

**SIMULASI PENJELAJAHAN LINGKUNGAN ANTARTIKA DENGAN
TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY MENGGUNAKAN METODE
GAMIFIKASI**

SKRIPSI

DAFA AL FITRAH

191402124



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

**SIMULASI PENJELAJAHAN LINGKUNGAN ANTARTIKA DENGAN
TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY MENGGUNAKAN METODE
GAMIFIKASI**

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi tugas dalam memenuhi syarat memperoleh ijazah
Sarjana Teknologi Informasi

DAFA AL FITRAH

191402124



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

PERSETUJUAN

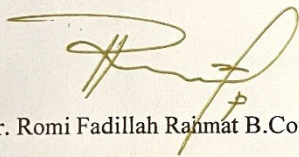
Judul : Simulasi Penjelajahan Lingkungan Antartika dengan
Teknologi Virtual Reality Menggunakan Metode
Gamifikasi
Kategori : Skripsi
Nama Mahasiswa : Dafa Al Fitrah
Nomor Induk Mahasiswa : 191402124
Program Studi : Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
Fakultas : Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi
Universitas Sumatera Utara

Medan, 11 Juli 2024

Komisi Pembimbing :

Pembimbing 2,

Pembimbing 1,



Dr. Romi Fadillah Rahmat B.Comp.Sc., M.Sc. Mohammad Fadly Syah Putra M.Sc
NIP. 198603032010121004



NIP. 198301292009121003

Diketahui/disetujui oleh

Program Studi S1 Teknologi Informasi

Ketua,



Dedy Arisandi S.T., M.Kom.
NIP. 197908312009121002

PERNYATAAN

**SIMULASI PENJELAJAHAN LINGKUNGAN ANTARTIKA DENGAN
TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY MENGGUNAKAN METODE GAMIFIKASI**

SKRIPSI

Saya mengakui bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, 11 Juli 2024



Dafa Al Fitrah

191402124

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala Tuhan Yang Maha Esa, dengan rahmat dan kuasa-Nya yang telah memberikan kesehatan dan selama mengikuti perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Usaha yang diiringi dengan doa adalah hal yang membuat penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penulisan skripsi yang berjudul “Simulasi Penjelajahan Lingkungan Antartika Dengan Teknologi Virtual Reality Menggunakan Metode Gamifikasi” ini disusun sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi S1 Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.

Dengan demikian, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulis sampai dengan saat ini. Ucapan terima kasih yang penulis sampaikan kepada:

1. Secara khusus untuk orang tua yang sangat dicintai dan dihormati, yaitu kepada ayah Hermansyah dan ibu Suprianti atas dukungan, cinta, kasih sayang, kesabaran, dan tidak pernah lelah mendidik dan memberikan perhatian yang tulus dan ikhlas.
2. Terkhusus untuk kakak saya Sylvi Dhea yang selalu memberikan semangat dan selalu membantu disaat saya lelah dan menolong tanpa mengeluh selama proses penulisan skripsi ini hingga selesai.
3. Ibu Dr. Maya Silvi Lydia B.Sc., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
4. Bapak Dedy Arisandi ST., M.Kom. selaku Ketua Prodi S1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara
5. Bapak Mohammad Fadly Syah Putra M.Sc selaku dosen pembimbing pertama penulis yang telah banyak membimbing dan membantu penulis dalam penelitian serta penulisan skripsi ini.
6. Bapak Romi Fadillah Rahmat B.Comp.Sc., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang juga sangat banyak membantu penulis dalam membimbing serta memberi saran dan arahan dalam proses pengerjaan skripsi.
7. Para dosen serta staf pegawai dilingkungan Program Studi Teknologi Informasi dan

Fasilkom-TI USU, yang telah membantu selama perkuliahan.

8. Secara khusus untuk yang selalu menghibur dan memberikan semangat hingga penulisan skripsi ini selesai, Adinda Aprilia. Terima kasih untuk kata-kata semangatnya, dan terima kasih sudah mau menjadi tempat berkeluh kesah selama penulisan skripsi ini.
9. Teman SMA penulis, Saddam, Chandra, As'ad, Alam, Reza yang menjadi salah satu alasan bagi penulis dalam melanjutkan skripsi dan menjadi tempat berkeluh kesah.
10. Taufik, Sayid, Ruchyat dan Farhan selaku teman dekat penulis semasa perkuliahan yang senantiasa menyemangati dan menemani penulis dalam pengerjaan skripsi.
11. Nurul, Irsyad, Bang Yoel Hezron serta Kak Nur Atikah Karim Lubis yang telah membantu penulis dalam memberikan ide serta wawasan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
12. Seluruh senior dan junior penulis yang ditemui selama masa perkuliahan.
13. Teman - teman dari program studi Teknologi Informasi khususnya angkatan 2019 yang banyak membantu dan turut menemani penulis menyelesaikan perkuliahan.

Penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, untuk itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat memperbaiki kesalahan pada masa yang akan datang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat, untuk penulis sendiri dan bagi para mahasiswa Teknologi Informasi.

Medan, 11 Juli 2024



Dafa Al Fitrah

SIMULASI PENJELAJAHAN LINGKUNGAN ANTARTIKA DENGAN TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY MENGGUNAKAN METODE GAMIFIKASI

ABSTRAK

Simulasi lingkungan yang menggunakan teknologi *Virtual Reality* (VR) telah menjadi media yang semakin penting dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan dan juga penjelajahan lingkungan yang masih sulit diakses oleh banyak orang. Dalam konteks ini, penelitian ini menggunakan media VR sebagai alat untuk menjelajahi lingkungan yang ada di Antartika tepatnya Kutub Selatan. Antartika merupakan salah satu kawasan di Bumi yang masih belum banyak orang bisa menjelajahnya, yang membuatnya menawarkan tantangan unik untuk bidang penelitian dan eksplorasi. Dalam penelitian ini, digunakan metode gamifikasi dimana akan melibatkan penggunaan elemen permainan untuk mendorong keterlibatan dan pembelajaran bagi penggunaannya. Melalui pembuatan aplikasi VR simulasi, pengguna dapat merasakan tantangan dan juga keindahan Antartika sambil berinteraksi dengan elemen-elemen metode gamifikasi seperti *reward* dan misi. Aplikasi ini dibuat menggunakan *Unreal Engine* yang dapat *rendering* secara *real-time* untuk membuat lingkungan Antartika yang menarik. Evaluasi dalam aplikasi ini akan membahas efektivitas metode gamifikasi dalam meningkatkan keterlibatan pengguna dan memberikan pemahaman lebih tentang lingkungan Antartika. Hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan warna baru untuk penggunaan VR dan metode gamifikasi dalam konteks simulasi lingkungan dan berpotensi dalam bidang pendidikan serta penelusuran ilmiah.

Kata Kunci : Simulasi, *Virtual Reality*, Antartika, Gamifikasi, *Unreal Engine*

***SIMULATION OF EXPLORING THE ANTARCTIC ENVIRONMENT WITH
VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY USING GAMIFICATION METHODS***

ABSTRACT

Environmental simulation using Virtual Reality (VR) technology has become an increasingly important medium in various fields, including education and also exploring environments that are still difficult for many people to access. In this context, this research uses Virtual Reality (VR) media as a tool to explore the environment in Antarctica, specifically the South Pole. Antarctica is one of the areas on Earth that not many people have yet explored, which makes it offer unique challenges for the field of research and exploration. In this research, a gamification method is used which involves the use of game elements to encourage engagement and learning for users. By creating a VR simulation application, users can experience the challenges and beauty of Antarctica while interacting with elements of the gamification method such as rewards and missions. This application was created using Unreal Engine which can render in real-time to create an attractive Antarctic environment. Evaluation in this application will discuss the effectiveness of gamification methods in increasing user engagement and providing greater understanding of the Antarctic environment. It is hoped that the results of this research will provide a new color for the use of VR and gamification methods in the context of environmental simulation and potentially in the fields of education and scientific research.

Keywords : *Simulation, Virtual Reality, Antarctica, Gamification, Unreal Engine*

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.6.1 Studi Literatur	4
1.6.2 Analisis dan Perancangan Sistem.....	4
1.6.3 Implementasi.....	4
1.6.4 Pengujian	4
1.6.5 Penyusunan Laporan	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Simulasi	6
2.2 Antartika	7
2.3 Gamifikasi	7
2.4 <i>Virtual Reality</i>	9
2.5 <i>Blender</i>	10
2.6 <i>Unreal Engine</i>	11
2.7 <i>Headset VR</i>	11

