

Desain dan Implementasi Virtual Reality Berbasis 3D Sebagai Media Informasi Fasilitas Kampus di Institut Teknologi Telkom Surabaya

Rhevindra Permata Anggriawan^{*1)}

¹⁾Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi & Bisnis, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Jl. Ketintang No.156, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota SBY, Jawa Timur 60231, Indonesia
rhevindraanggriawan@student.itelkom-sby.ac.id

Abstrak

Institut Teknologi Telkom Surabaya memiliki banyak fasilitas dan bangunan yang mendukung kehidupan kampus. Penting untuk memberikan informasi lokasi fasilitas dan bangunan tersebut bagi mahasiswa, dan teknologi virtual reality (VR) menyediakan solusi yang inovatif dan interaktif. Dalam penelitian ini, penulis merancang dan mengimplementasikan dunia maya berbasis 3D VR untuk mensimulasikan lingkungan kampus Institut Teknologi Telkom Surabaya. Dengan menggabungkan teknologi VR dengan pemodelan 3D, aplikasi ini menawarkan informasi yang menarik secara visual dan detail mengenai berbagai fasilitas dan bangunan di kampus. Aplikasi ini menjalani pengujian black box secara menyeluruh menggunakan teknik equivalence partitioning untuk memastikan fungsionalitas setiap komponen sistem. Berdasarkan hasilnya, hampir seluruh test case berhasil dieksekusi, hal ini membuktikan bahwa aplikasi telah memenuhi kebutuhan pengguna. Aplikasi ini menawarkan fitur seperti kontrol gerakan, aksesibilitas fasilitas kampus, dan antarmuka pengguna yang mudah digunakan. Representasi virtual kampus ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan virtual dan berguna sebagai alat pengenalan kampus bagi mahasiswa baru.

Kata Kunci: 3D Modelling, Media Informasi, Virtual Reality, Virtual Reality Environment

1. Pendahuluan (Introduction)

Teknologi *virtual reality* (VR) dapat mensimulasikan manusia di lingkungan alam secara virtual melalui tindakan seperti penglihatan, pendengaran, dan gerakan. VR memiliki tiga karakteristik, yaitu imersi, interaktivitas, dan imajinasi (Zhang & Zheng, 2011). Teknologi VR sudah banyak digunakan di dunia untuk edukasi, bisnis, pemasaran, dan lain-lain, seperti dalam bidang medis dan institusi pendidikan (Liu, 2012). Implementasi VR sebagai alat penyampaian informasi sangat edukatif dan menarik perhatian penggunaannya, oleh karena itu VR menjadi obyek yang dituju pada penelitian ini.

Institut Teknologi Telkom Surabaya dikelilingi oleh beberapa gedung yang dimiliki oleh Telkom Property, dengan satu gedung kampus yang menampung dua fakultas. Fakultas Teknologi Informasi dan Bisnis termasuk enam program studi: Rekayasa Perangkat Lunak, Sains Data, Teknologi Informasi, Sistem Informasi, Bisnis Digital, dan Informatika. Selain itu, Fakultas Teknik Elektro dan Industri Cerdas memiliki lima program studi: Teknik Logistik, Teknik Elektro, Teknik Komputer, Teknik Industri, dan Teknik Telekomunikasi.

Meskipun terdapat orientasi studi dan pengenalan kampus setiap tahun untuk mahasiswa baru dan tersedia tur virtual berbasis *augmented reality* (AR) di situs web resmi Institut Teknologi Telkom Surabaya, pengetahuan mahasiswa tentang area dan lingkungan sekitar masih kurang. Oleh karena itu, dibutuhkan media informasi visual secara virtual yang dapat menggambarkan dengan jelas dan mewakili gambaran sebenarnya dari area kampus dengan cara yang menarik secara visual.

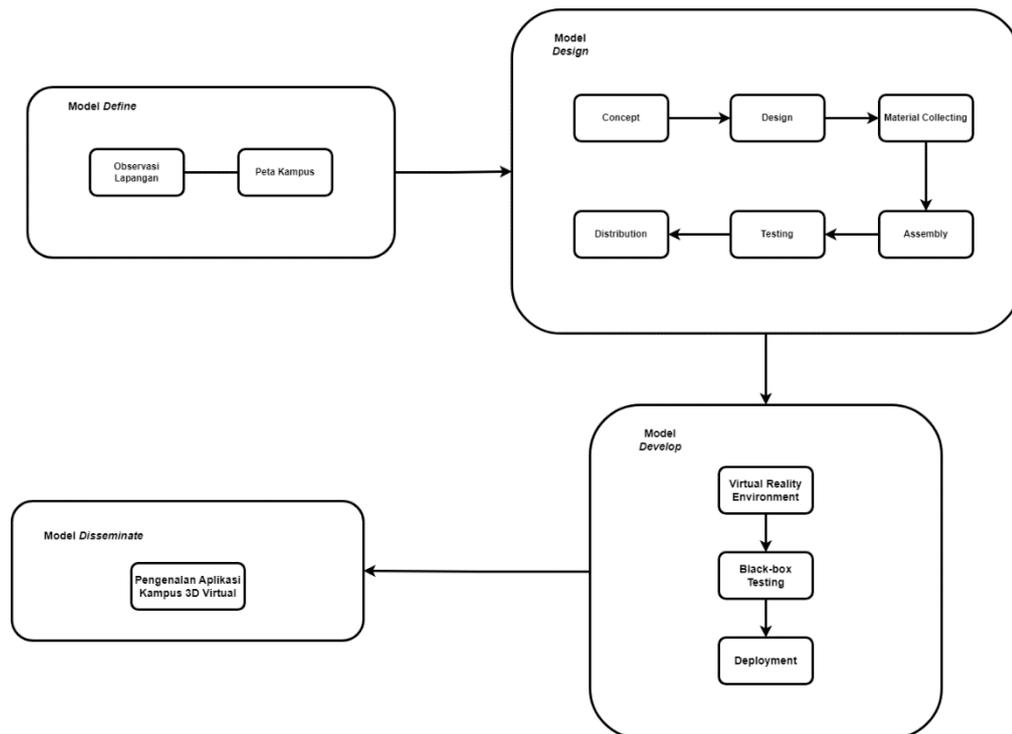
Dalam penelitian ini, penulis akan membuat tur virtual menggunakan model tiga dimensi (3D) dan mengintegrasikannya dengan berbagai perangkat VR melalui komputer untuk memberikan pengalaman yang menarik dan memikat. Diharapkan luaran dari penelitian ini akan berguna bagi mahasiswa Institut Teknologi Telkom Surabaya dalam mencari informasi lebih jelas dan detail mengenai lingkungan

kampus dan fasilitas yang tersedia. Tidak menutup kemungkinan bila luaran yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai macam kegiatan kampus dalam bentuk virtual.

2. Metode Penelitian (*Methods*)

Langkah penelitian yang digunakan adalah model 4D. Model 4D terdiri dari empat tahapan yaitu, *define*, *design*, *develop* dan *disseminate*. Setiap tahapan dibentuk untuk menopang tahapan selanjutnya. Pada tahap pertama yaitu tahap pendefinisian (*define*) yang bertujuan langkah-langkah untuk akuisisi data dan identifikasi kebutuhan dalam perancangan. Tahap kedua adalah perancangan (*design*) yang bertujuan untuk merancang bentuk dari model terhadap objek yang dianalisa. Tahap ketiga adalah pengembangan (*develop*), tahapan ini bertujuan untuk membangun model tiga dimensi yang sudah terbentuk menjadi lingkungan virtual reality dan dilanjutkan dengan pengujian terhadap aplikasi dengan black-box testing. Tahap keempat adalah *disseminate* atau penyebaran terhadap aplikasi agar dapat diterima oleh pengguna dengan melakukan promosi terhadap produk hasil pengembangan (Hari, et al., 2020).

