.position.set(dx, dy, dz);
            mesh.scale.set(
                property.scale, property.scale, property.scale);
            mesh.rotation.y = property.rotation;
            scene.add(mesh);
        };
        loader.load(property.model, callbackProperty);
    }
}

```

Listing 5.3: Kode program untuk implementasi unggah JSON.

- **Fitur mengganti pilihan tekstur warna dinding ruangan kelas.**

Potongan kode program pada pengimplementasian fitur mengganti pilihan tekstur warna dinding ruangan kelas sesuai yang telah dibuat pada rancangan sebelumnya dapat dilihat

pada listing 5.4.

```

var wallTextureArr = constant.room.texture.wall;
for (i = 0; i < wallTextureArr.length; i++) {
    var x = document.createElement("IMG");
    var id = "dwall" + i;
    x.setAttribute("src", wallTextureArr[i]);
    x.setAttribute("class", "img-thumbnails");
    x.setAttribute("id", id);
    document.getElementById('wallTextures').appendChild(x);
}

document.getElementById("wallTextures").addEventListener("click", function(e) {
    if (e.target && e.target.nodeName == "IMG") {
        thumbnailClicked(e.target.id, e.target.src);
    }
})

```

Listing 5.4: Kode program untuk implementasi mengganti pilihan tekstur dinding.

- **Fitur mengganti pilihan tekstur warna lantai ruangan kelas.**

Potongan kode program pada pengimplementasian fitur mengganti pilihan tekstur warna lantai ruangan kelas sesuai yang telah dibuat pada rancangan sebelumnya dapat dilihat pada listing 5.5.

```

var floorTextureArr = constant.room.texture.floor;
for (i = 0; i < floorTextureArr.length; i++) {
    var x = document.createElement("IMG");
    var id = "ewall" + i;
    x.setAttribute("src", floorTextureArr[i]);
    x.setAttribute("class", "img-thumbnails");
    x.setAttribute("id", id);
    document.getElementById('floorTextures').appendChild(x);
}

document.getElementById("floorTextures").addEventListener("click", function(e) {
    if (e.target && e.target.nodeName == "IMG") {
        thumbnailClicked(e.target.id, e.target.src);
    }
})

```

Listing 5.5: Kode program untuk implementasi mengganti pilihan tekstur lantai.

- **Fitur menghasilkan cetakan ruangan kelas.**

Potongan kode program pada pengimplementasian fitur menghasilkan cetakan ruangan kelas sesuai yang telah dibuat pada rancangan sebelumnya dapat dilihat pada listing 5.6. Potongan kode ini merupakan pengaturan tampilan pada berkas dengan ekstensi CSS.

```

@media print {
    @page {
        margin: 0.5cm;
    }

    .menu {

```

```

        display: none !important;
    }

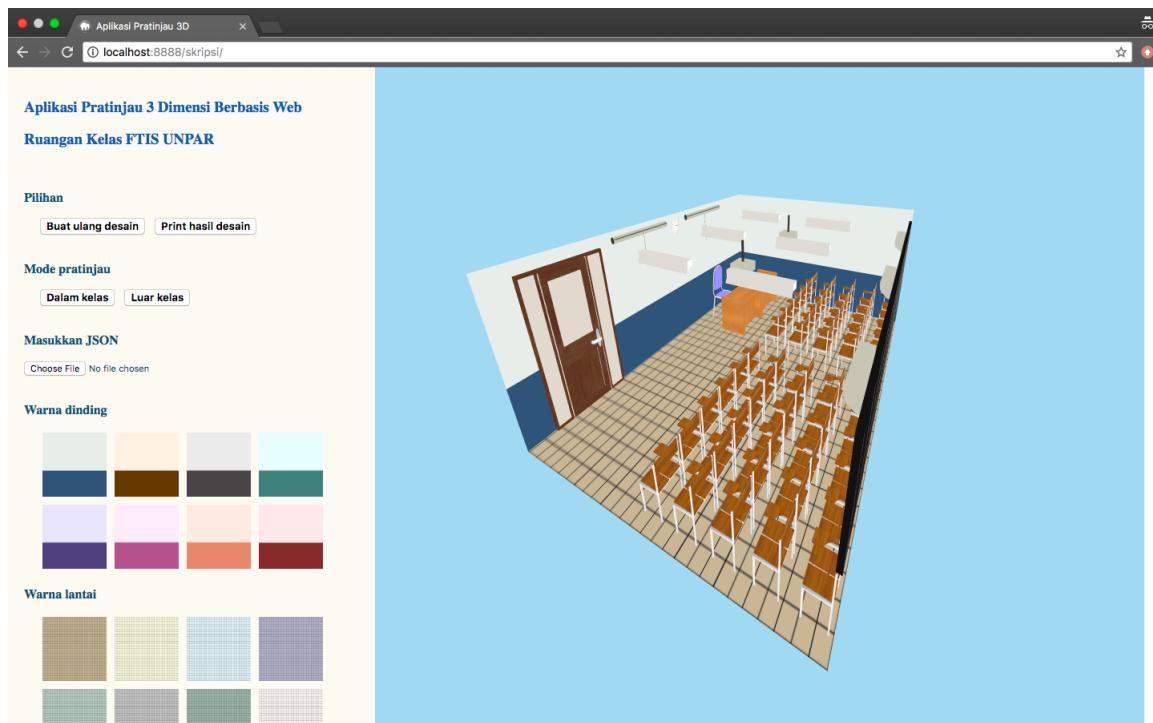
    #message {
        display: block;
        position: absolute !important;
    }
}

```

Listing 5.6: Kode program untuk membuat hasil cetak ruangan kelas.

5.2.2 Tampilan

Pengimplementasian tampilan pada Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web sesuai dengan yang telah dirancang sebelumnya dapat dilihat pada gambar 5.1.



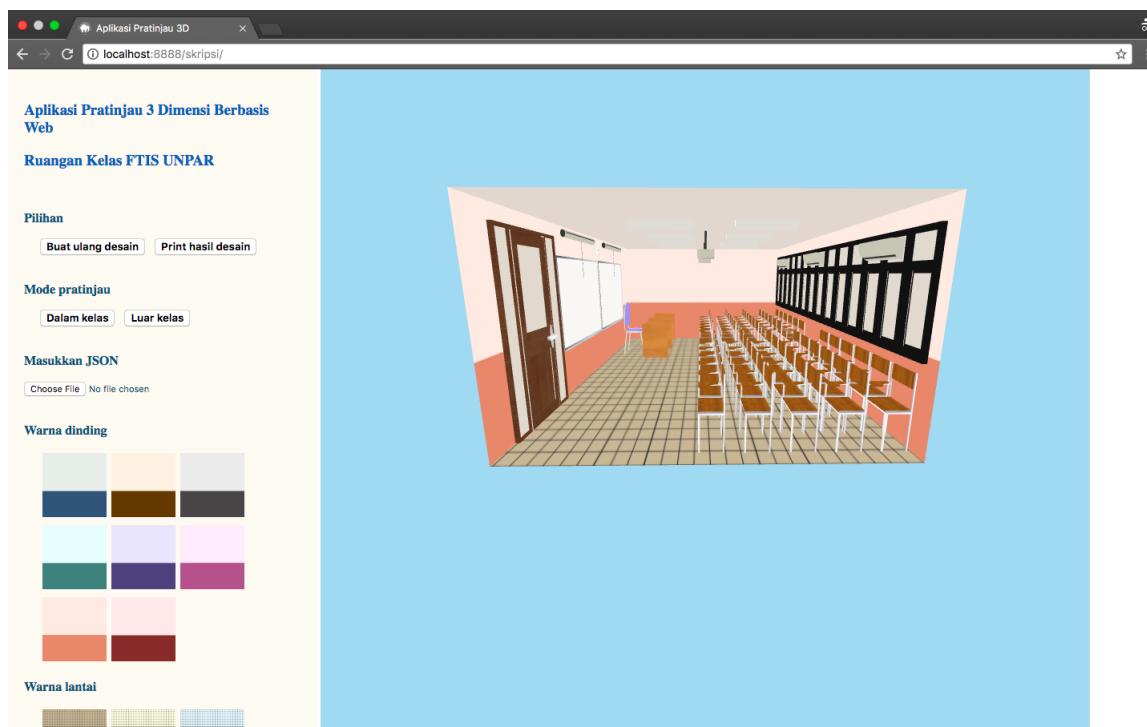
Gambar 5.1: Tampilan akhir dari web.

5.3 Pengujian Fungsional

Pada bagian ini akan dibahas mengenai pengujian fungsional yang dilakukan pada Aplikasi Prantjau 3 Dimensi Berbasis Web. Terdapat 15 pengujian yang dilakukan, masing-masing pengujian memiliki tujuan pengujian seperti yang dibahas pada bagian 4.4 dan ekspektasi yang harus dicapai oleh program.

5.3.1 Mengganti Tekstur Warna Dinding Ruangan Kelas

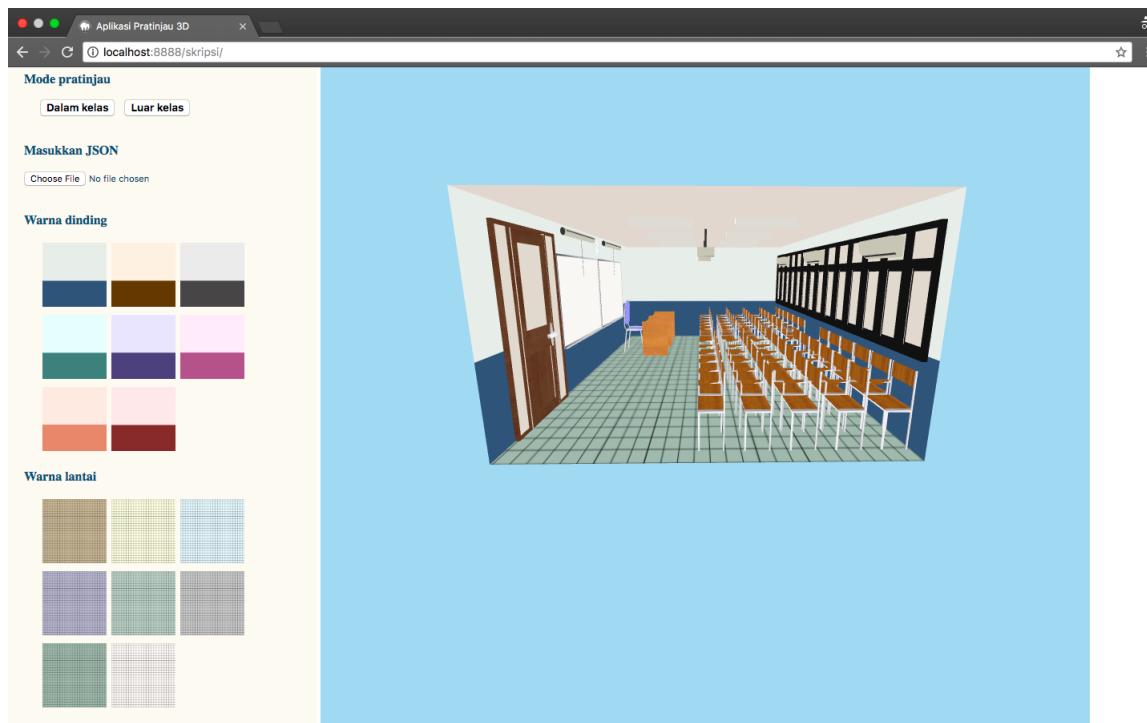
Masukan untuk kasus uji ini merupakan pilihan tekstur warna dinding dari pengguna yaitu berupa warna jingga. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas dengan warna dinding jingga sesuai dengan masukan dari pengguna. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2: hasil pengujian mengganti tekstur warna dinding.

5.3.2 Mengganti Tekstur Warna Lantai Ruangan Kelas

Masukan untuk kasus uji ini merupakan pilihan tekstur warna lantai dari pengguna yaitu berupa warna hijau. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas dengan warna lantai hijau sesuai dengan masukan dari pengguna. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3: Hasil pengujian mengganti tekstur warna lantai.

5.3.3 Mengunggah Berkas JSON

- Ruangan kelas pada saat suasana ujian.

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada *listing 5.7*. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas dengan suasana saat sedang ujian di ruangan kelas Fakultas Teknologi Informasi dan Sains. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar *5.4*.