Model pengembangan media digunakan sebagai bentuk pendekatan dalam mengembangkan suatu media. Pada penelitian ini model yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther-Sutopo. MDLC ini akan digunakan pada model 4D bagian *design* dan *develop* untuk mendukung pengembangan media berbasis tiga dimensi sebagai objek penelitian (Dian & Novica, 2020) (Hari, et al., 2020). Tahapan penelitian diilustrasikan pada gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

2.1 Model Define

Terdapat dua metode pengumpulan data yang dilakukan, yaitu peta kampus dan observasi lapangan. Observasi lapangan bertujuan untuk mendapatkan data yang akurat terhadap material dan alasan mengapa adanya objek yang diobservasi. Menggunakan peta kampus akan menjadi referensi utama untuk mendapatkan gambaran besar terhadap lingkungan dan bentuk kampus, terutama mendapatkan sudut pandang dari atas akan mempermudah pemetaan bangunan pada saat melakukan modeling. Peta kampus dapat didapatkan melalui aplikasi *gmaps* atau sketsa denah kampus.

2.2 Model Design

Pada tahapan perancangan media menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther-Sutopo terdapat enam tahap (Hari, et al., 2020). Tahap pertama adalah *Concept* (Konsep) yang menentukan tujuan, target pengguna, dan jenis aplikasi yang akan dikembangkan. Tahap kedua adalah *Design* (Desain) yang membuat rancangan melalui pemodelan dengan tiga fase dalam proses pemodelan, yaitu inisiasi, penyempurnaan, dan finalisasi model (Rahmat, et al., 2018) (Ully, et al., 2012). Tahap ketiga adalah *Material Collecting* yang mengumpulkan bahan sesuai dengan kebutuhan model yang dirancang, termasuk pemetaan tekstur (Rahmat, et al., 2018). Tahap keempat adalah *Assembly* (pembuatan) yang mematerialisasikan objek dengan material yang sudah dikumpulkan sehingga membentuk suatu bentuk yang terdefinisi (Rahmat, et al., 2018). Tahap kelima adalah *Testing*, yaitu pengujian *alpha* untuk melihat kekurangan terhadap rancangan model yang telah dibentuk. Tahap terakhir adalah *Distribution*, yaitu menyimpan lingkungan yang telah dibentuk dalam suatu media penyimpanan atau platform, seperti menyimpan hasil render di perangkat lunak *Unity 3D* dan melakukan kompresi jika ukurannya terlalu besar.

2.3 Model Develop

Virtual reality memerlukan lingkungan yang direkayasa dengan hati-hati untuk mencapai pengalaman yang meyakinkan. Tingkat imersi yang dibutuhkan tergantung pada jenis lingkungan, dan bergantung pada anggaran dan tujuan proyek (Wayne, 2005). Pembentukan lingkungan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Unity 3D Game Engine* dan diekspor menjadi bentuk aplikasi menggunakan perangkat lunak *Google VR Software Development Kit* agar dapat diakses melalui *virtual reality* (Alfarizi, 2018). Kemudian, lingkungan akan diuji dengan *black-box testing* untuk menguji *input* pengguna dan fungsi sistem serta teknik *purposive sampling* bertujuan menentukan kriteria pengujian

2.4 Model Disseminate

Pada tahapan ini aplikasi yang sudah dikembangkan dari *file* yang berbentuk ekstensi *apk* disimpan pada media penyimpanan secara online seperti *gdrive* dan diuji kepada mahasiswa Institut Teknologi Telkom Surabaya yang mengetahui tata letak gedung kampus. Aplikasi yang di bangun akan di instalasi pada perangkat pengembang untuk menghindari kesalahan konfigurasi. Pada tahapan penyebaran ini juga bertujuan untuk mengumpulkan data lanjutan yang dibutuhkan sesuai dengan persepsi pengguna dalam menggunakan aplikasi agar membantu penelitian berikutnya kedepannya.

3. Hasil dan Pembahasan (*Results and Discussions*)

3.1 Akuisisi Data

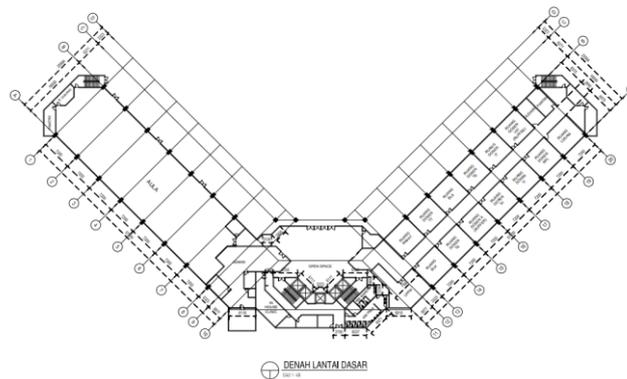
Untuk memahami struktur gedung dari kampus Institut Teknologi Telkom Surabaya, maka dilakukan observasi secara langsung untuk memahami bentuk dan kerangka bangunan. Gedung kampus memiliki struktur bangunan yang unik, dinding kaca yang menutup bagian depan gedung lantai dasar dan lantai satu. Bagian tengah gedung berbentuk hampir seperti segi enam dengan empat pilar besar yang menopang lantai dua dan lantai tiga. Tampilan gedung dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Tampilan Gedung Kampus Institut Teknologi Telkom Surabaya

Observasi secara langsung berguna untuk mengetahui material, tekstur dan warna dari setiap bagian bangunan. Untuk mendukung perancangan model yang akurat maka peta kampus (denah) digunakan

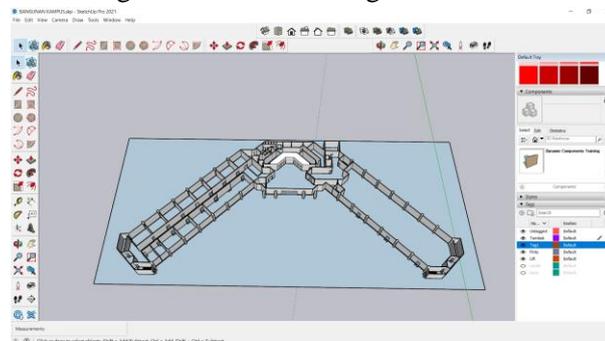
sebagai landasan ukuran eksterior bangunan. Peta kampus membagi struktur bangunan menjadi empat bagian, yaitu lantai dasar, lantai satu, lantai dua, dan lantai 3. Peta kampus menjadi referensi utama untuk membentuk kerangka bangunan seperti pada gambar 3.