```
{  
    "worldColor": 11131375,  
    "control": {  
        "minZoom": 15,  
        "maxZoom": 42  
    },  
    "classProperties": [  
        {  
            "dx": 19.5,  
            "dy": 4,  
            "dz": 14.2,  
            "distanceX": -7.8,  
            "distanceZ": -5,  
            "repeatX": 6,  
            "repeatZ": 4,  
            "rotation": 0,  
            "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",  
            "model": "models/kursimahasiswa.json",  
            "scale": 1  
        },  
        {  
            "dx": -6,  
            "dy": 10,  
            "dz": -12,  
            "distanceX": 12.3,  
            "distanceZ": 0,  
            "repeatX": 2,  
            "repeatZ": 1,  
            "rotation": 0,  
            "texture": "models/texturepapantulis.jpg",  
            "model": "models/papantulis.json",  
            "scale": 3.5  
        },  
        {  
            "dx": 19.5,  
            "dy": 10.2,  
            "dz": 17.1,  
            "distanceX": -3,  
            "distanceZ": 0,  
            "repeatX": 14,  
            "repeatZ": 1,  
            "rotation": 3.14159,  
            "texture": "models/texturejendela.jpg",  
            "model": "models/jendela.json",  
        }  
    ]  
}
```

```
        "scale": 2
    },
{
    "dx": 8,
    "dy": 4.7,
    "dz": -8,
    "distanceX": 6,
    "distanceZ": 0,
    "repeatX": 2,
    "repeatZ": 1,
    "rotation": 4.712385,
    "texture": "models/texturemejadosen.jpg",
    "model": "models/mejadosen.json",
    "scale": 2
},
{
    "dx": -8,
    "dy": 14.5,
    "dz": -14.9,
    "distanceX": 13,
    "distanceZ": 0,
    "repeatX": 2,
    "repeatZ": 1,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
    "model": "models/layar.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": -4,
    "dy": 14,
    "dz": 0,
    "distanceX": 13,
    "distanceZ": 0,
    "repeatX": 2,
    "repeatZ": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
    "model": "models/proyektor.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": -15,
    "dy": 13,
    "dz": 14.5,
    "distanceX": 15,
    "distanceZ": 0,
    "repeatX": 3,
    "repeatZ": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
```

```
        "model": "models/ac.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 14.9,
        "dz": -5,
        "distancex": 10,
        "distancez": 10,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampu.jpg",
        "model": "models/lampu.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": 2.7,
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -14.6,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 10,
        "dy": 5.5,
        "dz": -12,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
```

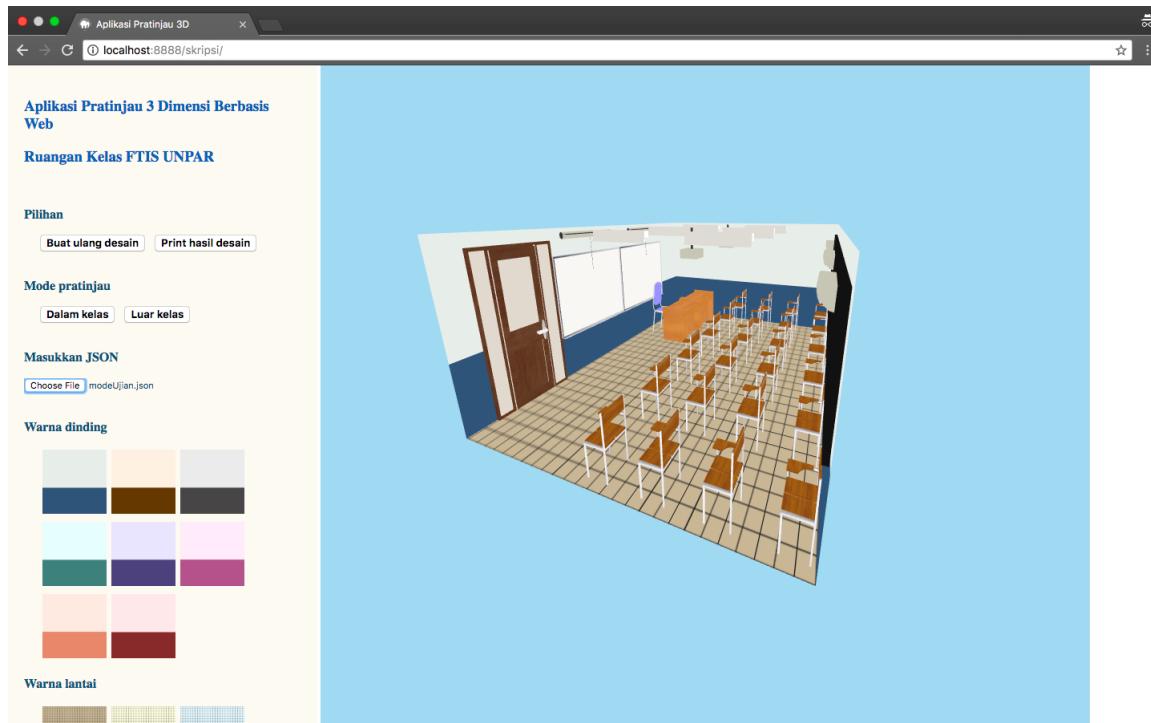
```
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ],
        "floor": [
            "img/texturelantai1.jpg",
            "img/texturelantai2.jpg",
            "img/texturelantai3.jpg",
            "img/texturelantai4.jpg",
            "img/texturelantai5.jpg",
            "img/texturelantai6.jpg",
            "img/texturelantai7.jpg",
            "img/texturelantai8.jpg"
        ],
        "ceiling": "img/textureatap.jpg"
    },
    "size": {
        "length": 43,
        "width": 12,
        "height": 31
    }
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    }
}
```

```

        },
        "inside": {
            "cameraPosition": {
                "x": 0,
                "y": 10,
                "z": 0
            },
            "control": {
                "minZoom": 5,
                "maxZoom": 15
            },
            "target": {
                "x": 0,
                "y": 10,
                "z": 0
            }
        },
        "init": {
            "verticalField": 75,
            "nearPlane": 0.1,
            "farPlane": 100
        }
    }
}

```

Listing 5.7: Isi berkas JSON untuk pemodelan suasana ujian.



Gambar 5.4: Hasil pengujian pemodelan suasana ujian di ruangan kelas.

- Ruangan kelas pada saat tidak ada properti.

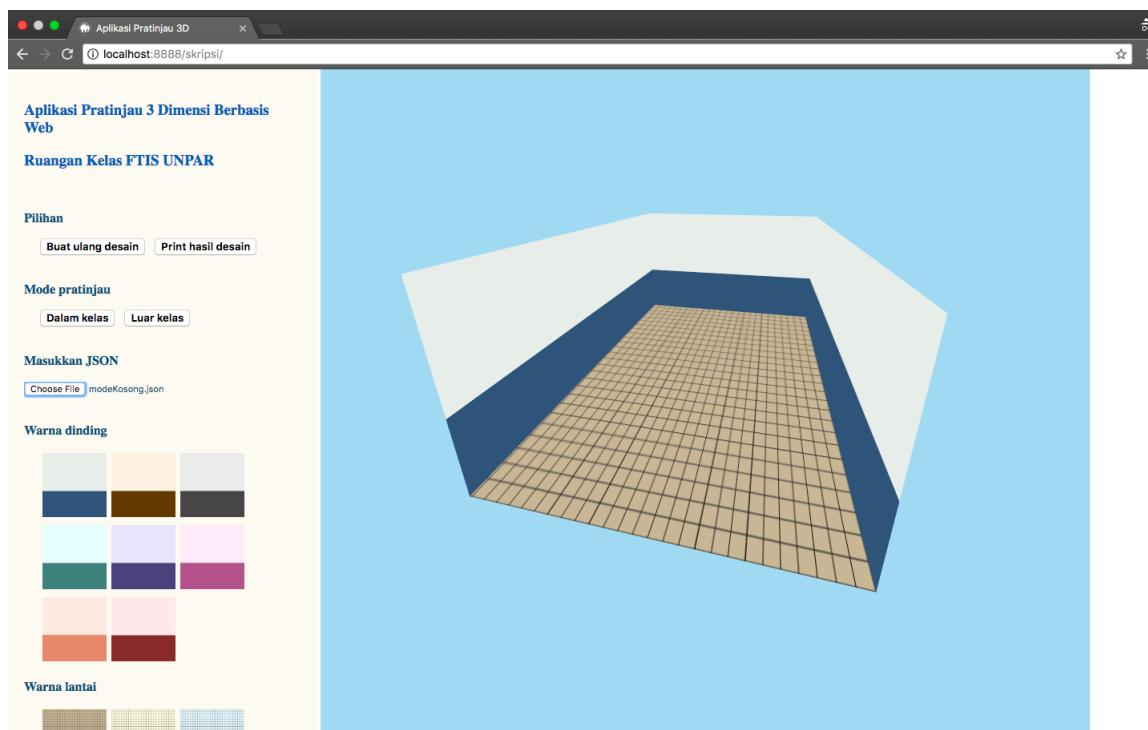
Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada *listing 5.8*. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas dengan suasana saat kelas kosong tanpa properti apapun di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar *5.5*.

```
{
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
    ],
    "room": {
        "texture": {
            "wall": [
                "img/texturedinding1.jpg",
                "img/texturedinding2.jpg",
                "img/texturedinding3.jpg",
                "img/texturedinding4.jpg",
                "img/texturedinding5.jpg",
                "img/texturedinding6.jpg",
                "img/texturedinding7.jpg",
                "img/texturedinding8.jpg"
            ],
            "floor": [
                "img/texturelantai1.jpg",
                "img/texturelantai2.jpg",
                "img/texturelantai3.jpg",
                "img/texturelantai4.jpg",
                "img/texturelantai5.jpg",
                "img/texturelantai6.jpg",
                "img/texturelantai7.jpg",
                "img/texturelantai8.jpg"
            ],
            "ceiling": "img/textureatap.jpg"
        },
        "size": {
            "length": 43,
            "width": 12,
            "height": 31
        }
    },
    "view": {
        "outside": {
            "cameraPosition": {
                "x": 0,
                "y": 10,
                "z": 40
            },
            "control": {

```

```
        "minZoom": 10,
        "maxZoom": 42
    },
    "target": {
        "x": 0,
        "y": 10,
        "z": 0
    }
},
"inside": {
    "cameraPosition": {
        "x": 0,
        "y": 10,
        "z": 0
    },
    "control": {
        "minZoom": 5,
        "maxZoom": 15
    },
    "target": {
        "x": 0,
        "y": 10,
        "z": 0
    }
},
"init": {
    "verticalField": 75,
    "nearPlane": 0.1,
    "farPlane": 100
}
}
```

Listing 5.8: Isi berkas JSON untuk pemodelan suasana kosong.



Gambar 5.5: Hasil pengujian pemodelan suasana saat kosong tanpa properti apapun.

- **Ruangan kelas pada saat suasana kuliah.**

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada *listing 5.9*. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas dengan suasana saat kelas sedang perkuliahan di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar *5.6*.

```
{
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
        {
            "dx": 19.5,
            "dy": 4,
            "dz": 14.2,
            "distanceX": -3,
            "distanceZ": -3.5,
            "repeatX": 6,
            "repeatZ": 5,
            "rotation": 0,
            "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
            "model": "models/kursimahasiswa.json",
            "scale": 1
        },
        {
            "dx": -4,
            "dy": 4,
            "dz": 14.2,
            "distanceX": -3,
            "distanceZ": -3.5,
            "repeatX": 6,
            "repeatZ": 5,
            "rotation": 0,
            "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
            "model": "models/kursimahasiswa.json",
            "scale": 1
        }
    ]
}
```

```
"dz": 14.2,
"distanceX": -3,
"distanceZ": -3.5,
"repeatX": 6,
"repeatZ": 5,
"rotation": 0,
"texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
"model": "models/kursimahasiswa.json",
"scale": 1
},
{
    "dx": -6,
    "dy": 10,
    "dz": -12,
    "distanceX": 12.3,
    "distanceZ": 0,
    "repeatX": 2,
    "repeatZ": 1,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/texturepapantulis.jpg",
    "model": "models/papantulis.json",
    "scale": 3.5
},
{
    "dx": 19.5,
    "dy": 10.2,
    "dz": 17.1,
    "distanceX": -3,
    "distanceZ": 0,
    "repeatX": 14,
    "repeatZ": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/texturejendela.jpg",
    "model": "models/jendela.json",
    "scale": 2
},
{
    "dx": 8,
    "dy": 4.7,
    "dz": -8,
    "distanceX": 6,
    "distanceZ": 0,
    "repeatX": 2,
    "repeatZ": 1,
    "rotation": 4.712385,
    "texture": "models/texturemejadosen.jpg",
    "model": "models/mejadosen.json",
    "scale": 2
},
{
    "dx": -8,
```

```
        "dy": 14.5,
        "dz": -14.9,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/layar.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -4,
        "dy": 14,
        "dz": 0,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/proyektor.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -15,
        "dy": 13,
        "dz": 14.5,
        "distancex": 15,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/ac.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 14.9,
        "dz": -5,
        "distancex": 10,
        "distancez": 10,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampa.jpg",
        "model": "models/lampa.json",
        "scale": 1
    },
    {
```

```
        "dx": 2.7,
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -14.6,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 10,
        "dy": 5.5,
        "dz": -12,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ]
    }
}
```

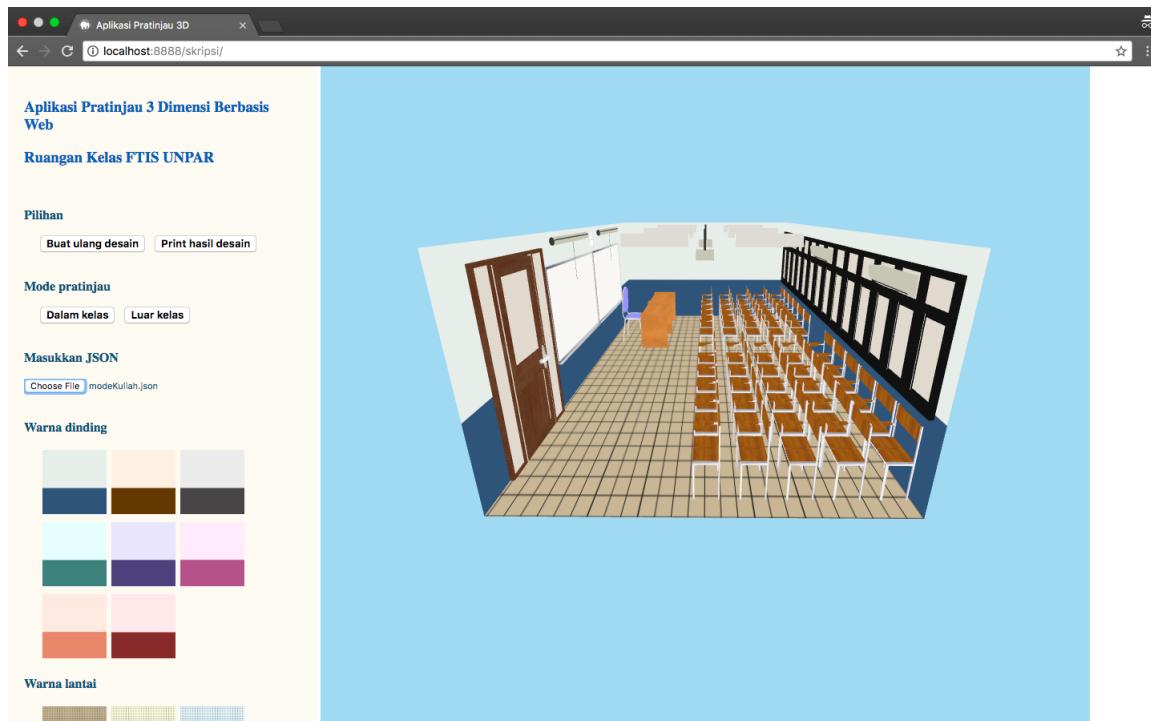
```
"floor": [
    "img/texturelantai1.jpg",
    "img/texturelantai2.jpg",
    "img/texturelantai3.jpg",
    "img/texturelantai4.jpg",
    "img/texturelantai5.jpg",
    "img/texturelantai6.jpg",
    "img/texturelantai7.jpg",
    "img/texturelantai8.jpg"
],
"ceiling": "img/textureatap.jpg"
},
"size": {
    "length": 43,
    "width": 12,
    "height": 31
}
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        },
        "control": {
            "minZoom": 5,
            "maxZoom": 15
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    }
},
```

```

    "init": {
        "verticalField": 75,
        "nearPlane": 0.1,
        "farPlane": 100
    }
}
}

```

Listing 5.9: Isi berkas JSON untuk pemodelan suasana kuliah.



Gambar 5.6: Hasil pengujian pemodelan suasana saat kuliah di ruangan kelas.

- **Ruangan kelas pada saat tidak ada pendingin ruangan.**

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada *listing 5.10*. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas tanpa pendingin ruangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar *5.7*.

```

{
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
        {
            "dx": 19.5,
            "dy": 4,
            "dz": 14.2,
            "distanceX": -3,
            "distanceZ": -3.5,
            "repeatX": 6,
            "repeatZ": 6
        }
    ]
}

```

```
"repeatz": 5,
"rotation": 0,
"texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
"model": "models/kursimahasiswa.json",
"scale": 1
},
{
  "dx": -4,
  "dy": 4,
  "dz": 14.2,
  "distancex": -3,
  "distancez": -3.5,
  "repeatx": 6,
  "repeatz": 5,
  "rotation": 0,
  "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
  "model": "models/kursimahasiswa.json",
  "scale": 1
},
{
  "dx": -6,
  "dy": 10,
  "dz": -12,
  "distancex": 12.3,
  "distancez": 0,
  "repeatx": 2,
  "repeatz": 1,
  "rotation": 0,
  "texture": "models/texturepapantulis.jpg",
  "model": "models/papantulis.json",
  "scale": 3.5
},
{
  "dx": 19.5,
  "dy": 10.2,
  "dz": 17.1,
  "distancex": -3,
  "distancez": 0,
  "repeatx": 14,
  "repeatz": 1,
  "rotation": 3.14159,
  "texture": "models/texturejendela.jpg",
  "model": "models/jendela.json",
  "scale": 2
},
{
  "dx": 8,
  "dy": 4.7,
  "dz": -8,
  "distancex": 6,
  "distancez": 0,
```

```
    "repeatx": 2,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 4.712385,
    "texture": "models/texturemejadosen.jpg",
    "model": "models/mejadosen.json",
    "scale": 2
},
{
    "dx": -8,
    "dy": 14.5,
    "dz": -14.9,
    "distancex": 13,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 2,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
    "model": "models/layar.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": -4,
    "dy": 14,
    "dz": 0,
    "distancex": 13,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 2,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
    "model": "models/proyektor.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": -13,
    "dy": 14.9,
    "dz": -5,
    "distancex": 10,
    "distancez": 10,
    "repeatx": 3,
    "repeatz": 2,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/texturelampa.jpg",
    "model": "models/lampa.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": 2.7,
    "dy": 14,
    "dz": -15.2,
    "distancex": 0,
```