Gambar 3 Sketsa Denah Gedung Kampus Institut Teknologi Telkom Surabaya

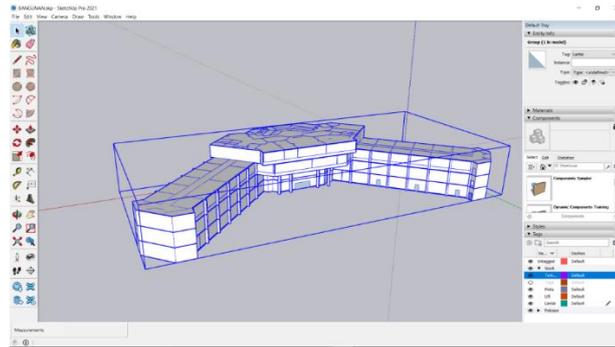
3.2 Desain Model

Proses 3D modeling adalah pembuatan model 3D digital untuk mewakili obyek atau lingkungan dalam bentuk tiga dimensi. Langkah pertama adalah menentukan tujuan dan konsep model yang akan dibuat (Sarris & Strintzis, 2003). Pada tahapan ini, bertujuan untuk membuat model yang dapat digunakan sebagai media informasi bagi mahasiswa dengan beberapa fasilitas di gedung kampus yang perlu dipresentasikan. Pembuatan model menggunakan aplikasi *SketchUp* dan denah CAD sebagai panduan. Pengukuran skala gedung dilakukan dengan skala 1:300. Alat seperti pensil, penggaris, lingkaran, dan segitiga digunakan untuk membuat garis dan bentuk model. Pembuatan sketsa kerangka gedung menjadi tujuan utama sebagai dasar seluruh bangunan, hal ini diilustrasikan pada gambar 4.



Gambar 4 Membuat sketsa kerangka gedung kampus lantai dasar menggunakan sketchup

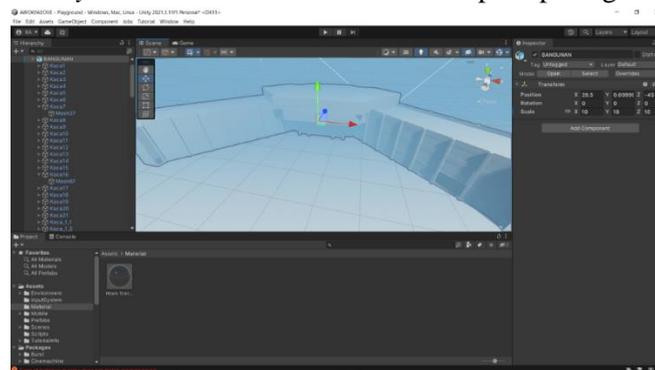
Memastikan desain model tidak memiliki *error*, maka perlu diperhatikan penambahan detail pada *mesh* dan tekstur untuk mendukung bentuk yang diinginkan merepresentasikan suatu objek. *Polygon mesh* atau jaringan polygon adalah kumpulan simpul, tepi, dan permukaan yang mendefinisikan bentuk objek polihedral. Polihedral adalah bentuk tiga dimensi dengan permukaan yang datar, tepi yang lurus, dan simpul yang tajam. *Mesh* menjadi komponen dasar yang dapat membentuk suatu objek yang dirancang bertujuan untuk menonjolkan bentuk objek (Lorensen & Cline, 1987). Setelah bentuk dasar terbentuk, tahap selanjutnya adalah menambahkan detail dan tekstur ke model dengan menggunakan alat seperti *Push/Pull* dan *Paint Bucket*. Setelah kerangka setiap lantai selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah menyatukan masing-masing lantai untuk membentuk gedung kampus seperti pada gambar 5.



Gambar 5 Proses Penyatuan Kerangka Gedung

3.3 Material Collecting

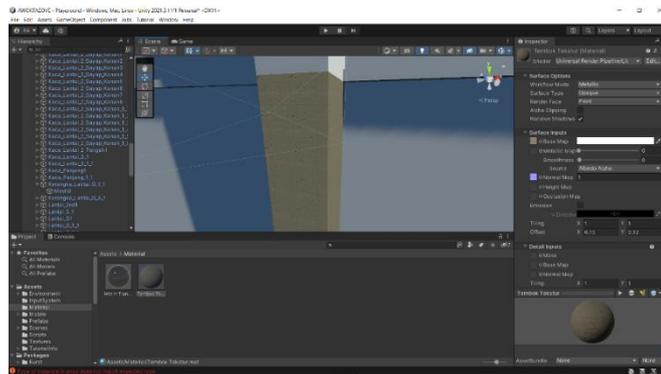
Material Collecting pada pemodelan 3D adalah proses pengumpulan material atau tekstur untuk membuat tampilan suatu objek 3D lebih realistis. Dalam pemodelan 3D, material dapat berupa tekstur seperti warna, garis, atau gambar yang digunakan untuk menambahkan detail pada objek 3D (Rahmat, et al., 2018). *Material Collecting* dilakukan dengan mengumpulkan bahan seperti foto atau gambar bahkan dapat membuat tekstur sendiri dengan perangkat lunak gratis seperti Adobe. Sebelum memasang material pada *mesh*, perlu dilakukan tinjauan ulang terhadap material bangunan gedung kampus asli. Setelah model dirapikan *mesh*-nya, selanjutnya mengekspor model untuk dapat diakses ke *Unity Editor*. File diekspor menjadi ekstensi *.fbx* agar dapat dikenali oleh sistem *Unity Editor*. Model dimasukkan ke dalam *project* baru pada *Unity Editor* ke dalam folder *Assets* seperti pada gambar 6.



Gambar 6 Import Model ke Dalam Unity

Pada tahapan ini masih perlu dilakukan validasi terhadap model. Pengelolaan dan penyimpanan model yang dimasukkan ke dalam *Unity Editor* perlu diperiksa untuk memastikan konsistensi dan integritas model. Bila terdapat kesalahan pada *mesh* maka perlu dilakukan perbaikan terhadap model. Selanjutnya penentuan material dan tekstur yang akan digunakan diterapkan di dalam aplikasi *Unity Editor*, hal tersebut dilakukan setelah mengimpor semua model seperti gedung kampus dan furnitur yang mendukung interpretasi informasi yang akan disampaikan kepada pengguna.

Berdasarkan observasi lapangan, sebagian besar material yang menutupi eksterior kampus adalah beton, dan sisanya adalah kaca dinding yang menutupi bagian depan dan belakang lantai dasar dan lantai satu. Dari tinjauan tersebut maka, pemetaan material dalam bentuk beton atau *concrete* perlu digunakan sebagai *base map* (pemetaan dasar) terhadap *input* permukaan *mesh*. Untuk menambah detail tekstur yang memberikan tonjolan kasar pada beton maka pemetaan material terhadap *normal map* (pemetaan normal) pada permukaan *mesh* (Ula, 2015). Hal tersebut diilustrasikan seperti pada gambar 7.



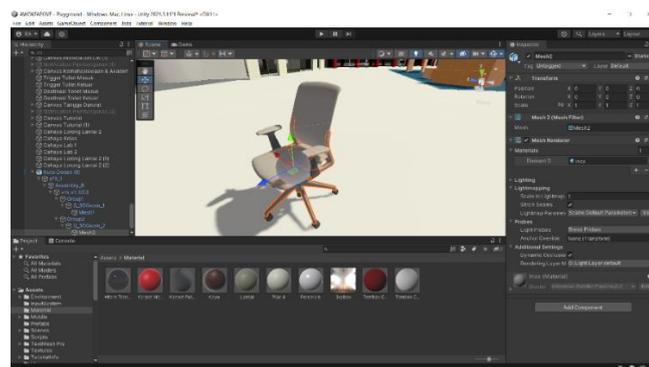
Gambar 7 Pemetaan Tekstur pada Pilar Gedung Kampus

3.4 Proses Assembly

Setelah melakukan pemetaan pada setiap *mesh*, tahap selanjutnya adalah proses materializing & texturing. Tahapan ini adalah bagian dari proses *assembly*, pemberian material yang telah dipetakan perlu diberi warna yang sesuai dengan bentuk nyata dari objek yang dimodelkan. Pemasangan tekstur akan memberikan kesan terhadap objek menjadi lebih realistis, hal ini di ilustrasikan pada gambar 8 dan 9. Tahapan selanjutnya adalah *assembly* ruangan, seluruh model dikumpulkan menjadi satu untuk membentuk suatu ruang yang memiliki atribut.

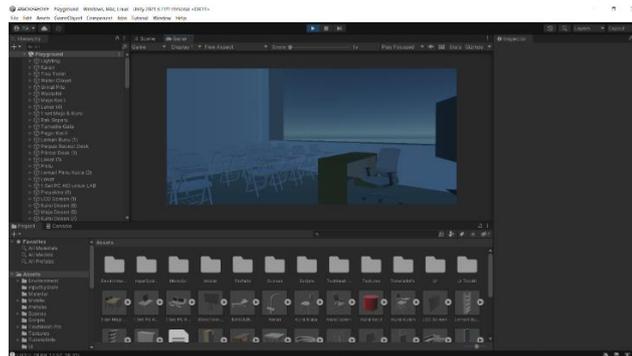


Gambar 8 Tampilan dinding, pilar dan kaca setelah dipasang material dan tekstur



Gambar 9 Tampilan furnitur setelah dipasang material dan tekstur

Proses *assembly* harus dilakukan untuk memastikan bahwa bagian-bagian terpasang dengan benar dan stabil. Namun, dengan proses *assembly*, dapat membuat objek 3D yang lebih detail dan akurat, dan mempermudah proses desain dan pembuatan prototipe. Melalui proses *assembly*, penentuan fungsi atau atribut suatu ruangan menjadi objektif utama pada penelitian ini. Ruangan yang akan dijadikan sebagai objektif penyampaian informasi adalah Lobi, Aula, Ruang Dosen, Ruang Kelas, Ruang Laboratorium Komputer dan Perpustakaan. Tata letak furnitur akan mempengaruhi definisi dari masing-masing ruangan, seperti yang diilustrasikan pada gambar 10.



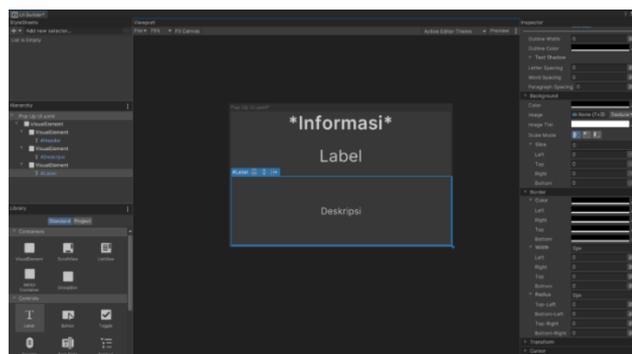
Gambar 10 Pemasangan furnitur untuk membentuk ruangan kelas

Untuk mendukung kejelasan informasi, perancangan *User Interface* diperlukan agar dapat menyampaikan definisi dan fungsi dari masing-masing ruangan yang telah dibentuk. Target pengembangan aplikasi ini digunakan untuk mahasiswa IT Telkom Surabaya. Maka, pencantuman informasi terhadap *world space* sangat diperlukan. *World space* pada *Unity* merupakan konsep untuk menentukan posisi dan orientasi dari objek dalam ruang 3D. Dalam *Unity*, konsep dasar adalah bahwa semua objek memiliki posisi, rotasi, dan skala dalam koordinat 3D (Marie, 2020). *World space* adalah ruang koordinat absolut yang menentukan posisi dan orientasi objek dalam lingkungan 3D. Artinya, objek dalam *world space* memiliki posisi yang tetap dan tidak terpengaruh oleh transformasi dari objek lain. Ini memungkinkan pengembang untuk memposisikan dan mengorientasikan objek dengan cara yang mudah dipahami dan konsisten sepanjang aplikasi (Feng, et al., 2010).

UI Builder pada *Unity* adalah sebuah alat yang memungkinkan pengembang untuk membuat dan menyunting *user interface* (UI) dalam *Unity* dengan cara visual dan interaktif. Fitur ini menyediakan antarmuka grafis untuk membuat elemen UI seperti tombol, teks, slider, dan lain-lain. Serta memungkinkan pengembang untuk melihat hasilnya secara langsung pada waktu yang sama.

Dengan *UI Builder*, pengembang dapat membuat UI yang indah dan responsif tanpa harus menulis kode. Ini membantu mengurangi waktu dan usaha yang diperlukan untuk membuat UI dan memfokuskan pada tugas pengembangan aplikasi. *UI Builder* juga memungkinkan pengembang untuk mengatur posisi dan ukuran elemen UI dengan mudah dan membuat animasi dan efek seperti transisi dan *tweening*. Dalam *Unity*, *UI Builder* adalah bagian dari *Unity Editor* dan membutuhkan *Unity* versi 2019.3 atau yang lebih baru untuk digunakan (Marie, 2020).

Pada pengembangan kali ini, pembuatan UI yang sederhana dan ringkas serta mampu memberikan informasi yang jelas menjadi kunci dalam penyampaian informasi. Desain UI akan berbentuk dalam wujud kanvas yang memiliki panel di dalamnya. Di dalam panel terbagi menjadi tiga *section*, paling atas akan berfungsi sebagai *header* yang menunjukkan jenis panel dalam memberikan informasi. *Section* kedua berisikan label dari objek atau ruangan yang akan diinterpretasikan. Dan pada *section* terakhir berisikan deskripsi terhadap objek atau ruangan tersebut. Sketsa perancangan UI diilustrasikan pada gambar 11.



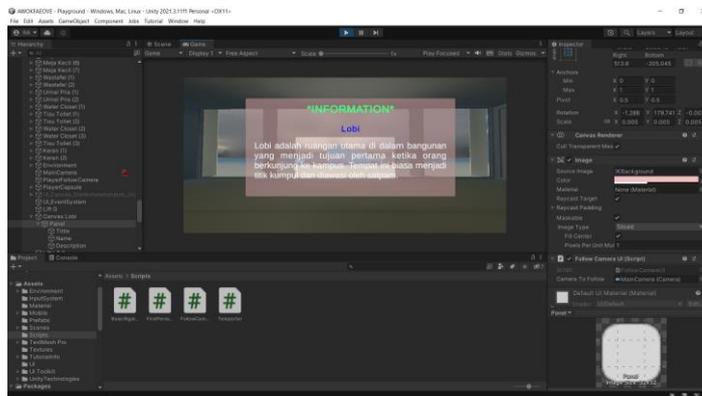
Gambar 11 Sketsa perancangan UI World space

Setelah dibangun tampilan UI-nya, tahapan selanjutnya adalah pemasangan UI kepada setiap objek atau ruangan yang akan di intepretasikan. Penempatan kanvas UI perlu diperhatikan agar dapat dilihat dari sudut pandang pengguna ketika menjalankan simulasi. Hal tersebut diilustrasikan pada gambar 12.