```
"distancez": 0,
"repeatx": 1,
"repeatz": 1,
"rotation": 0,
"texture": "models/texturejamdinding.jpg",
"model": "models/jamdinding.json",
"scale": 1
},
{
  "dx": -13,
  "dy": 7.5,
  "dz": -14.6,
  "distancex": 0,
  "distancez": 0,
  "repeatx": 1,
  "repeatz": 1,
  "rotation": 0,
  "texture": "models/texturepintu.jpg",
  "model": "models/pintu.json",
  "scale": 2
},
{
  "dx": 10,
  "dy": 5.5,
  "dz": -12,
  "distancex": 0,
  "distancez": 0,
  "repeatx": 1,
  "repeatz": 1,
  "rotation": 0,
  "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
  "model": "models/kursidosen.json",
  "scale": 1.5
}
],
"room": {
  "texture": {
    "wall": [
      "img/texturedinding1.jpg",
      "img/texturedinding2.jpg",
      "img/texturedinding3.jpg",
      "img/texturedinding4.jpg",
      "img/texturedinding5.jpg",
      "img/texturedinding6.jpg",
      "img/texturedinding7.jpg",
      "img/texturedinding8.jpg"
    ],
    "floor": [
      "img/texturelantai1.jpg",
      "img/texturelantai2.jpg",
      "img/texturelantai3.jpg",
      "img/texturelantai4.jpg"
    ]
  }
}
```

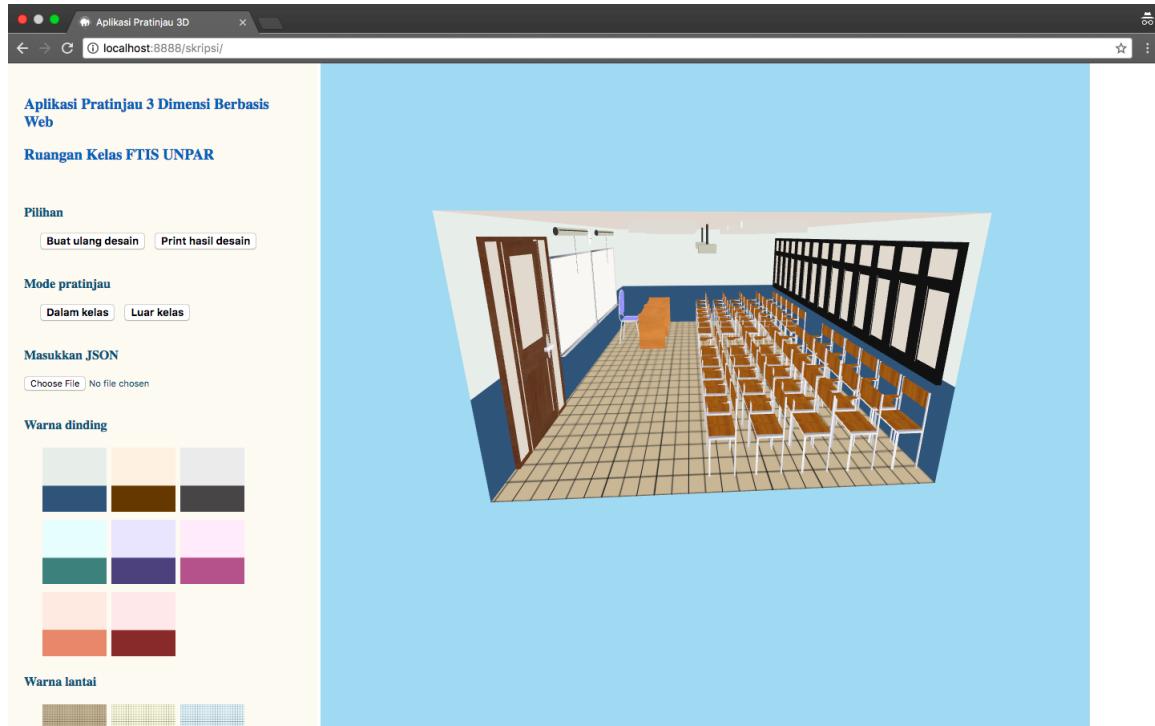
```
        "img/texturelantai4.jpg",
        "img/texturelantai5.jpg",
        "img/texturelantai6.jpg",
        "img/texturelantai7.jpg",
        "img/texturelantai8.jpg"
    ],
    "ceiling": "img/textureatap.jpg"
},
"size": {
    "length": 43,
    "width": 12,
    "height": 31
},
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        },
        "control": {
            "minZoom": 5,
            "maxZoom": 15
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    }
},
"init": {
    "verticalField": 75,
    "nearPlane": 0.1,
    "farPlane": 100
}
```

```

    }
}

}
}
```

Listing 5.10: Isi berkas JSON untuk pemodelan ruangan kelas tanpa pendingin.



Gambar 5.7: Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas tanpa pendingin.

- **Ruangan kelas pada saat hanya ada satu kursi di tengah ruangan.**

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada *listing 5.11*. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas dengan hanya satu properti kursi mahasiswa di dalamnya. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar *5.8*.

```

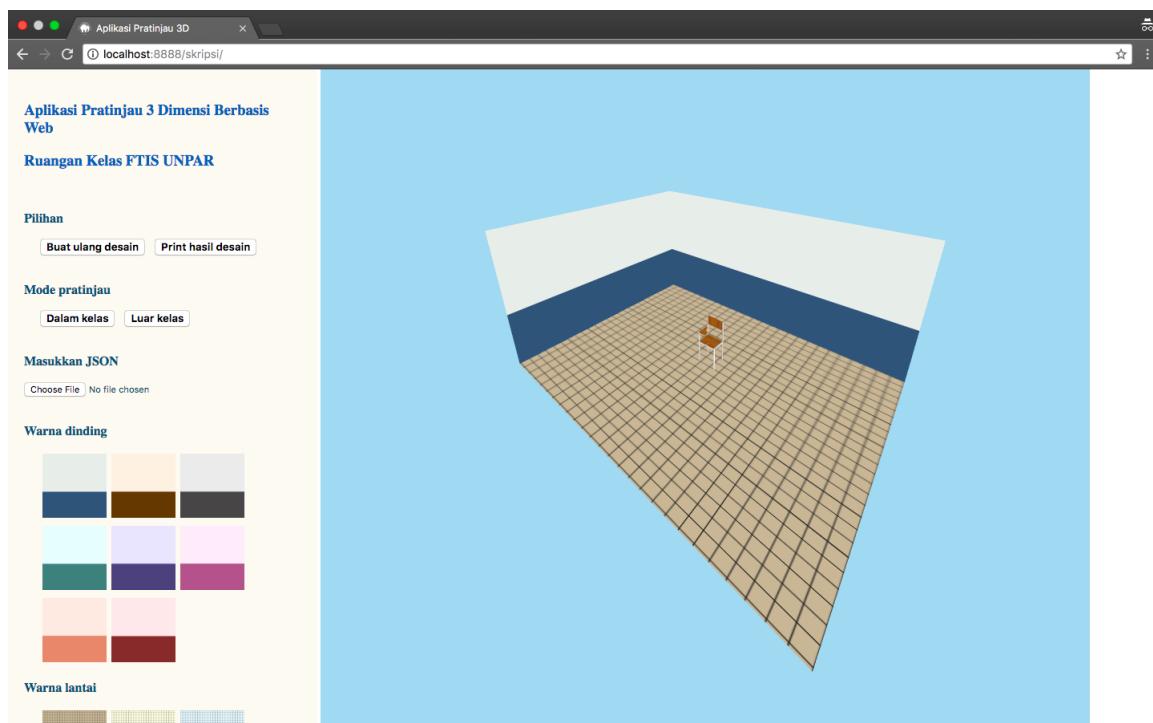
{
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
        {
            "dx": 0.5,
            "dy": 4,
            "dz": -1.2,
            "distanceX": -3,
            "distanceZ": -3.5,
            "repeatX": 1,
            "repeatZ": 1,
            "rotation": 0,
            "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
            "model": "models/kursimahasiswa.json",
        }
    ]
}
```

```
        "scale": 1
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ],
        "floor": [
            "img/texturelantai1.jpg",
            "img/texturelantai2.jpg",
            "img/texturelantai3.jpg",
            "img/texturelantai4.jpg",
            "img/texturelantai5.jpg",
            "img/texturelantai6.jpg",
            "img/texturelantai7.jpg",
            "img/texturelantai8.jpg"
        ],
        "ceiling": "img/textureatap.jpg"
    },
    "size": {
        "length": 43,
        "width": 12,
        "height": 31
    }
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {

```

```
"cameraPosition": {  
    "x": 0,  
    "y": 10,  
    "z": 0  
},  
"control": {  
    "minZoom": 5,  
    "maxZoom": 15  
},  
"target": {  
    "x": 0,  
    "y": 10,  
    "z": 0  
}  
,  
"init": {  
    "verticalField": 75,  
    "nearPlane": 0.1,  
    "farPlane": 100  
}  
}  
}  
}
```

Listing 5.11: Isi berkas JSON untuk pemodelan ruangan kelas hanya dengan satu kursi.



Gambar 5.8: Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas hanya dengan satu kursi.

- **Ruangan kelas pada saat suasana ujian dengan dua meja pengawas.**

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada [listing 5.12](#). Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas dengan dua properti meja dosen pada saat suasana ujian. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar [5.9](#).

```
{  
    "worldColor": 11131375,  
    "control": {  
        "minZoom": 15,  
        "maxZoom": 42  
    },  
    "classProperties": [  
        {  
            "dx": 19.5,  
            "dy": 4,  
            "dz": 14.2,  
            "distancex": -7.8,  
            "distancez": -5,  
            "repeatx": 6,  
            "repeatz": 4,  
            "rotation": 0,  
            "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",  
            "model": "models/kursimahasiswa.json",  
            "scale": 1  
        },  
        {  
            "dx": -6,  
            "dy": 10,  
            "dz": -12,  
            "distancex": 12.3,  
            "distancez": 0,  
            "repeatx": 2,  
            "repeatz": 1,  
            "rotation": 0,  
            "texture": "models/texturepapantulis.jpg",  
            "model": "models/papantulis.json",  
            "scale": 3.5  
        },  
        {  
            "dx": 19.5,  
            "dy": 10.2,  
            "dz": 17.1,  
            "distancex": -3,  
            "distancez": 0,  
            "repeatx": 14,  
            "repeatz": 1,  
            "rotation": 3.14159,  
            "texture": "models/texturejendela.jpg",  
            "model": "models/jendela.json",  
            "scale": 2  
        },  
        {  
            "dx": -2,  
            "dy": 4.7,  
            "dz": -8,  
            "distancex": 15,
```

```
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 4.712385,
        "texture": "models/texturemejadosen.jpg",
        "model": "models/mejadosen.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": -8,
        "dy": 14.5,
        "dz": -14.9,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/layar.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -4,
        "dy": 14,
        "dz": 0,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/proyektor.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -15,
        "dy": 13,
        "dz": 14.5,
        "distancex": 15,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/ac.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 14.9,
        "dz": -5,
```

```
        "distancex": 10,
        "distancez": 10,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampu.jpg",
        "model": "models/lampu.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": 2.7,
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -14.6,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 0,
        "dy": 5.5,
        "dz": -12,
        "distancex": 15,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
```

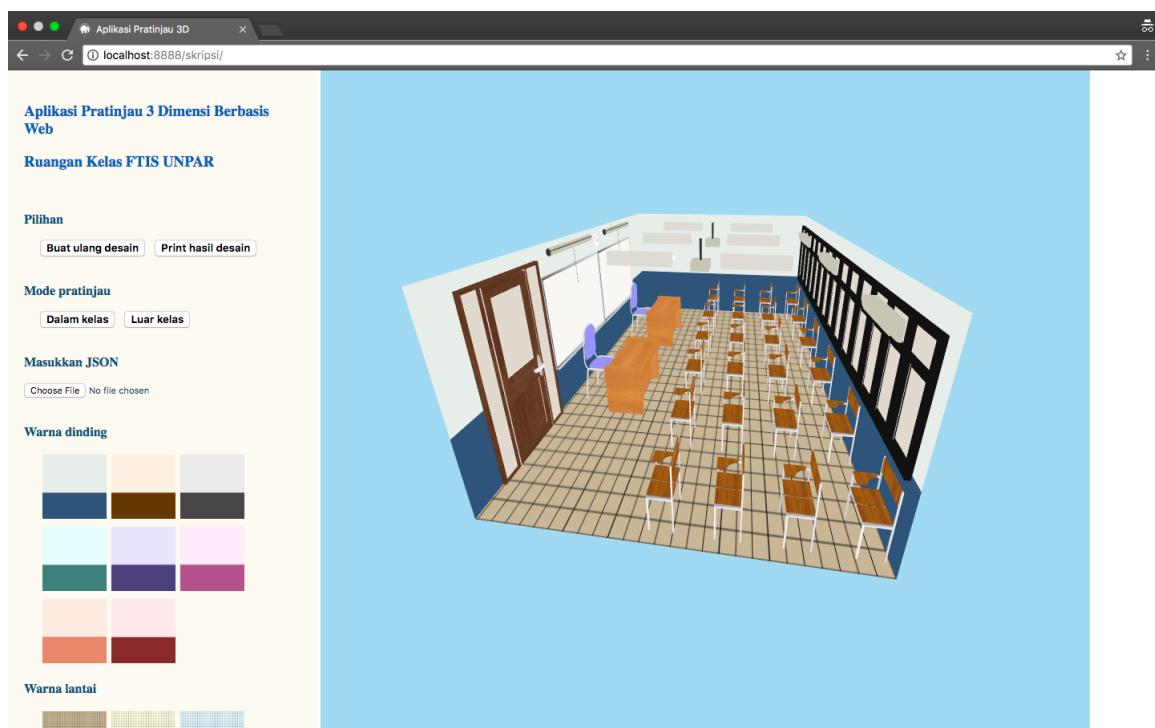
```
"wall": [
    "img/texturedinding1.jpg",
    "img/texturedinding2.jpg",
    "img/texturedinding3.jpg",
    "img/texturedinding4.jpg",
    "img/texturedinding5.jpg",
    "img/texturedinding6.jpg",
    "img/texturedinding7.jpg",
    "img/texturedinding8.jpg"
],
"floor": [
    "img/texturelantai1.jpg",
    "img/texturelantai2.jpg",
    "img/texturelantai3.jpg",
    "img/texturelantai4.jpg",
    "img/texturelantai5.jpg",
    "img/texturelantai6.jpg",
    "img/texturelantai7.jpg",
    "img/texturelantai8.jpg"
],
"ceiling": "img/textureatap.jpg"
},
"size": {
    "length": 43,
    "width": 12,
    "height": 31
}
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        }
    }
}
```

```

        "control": {
            "minZoom": 5,
            "maxZoom": 15
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "init": {
        "verticalField": 75,
        "nearPlane": 0.1,
        "farPlane": 100
    }
}
}
}

```

Listing 5.12: Isi berkas JSON untuk pemodelan ruangan kelas dengan dua meja dosen.



Gambar 5.9: Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas dengan dua meja dosen

- **Ruangan kelas pada saat suasana ujian tanpa ada meja pengawas.**

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada *listing 5.13*. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas tanpa properti meja dosen pada saat suasana ujian. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.10.

```
{
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 15
    }
}
```

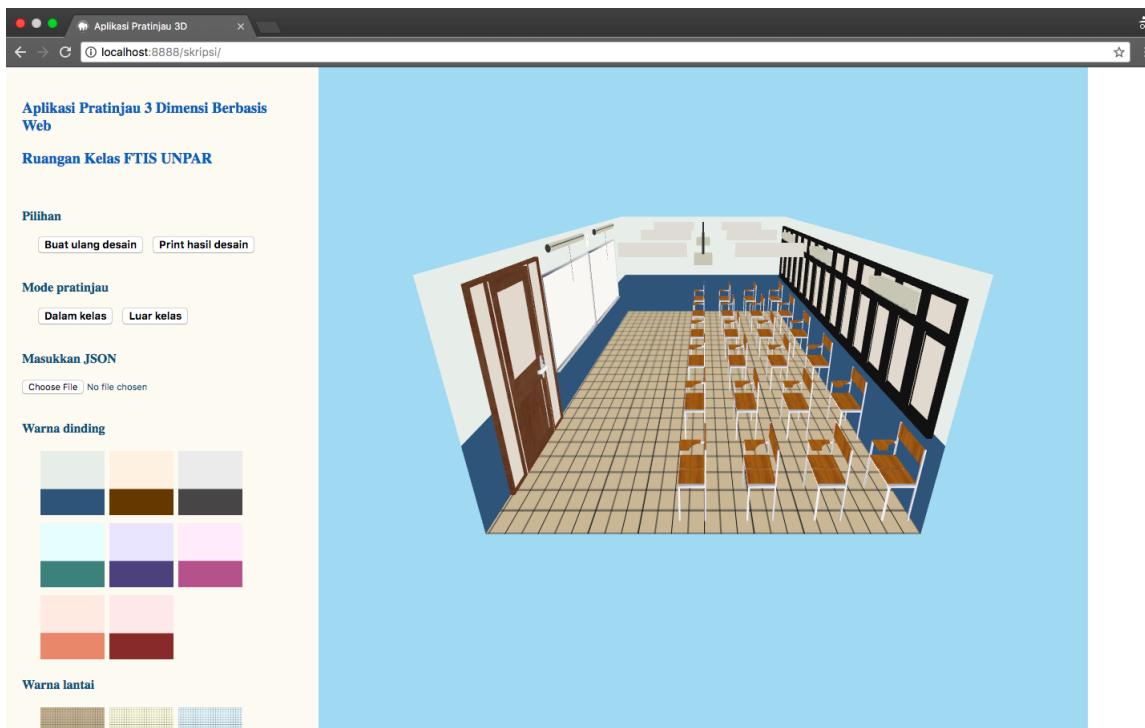
```
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
        {
            "dx": 19.5,
            "dy": 4,
            "dz": 14.2,
            "distancex": -7.8,
            "distancez": -5,
            "repeatx": 6,
            "repeatz": 4,
            "rotation": 0,
            "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
            "model": "models/kursimahasiswa.json",
            "scale": 1
        },
        {
            "dx": -6,
            "dy": 10,
            "dz": -12,
            "distancex": 12.3,
            "distancez": 0,
            "repeatx": 2,
            "repeatz": 1,
            "rotation": 0,
            "texture": "models/texturepapantulis.jpg",
            "model": "models/papantulis.json",
            "scale": 3.5
        },
        {
            "dx": 19.5,
            "dy": 10.2,
            "dz": 17.1,
            "distancex": -3,
            "distancez": 0,
            "repeatx": 14,
            "repeatz": 1,
            "rotation": 3.14159,
            "texture": "models/texturejendela.jpg",
            "model": "models/jendela.json",
            "scale": 2
        },
        {
            "dx": -8,
            "dy": 14.5,
            "dz": -14.9,
            "distancex": 13,
            "distancez": 0,
            "repeatx": 2,
            "repeatz": 1,
            "rotation": 0,
```

```
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/layar.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -4,
        "dy": 14,
        "dz": 0,
        "distanceX": 13,
        "distanceZ": 0,
        "repeatX": 2,
        "repeatZ": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/proyektor.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -15,
        "dy": 13,
        "dz": 14.5,
        "distanceX": 15,
        "distanceZ": 0,
        "repeatX": 3,
        "repeatZ": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/ac.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 14.9,
        "dz": -5,
        "distanceX": 10,
        "distanceZ": 10,
        "repeatX": 3,
        "repeatZ": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampu.jpg",
        "model": "models/lampu.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": 2.7,
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distanceX": 0,
        "distanceZ": 0,
        "repeatX": 1,
        "repeatZ": 1,
```

```
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -14.6,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ],
        "floor": [
            "img/texturelantai1.jpg",
            "img/texturelantai2.jpg",
            "img/texturelantai3.jpg",
            "img/texturelantai4.jpg",
            "img/texturelantai5.jpg",
            "img/texturelantai6.jpg",
            "img/texturelantai7.jpg",
            "img/texturelantai8.jpg"
        ],
        "ceiling": "img/textureatap.jpg"
    },
    "size": {
        "length": 43,
        "width": 12,
        "height": 31
    }
},
"view": {
    "outside": {
```

```
"cameraPosition": {  
    "x": 0,  
    "y": 10,  
    "z": 40  
},  
"control": {  
    "minZoom": 10,  
    "maxZoom": 42  
},  
"target": {  
    "x": 0,  
    "y": 10,  
    "z": 0  
}  
},  
"inside": {  
    "cameraPosition": {  
        "x": 0,  
        "y": 10,  
        "z": 0  
    },  
    "control": {  
        "minZoom": 5,  
        "maxZoom": 15  
    },  
    "target": {  
        "x": 0,  
        "y": 10,  
        "z": 0  
    }  
},  
"init": {  
    "verticalField": 75,  
    "nearPlane": 0.1,  
    "farPlane": 100  
}  
}
```

Listing 5.13: Isi berkas JSON untuk pemodelan ruangan kelas tanpa dosen.



Gambar 5.10: Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas tanpa meja dosen.

- **Ruangan kelas dengan bentuk persegi.**

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada [listing 5.14](#). Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas berbentuk persegipanjang dan penyesuaian properti untuk bentuk kelas persegi. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar [5.11](#).

```
var constant = {
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
    {
        "dx": 17.9,
        "dy": 4,
        "dz": 18.7,
        "distanceX": -3,
        "distanceZ": -3.5,
        "repeatX": 6,
        "repeatZ": 5,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
        "model": "models/kursimahasiswa.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -3.2,
        "dy": 4,
```

```
        "dz": 18.7,
        "distancex": -3,
        "distancez": -3.5,
        "repeatx": 6,
        "repeatz": 5,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
        "model": "models/kursimahasiswa.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -6,
        "dy": 10,
        "dz": -16.5,
        "distancex": 12.3,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepapantulis.jpg",
        "model": "models/papantulis.json",
        "scale": 3.5
    },
    {
        "dx": 17.5,
        "dy": 10.2,
        "dz": 21.7,
        "distancex": -3,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 13,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/texturejendela.jpg",
        "model": "models/jendela.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 8,
        "dy": 4.7,
        "dz": -8,
        "distancex": 6,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 4.712385,
        "texture": "models/texturemejadosen.jpg",
        "model": "models/mejadosen.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": -8,
```

```
        "dy": 14.5,
        "dz": -19.6,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/layar.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -4,
        "dy": 14,
        "dz": 0,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/proyektor.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -15,
        "dy": 13,
        "dz": 14.5,
        "distancex": 15,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/ac.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 14.9,
        "dz": -5,
        "distancex": 10,
        "distancez": 10,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampu.jpg",
        "model": "models/lampu.json",
        "scale": 1
    },
    {

```