Gambar 12 Penempatan World space UI pada ruangan untuk menjelaskan fungsi lobi pada gedung kampus

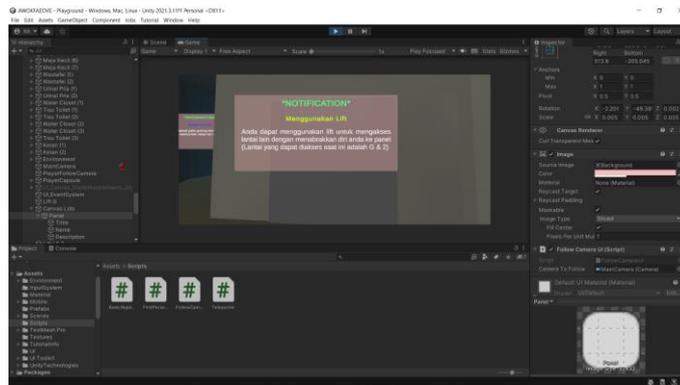
Setelah seluruh ruangan telah diberikan UI, tahapan selanjutnya adalah memberikan interaksi fungsional yang bertujuan untuk membantu pengguna dalam mengakses informasi dan lokasi secara mudah. Panel pada UI *world space* hanya dapat dilihat dalam satu sudut pandang, sehingga tidak memenuhi kriteria aksesibilitas informasi. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, pembuatan script diperlukan agar UI dapat mengikuti sudut pandang pengguna ketika di dalam simulasi. Script pada *Unity* adalah berkas kode yang ditulis dalam bahasa C# yang digunakan untuk memprogram aplikasi dan membuat interaksi dan perilaku dalam aplikasi *Unity*. Script mengandung perintah yang dapat mengubah komponen dalam aplikasi, membuat objek bergerak, merespons *input*, dan lain-lain. Menggunakan *script* dapat membuat panel UI pada *world space* dapat dilihat dari segala arah seperti pada gambar 13.



Gambar 13 Tampilan UI world space tampak belakang setelah ditambahkan script

Pada pendefinisian ruang, telah ditentukan objektif yang akan menjadi acuan untuk disajikan kepada pengguna. Pengembang memutuskan untuk memberikan akses gedung kampus berupa lantai dasar dan lantai dua. Hal tersebut ditentukan karena kedua lantai tersebut memiliki fasilitas yang digunakan oleh mahasiswa IT Telkom Surabaya dalam kegiatan akademik maupun non-akademik. Oleh karena itu, diperlukan fitur yang mampu memberikan akses kepada pengguna untuk berpindah tempat terhadap setiap lantai yang dituju. Fitur ini dinamakan teleportasi, untuk membuat fitur tersebut diperlukan script dan objek yang dijadikan sebagai pemicu untuk mengaktifkan script.

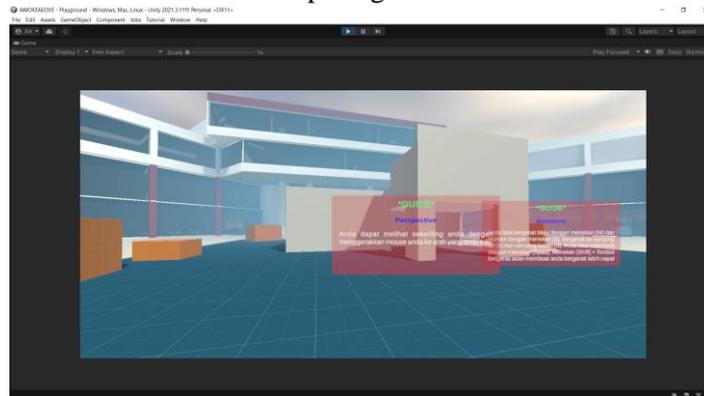
Pada gambar 14 merupakan implementasi *script* yang membuat pengguna dapat berteleportasi dengan menginteraksi terhadap objek tertentu. Pada kasus kali ini, objek yang digunakan sebagai pemicu adalah lift. Pengguna dapat melakukan teleportasi dengan mengklik atau berjalan ke arah lift. Objek bangunan lift menjadi pemicu yang menghubungkan lantai dasar dengan lantai dua, dengan begitu pengguna dapat berpindah tempat sesuai keinginan pengguna.



Gambar 14 Penambahan fitur teleportasi pada lift

3.5 Testing

Testing pada *Unity* adalah proses mengevaluasi kode dan aplikasi untuk memastikan bahwa mereka bekerja seperti yang diharapkan dan tidak memiliki bug atau masalah. *Testing* bertujuan untuk menemukan dan memperbaiki masalah sebelum aplikasi tersebut diterima oleh pengguna akhir. Untuk melakukan testing, *play mode test* dilakukan untuk memastikan bahwa script dan komponen lainnya bekerja seperti yang diharapkan selama *runtime*. *Scene and game object validation* juga tes yang diterapkan untuk memvalidasi objek dan *scene* dalam *Unity Editor* agar mereka dapat diteruskan untuk *testing* lebih lanjut. Hal tersebut diilustrasikan pada gambar 15 dan 16.



Gambar 15 Pengujian melalui play mode test



Gambar 16 Pengujian melalui scene and game object validation

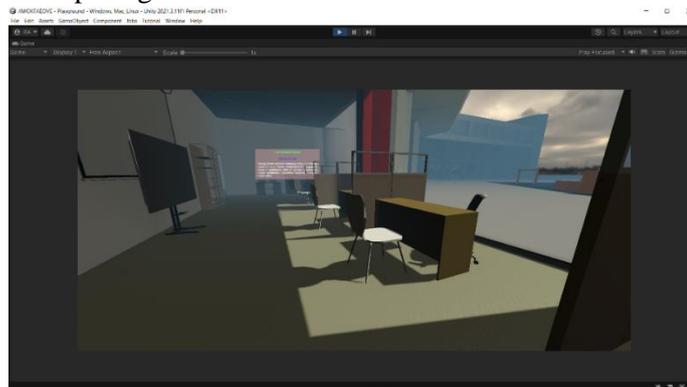
Pada hasil *testing* didapatkan objektif yang menjadi target sebagai media informasi yaitu ruangan yang memiliki furnitur yang telah disusun dan *UI world space*. Target objektif tersebut dikonfirmasi sebagai bentuk tercapai berdasarkan seluruh fasilitas yang ada di kampus IT Telkom Surabaya, Pada penelitian ini berfokus untuk membuat fasilitas yang digunakan oleh mahasiswa, hal tersebut dijelaskan pada tabel 1 untuk melihat target objektif yang telah dicapai.

Tabel 1 Pencapaian target objektif terhadap fasilitas IT Telkom Surabaya

No.	Fasilitas Kampus	Keterangan	Lokasi
1.	Lobi	Tercapai	Lantai Dasar
2.	Aula	Tercapai	Lantai Dasar
3.	Toilet	Tercapai	Lantai Dasar
4.	Ruang Admisi	Belum Tercapai	Lantai Dasar
5.	Ruang Dosen	Tercapai	Lantai Dasar
6.	Ruang Logistik	Belum Tercapai	Lantai Dasar
7.	Lift	Tercapai	Lantai Dasar
8.	Ruang Kelas	Tercapai pada lantai Dua	Lantai Satu & Dua
9.	Ruang Lab. Komputer	Tercapai pada lantai Dua	Lantai Satu & Dua
10.	Ruang Lab. Digital Startup	Belum Tercapai	Lantai Satu
11.	Ruang Lab. Multimedia	Belum Tercapai	Lantai Satu
12.	Ruang Lab. Riset & Pengembangan	Belum Tercapai	Lantai Satu
13.	Ruang Lab. Jaringan	Belum Tercapai	Lantai Satu
14.	Koperasi	Belum Tercapai	Lantai Satu
15.	Ruang Lab. Telemetri	Belum Tercapai	Lantai Dua
16.	Ruang Lab. Fisika	Belum Tercapai	Lantai Dua
17.	Ruang Lab. Pemodelan	Belum Tercapai	Lantai Dua
18.	Perpustakaan	Tercapai	Lantai Dua
19.	Ruang Akademik	Belum Tercapai	Lantai Dua
19.	Ruang Kemahasiswaan	Belum Tercapai	Lantai Dua
20.	Ruang Sekpim	Belum Tercapai	Lantai Tiga
21.	Ruang TPA	Belum Tercapai	Lantai Tiga
22.	Rooftop	Belum Tercapai	Lantai Tiga

Berdasarkan tabel diatas beberapa fasilitas yang telah tercapai merupakan fasilitas yang paling sering dikunjungi dan digunakan oleh mahasiswa. Oleh sebab itu, fasilitas tersebut disajikan sebagai uji coba pada perilsan aplikasi *alpha release*.