```
        "dx": 2.7,
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -19.1,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 10,
        "dy": 5.5,
        "dz": -12,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ],
        "floor": [
            "img/texturedindingfloor1.jpg",
            "img/texturedindingfloor2.jpg",
            "img/texturedindingfloor3.jpg",
            "img/texturedindingfloor4.jpg",
            "img/texturedindingfloor5.jpg",
            "img/texturedindingfloor6.jpg",
            "img/texturedindingfloor7.jpg",
            "img/texturedindingfloor8.jpg"
        ]
    }
}
```

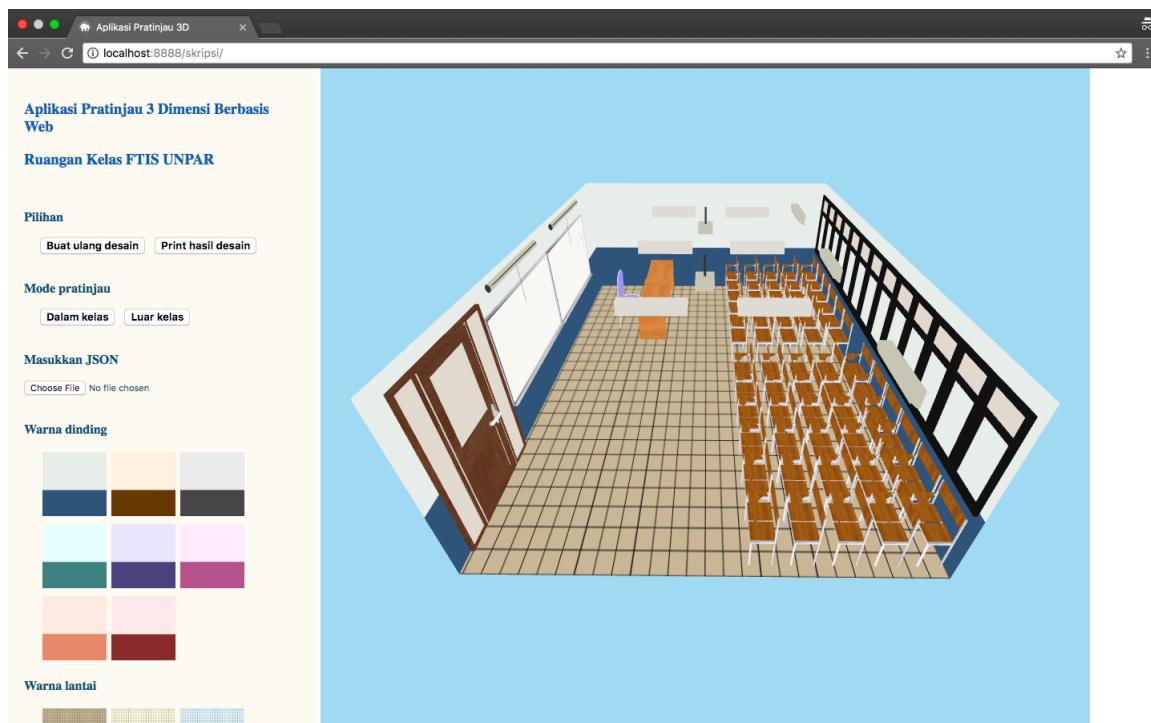
```
"floor": [
    "img/texturelantai1.jpg",
    "img/texturelantai2.jpg",
    "img/texturelantai3.jpg",
    "img/texturelantai4.jpg",
    "img/texturelantai5.jpg",
    "img/texturelantai6.jpg",
    "img/texturelantai7.jpg",
    "img/texturelantai8.jpg"
],
"ceiling": "img/textureatap.jpg"
},
"size": {
    "length": 40,
    "width": 12,
    "height": 40
}
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        },
        "control": {
            "minZoom": 5,
            "maxZoom": 15
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    }
},
```

```

    "init": {
        "verticalField": 75,
        "nearPlane": 0.1,
        "farPlane": 100
    }
}
}

```

Listing 5.14: Isi berkas JSON untuk pemodelan ruangan kelas berbentuk persegi.



Gambar 5.11: Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas berbentuk persegi.

- **Ruangan kelas dengan bentuk memanjang.**

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada *listing 5.15*. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas berbentuk memanjang dan penyesuaian properti untuk bentuk kelas tersebut. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar [5.12](#).

```

{
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
    {
        "dx": 7.2,
        "dy": 4,
        "dz": 23.7,
        "distanceX": -3,
        "distanceZ": -3.5,
    }
]
}

```

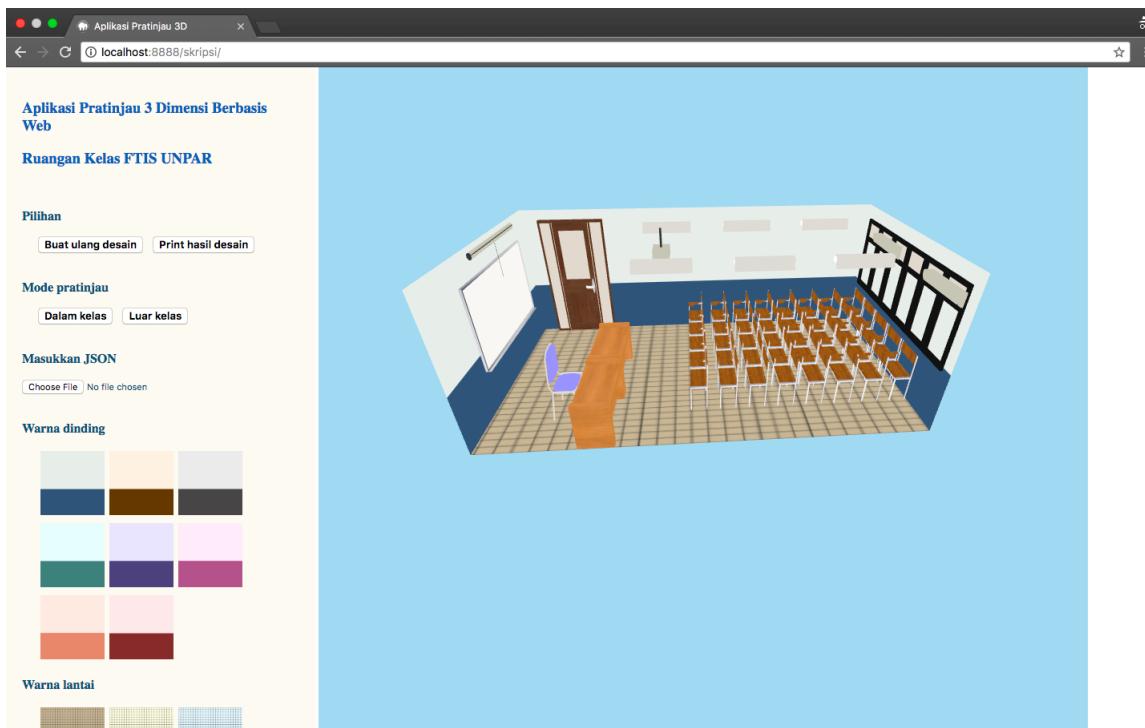
```
        "repeatx": 5,
        "repeatz": 8,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
        "model": "models/kursimahasiswa.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -1,
        "dy": 10,
        "dz": -21.5,
        "distancex": 12.3,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepapantulis.jpg",
        "model": "models/papantulis.json",
        "scale": 3.5
    },
    {
        "dx": 7,
        "dy": 10.2,
        "dz": 26.7,
        "distancex": -3,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 6,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/texturejendela.jpg",
        "model": "models/jendela.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": -8,
        "dy": 4.7,
        "dz": -12,
        "distancex": 6,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 4.712385,
        "texture": "models/texturemejadosen.jpg",
        "model": "models/mejadosen.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": -2,
        "dy": 14.5,
        "dz": -24.6,
        "distancex": 13,
```

```
    "distancez": 0,
    "repeatx": 1,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
    "model": "models/layar.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": 2,
    "dy": 14,
    "dz": -5,
    "distancex": 13,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 1,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
    "model": "models/proyektor.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": -7,
    "dy": 13,
    "dz": 24,
    "distancex": 10,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 2,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
    "model": "models/ac.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": -8,
    "dy": 14.9,
    "dz": -5,
    "distancex": 10,
    "distancez": 10,
    "repeatx": 2,
    "repeatz": 3,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/texturelampu.jpg",
    "model": "models/lampu.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": 9,
    "dy": 7.5,
    "dz": -17.1,
```

```
        "distanceX": 0,
        "distanceZ": 0,
        "repeatX": 1,
        "repeatZ": 1,
        "rotation": 4.712385,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": -5,
        "dy": 5.5,
        "dz": -16,
        "distanceX": 0,
        "distanceZ": 0,
        "repeatX": 1,
        "repeatZ": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ],
        "floor": [
            "img/texturelantai1.jpg",
            "img/texturelantai2.jpg",
            "img/texturelantai3.jpg",
            "img/texturelantai4.jpg",
            "img/texturelantai5.jpg",
            "img/texturelantai6.jpg",
            "img/texturelantai7.jpg",
            "img/texturelantai8.jpg"
        ],
        "ceiling": "img/textureatap.jpg"
    },
    "size": {
        "length": 20,
        "width": 12,
        "height": 50
    }
}
```

```
        }
    },
    "view": {
        "outside": {
            "cameraPosition": {
                "x": 0,
                "y": 10,
                "z": 40
            },
            "control": {
                "minZoom": 10,
                "maxZoom": 42
            },
            "target": {
                "x": 0,
                "y": 10,
                "z": 0
            }
        },
        "inside": {
            "cameraPosition": {
                "x": 0,
                "y": 10,
                "z": 0
            },
            "control": {
                "minZoom": 5,
                "maxZoom": 15
            },
            "target": {
                "x": 0,
                "y": 10,
                "z": 0
            }
        }
    },
    "init": {
        "verticalField": 75,
        "nearPlane": 0.1,
        "farPlane": 100
    }
}
```

Listing 5.15: Isi berkas JSON untuk pemodelan ruangan kelas berbentuk memanjang.



Gambar 5.12: Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas memanjang.

- **Dunia di luar ruangan kelas berwarna hitam.**

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada [listing 5.16](#). Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pemodelan ruangan kelas dengan dunia di luar ruangan berwarna hitam. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar [5.13](#).

```
{
    "worldColor": 00000000,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
        {
            "dx": 19.5,
            "dy": 4,
            "dz": 14.2,
            "distancex": -3,
            "distancez": -3.5,
            "repeatx": 6,
            "repeatz": 5,
            "rotation": 0,
            "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
            "model": "models/kursimahasiswa.json",
            "scale": 1
        },
        {
            "dx": -4,
            "dy": 4,
            "dz": 14.2,
```

```
    "distancex": -3,
    "distancez": -3.5,
    "repeatx": 6,
    "repeatz": 5,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
    "model": "models/kursimahasiswa.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": -6,
    "dy": 10,
    "dz": -12,
    "distancex": 12.3,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 2,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/texturepapantulis.jpg",
    "model": "models/papantulis.json",
    "scale": 3.5
},
{
    "dx": 19.5,
    "dy": 10.2,
    "dz": 17.1,
    "distancex": -3,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 14,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/texturejendela.jpg",
    "model": "models/jendela.json",
    "scale": 2
},
{
    "dx": 8,
    "dy": 4.7,
    "dz": -8,
    "distancex": 6,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 2,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 4.712385,
    "texture": "models/texturemejadosen.jpg",
    "model": "models/mejadosen.json",
    "scale": 2
},
{
    "dx": -8,
    "dy": 14.5,
```

```
        "dz": -14.9,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/layar.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -4,
        "dy": 14,
        "dz": 0,
        "distancex": 13,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/proyektor.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -15,
        "dy": 13,
        "dz": 14.5,
        "distancex": 15,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
        "model": "models/ac.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 14.9,
        "dz": -5,
        "distancex": 10,
        "distancez": 10,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampu.jpg",
        "model": "models/lampu.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": 2.7,
```