Pencahayaan pada *Unity* adalah sistem yang digunakan untuk membuat aplikasi *Unity* terlihat realistis dan seperti dunia nyata. Ini mempengaruhi bagaimana objek dalam aplikasi terlihat dan memastikan bahwa objek terlihat benar dalam kondisi cahaya yang berbeda. Pencahayaan adalah bagian penting dari pengembangan aplikasi *Unity*, karena memastikan bahwa aplikasi terlihat seperti dunia nyata dan membuat aplikasi lebih realistis dan memikat bagi pengguna akhir. Pencahayaan juga memastikan bahwa objek dalam aplikasi terlihat benar dalam kondisi cahaya yang berbeda dan membuat aplikasi terlihat lebih menyenangkan dan memikat bagi pengguna akhir. Pada aplikasi yang dikembangkan pencahayaan yang diterapkan adalah pencahayaan statik, dinamis dan global iluminasi. Pencahayaan diilustrasikan pada gambar 17.



Gambar 17 Penerapan pencahayaan pada model di lingkungan 3D

3.6 Distribution

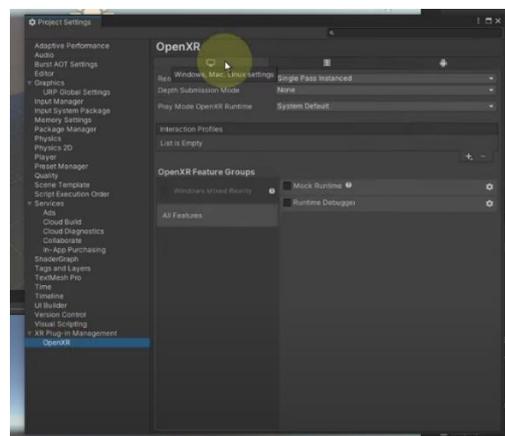
Pada tahapan ini, aplikasi perlu dibangun sesuai dengan platform yang diinginkan. Pada target penelitian ini platform yang diutamakan adalah komputer. Setelah memastikan semua *asset* dan

preferensi pada *project* sudah dikonfigurasi sesuai kebutuhan, tahapan selanjutnya adalah memilih platform yang dituju yakni komputer. Kemudian melakukan konfigurasi terhadap build untuk menentukan nama proyek, lokasi penyimpanan *file build*, dan lain-lain. Setelah selesai konfigurasi aplikasi dapat dibangun untuk dilakukan pengujian dan debugging lebih lanjut.

3,7 Konfigurasi Virtual Reality Environment

Pada *Unity*, lingkungan VR dapat dibuat dengan menggunakan plugin VR seperti *Oculus Integration* atau *SteamVR Plugin*, yang memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi VR dengan mudah dan cepat. *Unity* menyediakan berbagai alat dan fitur untuk membuat lingkungan VR, seperti kamera VR, interaksi VR, dan pengontrol VR. Berikut adalah beberapa langkah untuk mengkonfigurasi lingkungan realitas virtual (VR) pada *Unity*. Langkah-langkah tersebut diilustrasikan pada gambar 18.

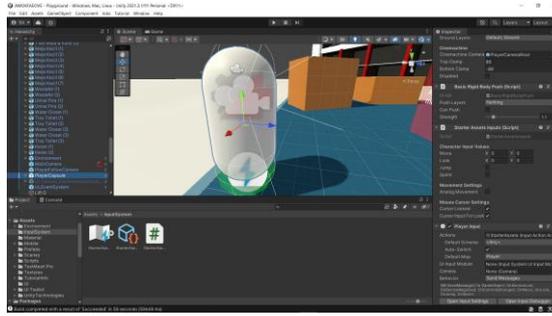
1. Instalasi plugin VR: Unduh dan instal plugin yang sesuai dengan platform VR yang akan digunakan, seperti *Oculus Integration* atau *SteamVR Plugin*.
2. Konfigurasi Build Settings: Buka menu *File* lalu pilih *Build Settings*, pilih platform VR yang akan digunakan sebagai platform tujuan, lalu klik tombol "*Player Settings*" untuk mengakses pengaturan player.
3. Konfigurasi Pengaturan Player: Pada tab "*Other Settings*", aktifkan "*Virtual Reality Supported*" dan tambahkan platform VR yang akan digunakan ke dalam "*Virtual Reality SDKs*".
4. Konfigurasi Kamera: Buat objek baru dalam scene, lalu tambahkan komponen "*Camera*" dan "*Tracking Space*" (jika diperlukan) ke objek tersebut. Konfigurasikan setingan kamera seperti posisi, orientasi, dan jarak untuk menentukan pandangan pemain dalam lingkungan VR.
5. Konfigurasi Interaksi: Tambahkan objek-objek interaktif seperti tombol, alat, dan alat pengontrol ke dalam scene, lalu tambahkan komponen "*Steam VR_Behaviour_Pose*" atau "*Oculus_Touch*" (tergantung pada platform VR yang digunakan) ke objek interaktif untuk memungkinkan interaksi pemain.



Gambar 18 Konfigurasi VR Environment

Dikarenakan keterbatasan pengembang aplikasi yang tidak memiliki perangkat VR maka solusi alternatif yang dilakukan adalah instalasi *First Person Shooter (FPS) Environment*. Tahapan ini diilustrasikan pada gambar 19 dengan mengikuti langkah-langkah berikut :

1. Tambahkan kamera: Tambahkan objek baru ke scene, lalu tambahkan komponen "*Camera*" ke objek tersebut. Konfigurasikan setelan kamera seperti posisi, orientasi, dan jarak untuk menentukan pandangan pemain dalam lingkungan FPS.
2. Tambahkan kendali pemain: Tambahkan objek baru ke *scene* dan tambahkan komponen "*Character Controller*" ke objek tersebut. Konfigurasikan setingan kendali pemain seperti kecepatan bergerak, gravitasi, dan lompatan.



Gambar 19 Konfigurasi FPS Environment

3.8 Black Box Testing & Purposive Sampling

Teknik *purposive sampling* adalah metode penarikan sampel di mana peneliti memilih partisipan yang memiliki kriteria tertentu yang dianggap relevan untuk penelitian (Lawrence, et al., 2013). Partisipan merupakan sumber data yang dapat memberikan informasi terkait hasil uji coba *black box*, teknik ini digunakan dengan pertimbangan dan tujuan tertentu dengan memilih subjek yang dapat mewakili pendapat dari seluruh mahasiswa yang ada di Institut Teknologi Telkom Surabaya (Diana, et al., 2020). Adapun kriteria yang ditentukan oleh peneliti sebagai subjek penelitian dan penguji adalah sebagai berikut :

1. Mahasiswa Institut Teknologi Telkom Surabaya.
2. Mahasiswa dari setiap angkatan yang sedang menjalani masa perkuliahan di Institut Teknologi Telkom Surabaya.
3. Bersedia untuk di wawancara.