```
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -14.6,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 10,
        "dy": 5.5,
        "dz": -12,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ],
        "floor": [

```

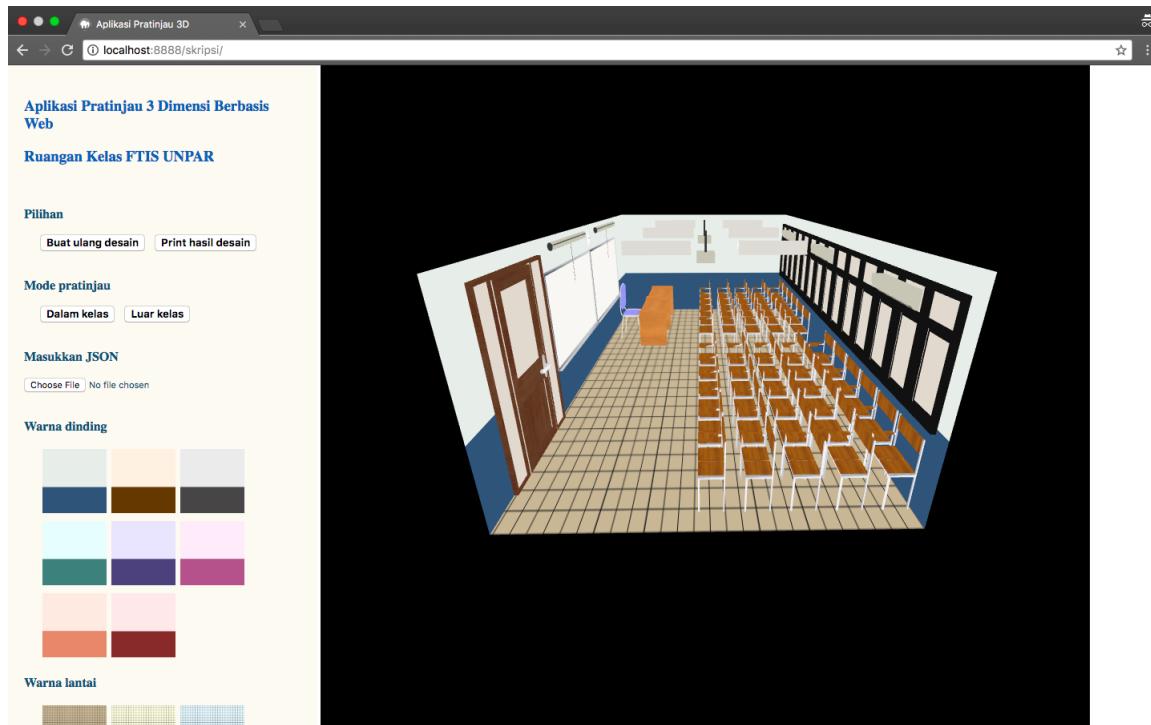
```
        "img/texturelantai1.jpg",
        "img/texturelantai2.jpg",
        "img/texturelantai3.jpg",
        "img/texturelantai4.jpg",
        "img/texturelantai5.jpg",
        "img/texturelantai6.jpg",
        "img/texturelantai7.jpg",
        "img/texturelantai8.jpg"
    ],
    "ceiling": "img/textureatap.jpg"
},
"size": {
    "length": 43,
    "width": 12,
    "height": 31
}
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        },
        "control": {
            "minZoom": 5,
            "maxZoom": 15
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    }
},
"init": {
```

```

        "verticalField": 75,
        "nearPlane": 0.1,
        "farPlane": 100
    }
}
}
}

```

Listing 5.16: Isi berkas JSON untuk pemodelan ruangan kelas dengan luar ruangan berwarna hitam.



Gambar 5.13: Hasil pengujian pemodelan ruangan kelas dengan luar ruangan berwarna hitam.

5.3.4 Mengganti Pilihan Tekstur Warna Dinding untuk Ruangan Kelas

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada [listing 5.17](#). Masukan untuk uji kasus ini berfokus pada objek *room* yang ada pada berkas JSON ini. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pilihan tekstur dinding baru untuk digunakan pada pemodelan ruangan kelas. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar [5.14](#).

```

{
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
        {
            "dx": 19.5,
            "dy": 4,
            "dz": 14.2,
            "distanceX": -3,
            "distanceZ": -3.5,
            "repeatX": 6,
            "repeatZ": 1
        }
    ]
}

```

```
        "repeatz": 5,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
        "model": "models/kursimahasiswa.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -4,
        "dy": 4,
        "dz": 14.2,
        "distancex": -3,
        "distancez": -3.5,
        "repeatx": 6,
        "repeatz": 5,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
        "model": "models/kursimahasiswa.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -6,
        "dy": 10,
        "dz": -12,
        "distancex": 12.3,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 2,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepapantulis.jpg",
        "model": "models/papantulis.json",
        "scale": 3.5
    },
    {
        "dx": 19.5,
        "dy": 10.2,
        "dz": 17.1,
        "distancex": -3,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 14,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 3.14159,
        "texture": "models/texturejendela.jpg",
        "model": "models/jendela.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 8,
        "dy": 4.7,
        "dz": -8,
        "distancex": 6,
        "distancez": 0,
```

```
"repeatx": 2,
"repeatz": 1,
"rotation": 4.712385,
"texture": "models/texturemejadosen.jpg",
"model": "models/mejadosen.json",
"scale": 2
},
{
  "dx": -8,
  "dy": 14.5,
  "dz": -14.9,
  "distancex": 13,
  "distancez": 0,
  "repeatx": 2,
  "repeatz": 1,
  "rotation": 0,
  "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
  "model": "models/layar.json",
  "scale": 1
},
{
  "dx": -4,
  "dy": 14,
  "dz": 0,
  "distancex": 13,
  "distancez": 0,
  "repeatx": 2,
  "repeatz": 1,
  "rotation": 3.14159,
  "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
  "model": "models/proyektor.json",
  "scale": 1
},
{
  "dx": -15,
  "dy": 13,
  "dz": 14.5,
  "distancex": 15,
  "distancez": 0,
  "repeatx": 3,
  "repeatz": 1,
  "rotation": 3.14159,
  "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",
  "model": "models/ac.json",
  "scale": 1
},
{
  "dx": -13,
  "dy": 14.9,
  "dz": -5,
  "distancex": 10,
```

```
        "distancez": 10,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampu.jpg",
        "model": "models/lampu.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": 2.7,
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -14.6,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/textrepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 10,
        "dy": 5.5,
        "dz": -12,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [

```

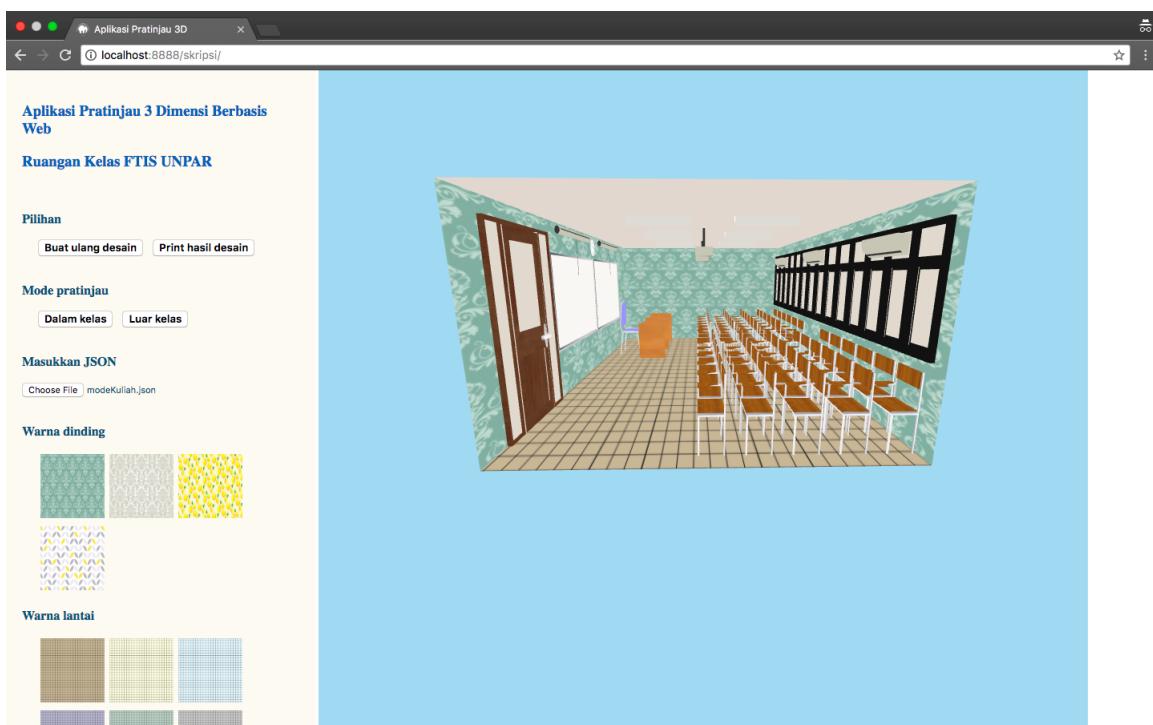
```
        "img/teksturdindingbaru1.jpg",
        "img/teksturdindingbaru2.jpg",
        "img/teksturdindingbaru3.jpeg",
        "img/teksturdindingbaru4.jpg"
    ],
    "floor": [
        "img/texturelantai1.jpg",
        "img/texturelantai2.jpg",
        "img/texturelantai3.jpg",
        "img/texturelantai4.jpg",
        "img/texturelantai5.jpg",
        "img/texturelantai6.jpg",
        "img/texturelantai7.jpg",
        "img/texturelantai8.jpg"
    ],
    "ceiling": "img/textureatap.jpg"
},
"size": {
    "length": 43,
    "width": 12,
    "height": 31
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        },
        "control": {
            "minZoom": 5,
            "maxZoom": 15
        },
        "target": {

```

```

        "x": 0,
        "y": 10,
        "z": 0
    }
},
"init": {
    "verticalField": 75,
    "nearPlane": 0.1,
    "farPlane": 100
}
}
}
}
}
}
}
}
```

Listing 5.17: Isi berkas JSON untuk mengganti pilihan tekstur dinding.



Gambar 5.14: Hasil pengujian mengganti pilihan tekstur dinding.

5.3.5 Mengganti Pilihan Tekstur Warna Lantai untuk Ruangan Kelas

Masukan untuk kasus uji ini merupakan sebuah berkas JSON yang dapat dilihat pada [listing 5.18](#). Masukan untuk uji kasus ini berfokus pada objek *room* yang ada pada berkas JSON ini. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pilihan tekstur lantai baru untuk digunakan pada pemodelan ruangan kelas. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar [5.15](#).