Hasil pengujian *black box* adalah hasil dari tes yang dilakukan pada sebuah sistem atau aplikasi tanpa memperhatikan bagaimana sistem tersebut bekerja di dalamnya. Dalam pengujian *black box*, *tester* hanya menguji sistem dengan menggunakan *input* dan mengevaluasi *output* yang dihasilkan, tanpa melihat bagaimana sistem mengatasi *input* dan menghasilkan *output* (Hari, et al., 2020). Hasil pengujian *black box* sangat penting bagi pengembang untuk memastikan bahwa sistem bekerja seperti yang diharapkan dan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan (Arief, et al., 2020). Pada penelitian kali ini, teknik *black box testing* yang akan digunakan adalah pengujian *equivalence partitioning* (partisi ekuivalen). Dalam *equivalence partitioning*, *input* yang akan diuji dibagi menjadi beberapa partisi yang ekuivalen atau setara, sehingga setiap partisi mempunyai karakteristik yang sama dan diharapkan menghasilkan *output* yang serupa (Hari, et al., 2020). Cara kerjanya adalah dengan mengelompokkan *input* menjadi beberapa kelas setara, di mana *input* yang berada pada kelas yang sama diasumsikan mempunyai kemungkinan *output* yang sama. Kemudian, untuk menguji sistem, hanya perlu memilih satu *input* dari setiap kelas yang mewakili karakteristiknya (Arief, et al., 2020)

Salah satu alasan penggunaan teknik tersebut dalam uji coba *black box* dikarenakan memungkinkan pengujian yang efektif dan efisien. Teknik tersebut membantu dalam menemukan kesalahan dalam fungsionalitas sistem. Untuk melakukan pengujian *equivalence partitioning* pada aplikasi yang dikembangkan, maka perlu merancang sebuah *test case* berdasarkan fungsi yang ada dalam pengujian perangkat lunak. Kemudian membuat batasan pengujian agar pengujian relevan dengan aplikasi yang diuji. Tahapan selanjutnya adalah membuat model pengujian melalui sebuah skenario dan hasil yang diharapkan. Tahapan terakhir adalah melakukan pengujian berdasarkan rancangan terhadap *test case*. Tahapan pengujian dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian *Equivalence partitioning*

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan Penguji			
				I	II	III	IV
A01.	Pengguna menekan tombol	Sistem memberikan	Menekan tombol W,A,S,D di	v	v	v	v

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan Penguji			
				I	II	III	IV
	W,A,S,D untuk bergerak ke berbagai arah.	<i>output</i> terhadap pengguna sehingga dapat bergerak maju dengan menekan W, mundur dengan menekan S, ke arah kiri dengan menekan A, dan menekan D untuk kearah kanan.	keyboard berhasil bergerak sesuai harapan				
A02.	Pengguna menekan tombol anak panah (↑,↓,←,→) untuk bergerak ke berbagai arah.	Sistem tidak memberikan respon terhadap <i>input</i> yang diberikan oleh pengguna.	Sistem tidak memberikan respon terhadap <i>input</i> yang diberikan oleh pengguna. Sistem merespon <i>input</i> yang diberikan	x	v	v	v
A03.	Pengguna menekan tombol spasi untuk melompat.	Sistem memberikan <i>output</i> melalui pergerakan melompat.	Menekan tombol spasi berhasil bergerak melompat	v	v	v	v
A04.	Pengguna menggerakkan <i>mouse</i> untuk melihat ke berbagai arah.	Sistem memberikan <i>output</i> terhadap pengguna sehingga dapat melihat ke berbagai arah sesuai dengan arah pergerakan <i>mouse</i> .	Menggerakkan <i>mouse</i> berhasil melihat ke berbagai arah	v	v	v	v
A05.	Pengguna menekan tombol	Sistem tidak memberikan	Sistem tidak memberikan	v	v	v	v

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan Penguji			
				I	II	III	IV
	pada <i>mouse</i> untuk berinteraksi dengan lingkungan.	respon terhadap <i>input</i> yang diberikan oleh pengguna.	respon saat tombol mouse ditekan				
B01.	Pengguna dapat memasuki ruangan dalam gedung kampus seperti lobi, ruang dosen, aula, ruang kelas, dan ruang lab komputer.	Pengguna dapat memasuki ruangan yang dituju.	Berhasil memasuki Gedung dan ruangan	v	v	v	v
B02.	Pengguna dapat berpindah ke lantai lain dalam gedung kampus dengan mendekati diri terhadap pintu lift.	Sistem memberikan respon terhadap pengguna dengan memindahkan pengguna ke lantai lain di dalam gedung.	Berhasil berpindah lantai saat mendekati diri ke pintu lift	v	v	v	v
B03.	Pengguna dapat memasuki ruangan perpustakaan dengan mendekati diri terhadap pintu perpustakaan.	Sistem memberikan respon terhadap pengguna dengan memindahkan pengguna ke dalam ruangan perpustakaan.	Berhasil berpindah ke dalam ruangan perpustakaan	v	v	v	v
B04.	Pengguna menekan tombol <i>mouse</i> untuk berinteraksi pada pintu suatu ruangan di dalam gedung.	Sistem tidak memberikan respon terhadap <i>input</i> yang diberikan oleh pengguna.	Sistem tidak memberikan respon saat tombol mouse ditekan	v	v	v	v

Id	Deskripsi Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan Penguji			
				I	II	III	IV
C01	Pengguna dapat melihat informasi berupa panel UI pada lingkungan sekitar.	Pengguna dapat melihat informasi terhadap objek atau ruangan melalui panel UI	Panel UI terlihat jelas dan dapat baca	v	v	v	v
C02	Pengguna menekan tombol apapun pada keyboard untuk memunculkan panel UI pada layar PC pengguna.	Sistem tidak memberikan respon terhadap <i>input</i> yang diberikan oleh pengguna.	Sistem tidak memberikan respon	v	v	v	v
C03	Pengguna dapat melihat informasi dengan jelas melalui panel UI pada lingkungan sekitar dari berbagai arah.	Panel UI dapat berputar mengikuti perspektif pengguna agar dapat dibaca.	Panel UI mengikuti perspektif pengguna	v	v	v	v

Pada tabel diatas menjelaskan hasil pengujian dari setiap partisipan yang telah memenuhi kriteria untuk menjadi penguji. Partisipan diambil dari mahasiswa setiap angkatan pada Institut Teknologi Telkom Surabaya, dimulai dari angkatan 2019 sebagai penguji 1, 2020 sebagai penguji II, 2021 sebagai penguji III dan 2022 sebagai penguji IV. Kesimpulan penguji dijelaskan dengan parameter berhasil (v) atau gagal (x) ketika melakukan pengujian berdasarkan skenario yang telah ditentukan. Parameter tersebut didapatkan dari hasil yang diharapkan dan hasil pengujian, bila hasilnya sesuai maka dapat disimpulkan berhasil dan begitu sebaliknya. Tabel tersebut menjelaskan terdapat beberapa *test case* yang memiliki Id-nya masing-masing. Pada id A merupakan *test case* kontrol pengguna, pada id B merupakan *test case* aksesibilitas ruangan dan pada id C merupakan *test case User Interface*. Setiap *test case* memiliki hasil yang diharapkan oleh pengembang untuk menjadi tolak ukur kesuksesan uji coba skenario oleh penguji. Berdasarkan tabel tersebut, dari seluruh *test case* yang telah dijalankan oleh keempat penguji. Mayoritas *test case* yang di uji berhasil dijalankan, hanya terdapat satu *test case* yang gagal dijalankan oleh satu penguji yaitu *test case* A02 oleh penguji I yang disebabkan oleh tambahan tombol untuk kontrol pergerakan. Kesalahan tersebut tidak bersifat fatal karena tombol kontrol utama berpaku terhadap *test case* A01. Berdasarkan hasil yang didapatkan, uji coba tersebut menunjukkan bahwa *input* pengguna sudah berhasil dan fungsi sistem berjalan sesuai harapan pengembang.

3.9 Deployment

Deployment pada *Unity* adalah proses mengeluarkan aplikasi *Unity* ke platform yang ditentukan, seperti PC, *mobile devices*, atau VR *headsets*. Proses *deployment* mencakup beberapa langkah, seperti

kompilasi aplikasi, optimasi dan pengaturan setelan, dan pemindahan aplikasi ke platform yang ditentukan. Pada pengembangan ini aplikasi dapat digunakan pada PC atau komputer saja. Setelah proses pengembangan selesai, *deployment* akan memastikan bahwa aplikasi dapat dijalankan dengan baik dan memenuhi spesifikasi platform yang ditentukan. Ini juga memastikan bahwa aplikasi siap digunakan oleh pengguna akhir. Hasil *deployment* dapat dilihat pada gambar 20 dan 21.



Gambar 20 Tampilan luar gedung kampus di dalam aplikasi



Gambar 21 Tampilan ruang dosen di dalam aplikasi

Setiap ruangan yang ada di dalam gedung kampus telah ditambahkan atribut sesuai kegunaannya. Pengguna dapat melakukan eksplorasi pada bagian luar gedung kampus untuk melihat struktur gedung secara keseluruhan. Hasil *deployment* berguna untuk memastikan bahwa aplikasi sudah siap digunakan oleh pengguna akhir dan memenuhi harapan mereka. Ini juga membantu pengembang untuk memastikan bahwa aplikasi mereka memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan memiliki performa yang baik pada platform yang ditentukan.

3.10 Promosi Aplikasi

Aplikasi disebarakan kepada beberapa mahasiswa di IT Telkom Surabaya. Beberapa pengguna akhir diundang untuk melakukan uji coba berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil uji coba mahasiswa, hampir seluruh pengguna yang menguji menyatakan bahwa *input* pengguna dan fitur aplikasi berjalan sesuai dengan ekspektasi serta model bangunan dapat merepresentasikan bangunan nyata. Walaupun terdapat beberapa masukan untuk membuat model lebih detail agar semakin mirip dengan bangunan aslinya, pengguna juga menyatakan beberapa fasilitas yang informasinya telah disajikan di dalam aplikasi sudah mewakili lokasi asli pada gedung kampus. Pengguna mengharapkan bahwa aplikasi dikembangkan lebih lanjut agar mampu memberikan informasi yang sangat akurat kepada mahasiswa baru.

4. Kesimpulan (Conclusion)

Berdasarkan perancangan kampus virtual berbasis 3D dapat disimpulkan bahwa pembuatan model memerlukan perangkat lunak seperti *SketchUp* sebagai modeling objek dan *Unity* sebagai pemodelan sistem interaktif, materialisasi, perancangan UI, penciptaan lingkungan virtual dan pembangunan aplikasi. Setelah dilakukan pengujian *black box equivalence partitioning* terhadap aplikasi ini, pemeriksaan yang dilakukan telah memastikan *input* pengguna & fungsi sistem berjalan dengan baik.

Aplikasi ini mampu merepresentasikan beberapa fasilitas yang ada di kampus Institut Teknologi Telkom Surabaya dan menjadi terobosan sebagai media informasi yang mendukung mahasiswa yang memunculkan ketertarikan dan peluang aplikasi untuk berinovasi dalam pembuatan kegiatan secara virtual. Pada pengembangan kampus virtual berbasis 3D masih terdapat banyak kekurangan, Oleh sebab itu, banyak perbaikan perlu dilakukan pada penelitian di masa depan. Dengan membuat model 3D lebih halus, rapi, dan akurat. Karena masih terdapat beberapa *bug* yang ditimbulkan akibat *mesh* antar komponen saling bertabrakan dan ada beberapa bentuk yang masih tidak sesuai dengan bangunan asli. Kemudian menambahkan entitas, informasi dan interior terhadap fasilitas kampus lainnya sesuai dengan objektif serta menambahkan aktivitas interaktif agar pengguna dapat melakukan berbagai macam percobaan pada objek yang ada.

Ucapan Terima Kasih (Acknowledgement)

Penyusun menyadari bahwa penyelesaian Jurnal Karya Ilmiah Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak/Ibu Dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, dukungan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun berharap Jurnal Karya Ilmiah Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya. Terima kasih atas perhatian dan kerjasamanya.

Daftar Pustaka

- Alfarizi, A., 2018. *Perancangan Aplikasi Profil Madrasah Di Jambi Luar Kota Berbasis Android (Studi Kasus : Pengawas Madrasah Kementerian Agama Kabupaten Muaro Jambi)*, Jambi: Stikom Dinamika Bangsa Jambi.
- Arief, K. et al., 2020. Pengujian Black Box pada Aplikasi Penjualan Berbasis Web Menggunakan Metode Equivalence Partitions (Studi Kasus : PT. Arap Store). *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi*, 3(1), pp. 50-65.
- Diana, H., Rosyadi & Mellawaty, 2020. Implementasi Augmented Reality (Ar) Untuk Membantu Siswa Belajar Geometri Dimasa Pandemi Di Smpn 1 Sindang. *Jurnal Integral*, 11(2), pp. 40-50.
- Dian, G. & Novica, A., 2020. Rancang Bangun Visualisasi 3D Sistem Pencernaan dengan Konsep Virtual Reality Berbasis Android. *Jurnal IKRA-ITH Informatika Vol 4 No 3 November 2020*, pp. 103-110.
- Feng, L. D., Ying, H. & Qin, Z. K., 2010. Virtual reality technology and its application in digital campus system. *World Congr. Software Eng.* pp. 356-60.
- Hari, A. M., JasmientiX & Mifta, H., 2020. Implementasi Teknologi Virtual Reality Pada Media Pembelajaran Perakitan Komputer. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, 9(1), pp. 83-95.
- Lawrence, A. P. et al., 2013. *Purposeful Sampling for Qualitative Data Collection and Analysis in Mixed Method Implementation Research*. New York: Springer.
- Liu, Q., 2012. The Virtual Reality Technology In Art Design. *2nd Int. Conf. Consumer Electron. Commun. Networks*, pp. 2226-28.

- Lorensen, W. E. & Cline, H. E., 1987. Marching Cubes: A High Resolution 3D surface Construction Algorithm. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 21(4), pp. 163-169.
- Marie, D., 2020. *What is the Best Game Engine: is Unity Right For You?*, Brighton: Gamer Network.
- Rahmat, R. F. et al., 2018. Virtual Reality Interactive Media For Universitas Sumatera Utara - a Campus Introduction and Simulation. *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 978.
- Sarris, N. & Strintzis, M. G., 2003. *3D Modeling and Animation : Synthesis And Analysis Techniques For Human Body*. United States of America: IRM Press.
- Ula, M., 2015. Realistic Texturing pada Objek 3-dimensi Menggunakan Model Teknik Texture Mapping. *Arsitekno*, 6(6), pp. 12-21.
- Ully, A., Bambang, S. & Nisfu, A. S., 2012. Pembuatan Aplikasi Tata Ruang Tiga Dimensi Gedung Serba Guna Menggunakan Teknologi Virtual Reality [Studi Kasus: Graha ITS Surabaya]. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), pp. 540-544.
- Wayne, T., 2005. Virtual Reality and Artificial Environments. In: *A Critical History of Computer Graphics and Animation*. s.l.:s.n.
- Zhang, L. & Zheng, G., 2011. The virtual campus scene based on vrml. *Int. Conf. Multimedia Technol.*, pp. 912-15.