```
{
    "worldColor": 11131375,
    "control": {
        "minZoom": 15,
        "maxZoom": 42
    },
    "classProperties": [
        {
            "name": "floor"
        }
    ]
}
```

```
        "dx": 19.5,
        "dy": 4,
        "dz": 14.2,
        "distancex": -3,
        "distancez": -3.5,
        "repeatx": 6,
        "repeatz": 5,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
        "model": "models/kursimahasiswa.json",
        "scale": 1
    },
{
    "dx": -4,
    "dy": 4,
    "dz": 14.2,
    "distancex": -3,
    "distancez": -3.5,
    "repeatx": 6,
    "repeatz": 5,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/texturekursimahasiswa.jpg",
    "model": "models/kursimahasiswa.json",
    "scale": 1
},
{
    "dx": -6,
    "dy": 10,
    "dz": -12,
    "distancex": 12.3,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 2,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 0,
    "texture": "models/texturepapantulis.jpg",
    "model": "models/papantulis.json",
    "scale": 3.5
},
{
    "dx": 19.5,
    "dy": 10.2,
    "dz": 17.1,
    "distancex": -3,
    "distancez": 0,
    "repeatx": 14,
    "repeatz": 1,
    "rotation": 3.14159,
    "texture": "models/texturejendela.jpg",
    "model": "models/jendela.json",
    "scale": 2
},
```

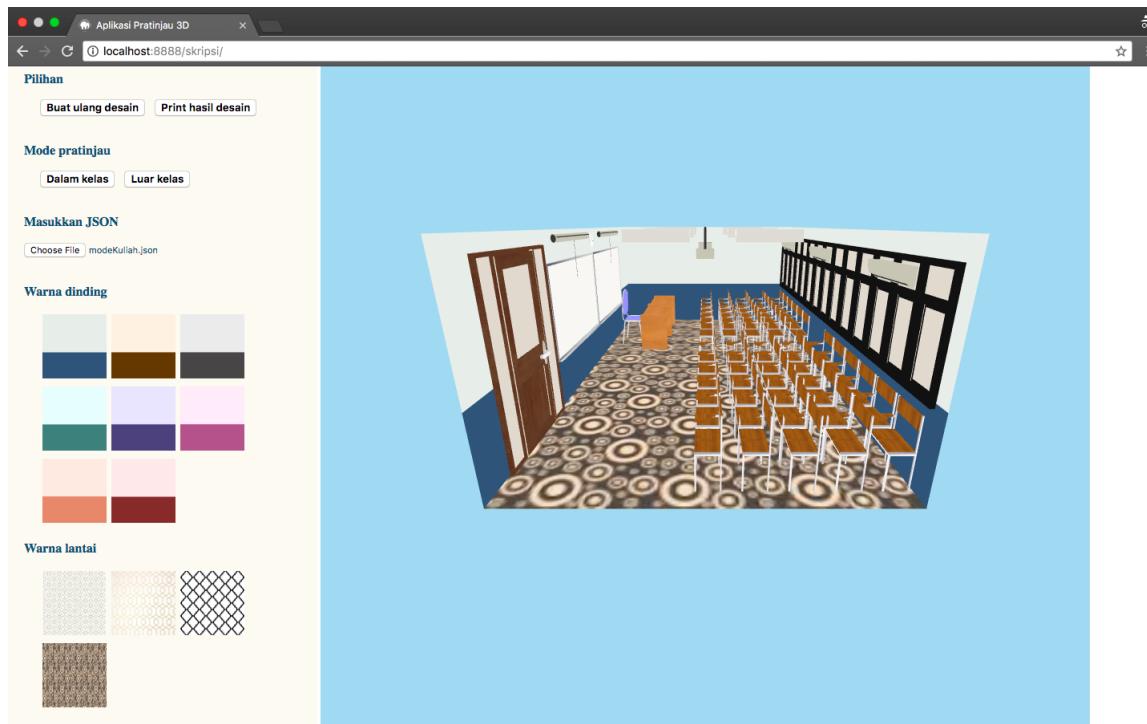
```
{  
    "dx": 8,  
    "dy": 4.7,  
    "dz": -8,  
    "distancex": 6,  
    "distancez": 0,  
    "repeatx": 2,  
    "repeatz": 1,  
    "rotation": 4.712385,  
    "texture": "models/texturemejadosen.jpg",  
    "model": "models/mejadosen.json",  
    "scale": 2  
},  
{  
    "dx": -8,  
    "dy": 14.5,  
    "dz": -14.9,  
    "distancex": 13,  
    "distancez": 0,  
    "repeatx": 2,  
    "repeatz": 1,  
    "rotation": 0,  
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",  
    "model": "models/layar.json",  
    "scale": 1  
},  
{  
    "dx": -4,  
    "dy": 14,  
    "dz": 0,  
    "distancex": 13,  
    "distancez": 0,  
    "repeatx": 2,  
    "repeatz": 1,  
    "rotation": 3.14159,  
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",  
    "model": "models/proyektor.json",  
    "scale": 1  
},  
{  
    "dx": -15,  
    "dy": 13,  
    "dz": 14.5,  
    "distancex": 15,  
    "distancez": 0,  
    "repeatx": 3,  
    "repeatz": 1,  
    "rotation": 3.14159,  
    "texture": "models/textureacproyektorlayar.jpg",  
    "model": "models/ac.json",  
    "scale": 1
```

```
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 14.9,
        "dz": -5,
        "distancex": 10,
        "distancez": 10,
        "repeatx": 3,
        "repeatz": 2,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturelampu.jpg",
        "model": "models/lampu.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": 2.7,
        "dy": 14,
        "dz": -15.2,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturejamdinding.jpg",
        "model": "models/jamdinding.json",
        "scale": 1
    },
    {
        "dx": -13,
        "dy": 7.5,
        "dz": -14.6,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturepintu.jpg",
        "model": "models/pintu.json",
        "scale": 2
    },
    {
        "dx": 10,
        "dy": 5.5,
        "dz": -12,
        "distancex": 0,
        "distancez": 0,
        "repeatx": 1,
        "repeatz": 1,
        "rotation": 0,
        "texture": "models/texturekursidosen.jpg",
        "model": "models/kursidosen.json",
    }
}
```

```
        "scale": 1.5
    }
],
"room": {
    "texture": {
        "wall": [
            "img/texturedinding1.jpg",
            "img/texturedinding2.jpg",
            "img/texturedinding3.jpg",
            "img/texturedinding4.jpg",
            "img/texturedinding5.jpg",
            "img/texturedinding6.jpg",
            "img/texturedinding7.jpg",
            "img/texturedinding8.jpg"
        ],
        "floor": [
            "img/teksturlantaibaru1.jpg",
            "img/teksturlantaibaru2.jpg",
            "img/teksturlantaibaru3.jpg",
            "img/teksturlantaibaru4.jpeg"
        ],
        "ceiling": "img/textureatap.jpg"
    },
    "size": {
        "length": 43,
        "width": 12,
        "height": 31
    }
},
"view": {
    "outside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 40
        },
        "control": {
            "minZoom": 10,
            "maxZoom": 42
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "inside": {
        "cameraPosition": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    }
}
```

```
        },
        "control": {
            "minZoom": 5,
            "maxZoom": 15
        },
        "target": {
            "x": 0,
            "y": 10,
            "z": 0
        }
    },
    "init": {
        "verticalField": 75,
        "nearPlane": 0.1,
        "farPlane": 100
    }
}
```

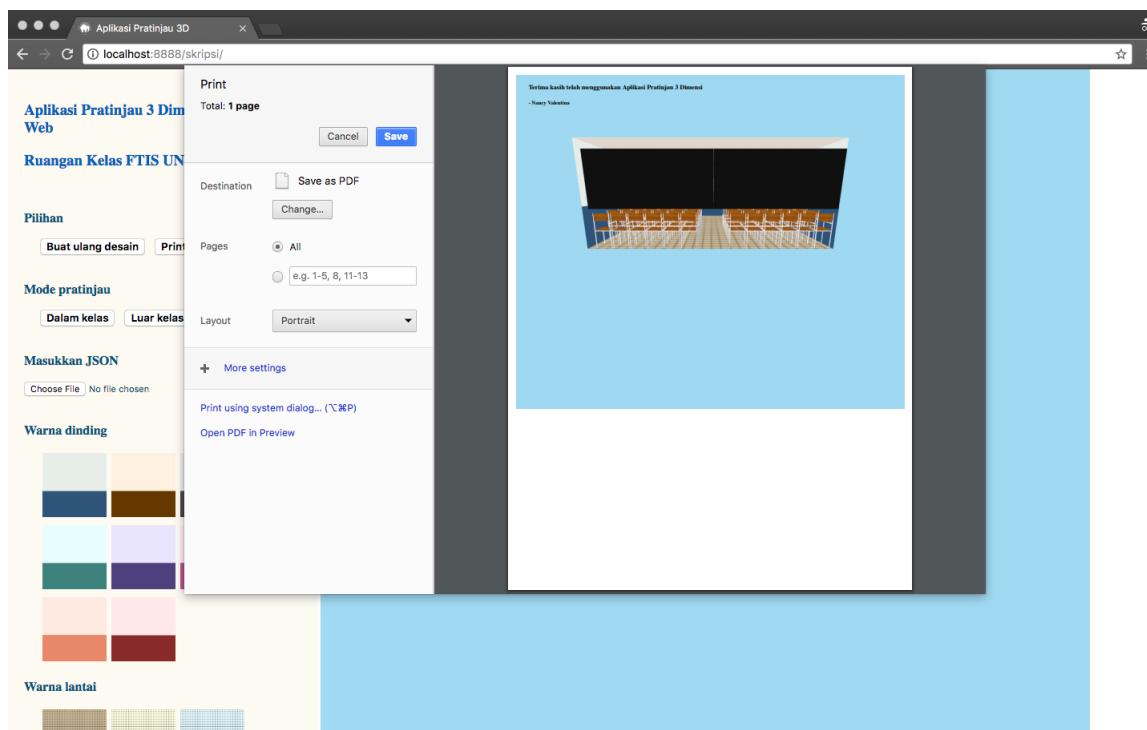
Listing 5.18: Isi berkas JSON untuk mengganti pilihan tekstur lantai.



Gambar 5.15: Hasil pengujian mengganti pilihan tekstur lantai.

5.3.6 Hasil Cetakan Berhasil Mengambil Gambar Ruangan Kelas

Masukan untuk kasus uji ini merupakan pilihan pengguna untuk mencetak hasil pratinjau pemodelan ruangan kelas. Keluaran untuk kasus uji ini merupakan pratinjau hasil cetak pemodelan ruangan kelas tanpa menu pilihan pada web. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.16.



Gambar 5.16: Hasil pengujian pratinjau hasil cetak pemodelan ruangan kelas.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan berdasarkan hasil dari analisis, implementasi, dan pengujian perangkat lunak dan yang telah dibuat serta saran-saran untuk pengembangan selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis, implementasi, dan pengujian Aplikasi Prantijau 3 Dimensi Berbasis Web yang telah dibuat, telah diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan tujuan dari skripsi ini yaitu membangun aplikasi yang dapat merepresentasikan ruangan dalam WebGL, telah dibuat Aplikasi Pratinjau 3 Dimensi Berbasis Web berdasarkan studi kasus ruangan kelas pada Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan dengan berbagai fitur pendukung seperti yang telah dirancang pada [4.3](#). Fitur-fitur yang telah dikembangkan adalah sebagai berikut:
 - Mengganti tekstur warna dinding ruangan kelas.
 - Mengganti tekstur warna lantai ruangan kelas.
 - Unggah berkas JavaScript Object Notation (JSON) untuk mengubah informasi ruangan kelas.
 - Mengganti pilihan tekstur warna dinding ruangan kelas.
 - Mengganti pilihan tekstur warna lantai ruangan kelas.
 - Menghasilkan cetakan ruangan kelas.
2. Dinding dari ruangan kelas pada Fakultas Teknologi Informasi dan Sains terdiri atas dua warna. Hal tersebut tidak dapat diimplementasikan dikarenakan keterbatasan bentuk geometri yang sebelumnya telah dijelaskan pada [3.2.10](#).

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengembangan yang dilakukan, berikut ini merupakan saran-saran untuk pengembangan selanjutnya:

1. Mengimplementasi fitur bentuk ruangan untuk berbagai bentuk.
2. Mengimplementasi penyembunyian properti yang menutupi kamera saat melakukan rotasi.
3. Mengimplementasi penyediaan antarmuka untuk kemudahan mengubah isi informasi kelas tanpa harus mengunggah berkas JSON.