2.8	Penelitian Terdahulu	11
2.9	Perbedaan Penelitian.....	16
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN.....		18
3.1	Implementasi Sistem	18
3.1.1	Analisis Masalah	18
3.1.2	Analisis Kebutuhan Sistem	18
3.2	Arsitektur Umum	20
3.2.1	Konseptualisasi Sistem (<i>Concept</i>)	21
3.2.2	<i>Asset</i>	27
3.3	VR Building.....	37
3.3.1	Antarmuka Pengguna (<i>User Interface</i>).....	37
3.3.2	<i>Game Mechanism (Blueprint)</i>	37
3.4	Output	40
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....		43
4.1	Implementasi Sistem	43
4.2	Tampilan Aplikasi	43
4.2.1	Tampilan Halaman Menu Utama	43
4.2.2	Tampilan Halaman About	44
4.2.3	Tampilan Area Penjelajahan Antartika	45
4.2.4	Tampilan Area Quiz.....	47
4.3	Pengujian Aplikasi	49
4.3.1	VR Headset Gear Testing.....	49
4.3.2	Analisis Pengujian Aplikasi dan Kuesioner Responden.....	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		61
LAMPIRAN.....		65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Lunak (Software).....	19
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat PC / Desktop.....	19
Tabel 3.3 Spesifikasi Headset VR.....	20
Tabel 4.1 <i>Testing VR Headset Gear</i>	50
Tabel 4.2 <i>Testing</i> Tampilan Menu Utama.....	50
Tabel 4.3 <i>Testing</i> Tampilan Menu Utama.....	51
Tabel 4.4 <i>Testing</i> Area Penjelajahan Antartika.....	51
Tabel 4.5 <i>Testing</i> Area <i>Quiz</i>	51
Tabel 4.6 Tabel Hasil Kuesioner Responden Kategori Siswa	56
Tabel 4.7 Tabel Hasil Kuesioner Responden Kategori Guru.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi penggunaan <i>Virtual Reality</i>	10
Gambar 2.2 <i>Headset VR</i>	11
Gambar 3.1 Arsitektur Umum	20
Gambar 3.2 <i>Use Case Diagram</i>	21
Gambar 3.3 <i>Activity Diagram</i> Aplikasi	23
Gambar 3.4 <i>Activity Diagram</i> Simulasi Penjelajahan Antartika.....	24
Gambar 3.5 <i>Activity Diagram Area Quiz</i>	25
Gambar 3.6 Storyboard Scene Main Menu.....	26
Gambar 3.7 <i>Storyboard Scene Tutorial</i>	26
Gambar 3.8 Storyboard Scene Penjelajahan.....	26
Gambar 3.9 Storyboard Scene Arena <i>Quiz</i>	27
Gambar 3.10 Pemodelan objek 3D dinding es.....	28
Gambar 3.11 Pemodelan objek 3D padang es	28
Gambar 3.12 Pemodelan objek 3D lautan Antartika	28
Gambar 3.13 Pemodelan objek 3D Mount Erebus	29
Gambar 3.14 Pemodelan Objek 3D <i>Juan Carlos Spanish Antarctic Base</i>	29
Gambar 3.15 Pemodelan Objek 3D Bangunan <i>Halley Research Station</i>	29
Gambar 3.16 Pemodelan Objek 3D anjing laut	30
Gambar 3.17 Pemodelan Objek 3D penguin	30
Gambar 3.18 Pemodelan Objek 3D Sepatu Boots	30
Gambar 3.19 Rendering 3D Padang Es	31
Gambar 3.20 Rendering 3D Lautan Antartika	32

Gambar 3.21 <i>Rendering 3D Mount Erebus</i>	32
Gambar 3.22 <i>Rendering Dinding Es Antartika</i>	32
Gambar 3.23 <i>Rendering 3D Halley Research Station</i>	33
Gambar 3.24 <i>Rendering 3D Juan Carlos Spanish Antarctic Base</i>	33
Gambar 3.25 <i>Rendering Model 3D Penguin</i>	33
Gambar 3.26 <i>Rendering Model 3D Anjing Laut</i>	34
Gambar 3.27 <i>Blueprint Proses Animating Model Penguin</i>	35
Gambar 3.28 <i>Blueprint Proses Animating Model Anjing Laut</i>	35
Gambar 3.29 <i>Blueprint Proses Animating Smooth Movement</i>	36
Gambar 3.30 <i>User Interface Aplikasi VR</i>	37
Gambar 3.31 <i>Blueprint Main Menu Navigation</i>	38
Gambar 3.32 <i>Blueprint Area Penjelajahan</i>	39
Gambar 3.33 <i>Blueprint Area Quiz</i>	40
Gambar 3.34 <i>Virtual Reality Simulasi Penjelajahan Antartika</i>	40
Gambar 3.35 <i>VR Headset Gear</i>	42
Gambar 4.1 <i>Halaman Menu Utama</i>	44
Gambar 4.2 <i>Halaman About</i>	44
Gambar 4.3 <i>Halaman Panduan aplikasi</i>	45
Gambar 4.4 <i>Tampilan Panduan Area Penjelajahan</i>	45
Gambar 4.5 <i>Tampilan Arah Penjelajahan</i>	46
Gambar 4.6 <i>Mount Erebus</i>	46
Gambar 4.7 <i>Halley Research Station</i>	46
Gambar 4.8 <i>Juan Carlos Spanish Antarctic Base</i>	47
Gambar 4.9 <i>Area Anjing Laut</i>	47

Gambar 4.10 Area Penguin.....	47
Gambar 4.11 Panel Melanjutkan ke Area <i>Quiz</i>	48
Gambar 4.12 Tampilan <i>Quiz</i>	48
Gambar 4. 13 Tampilan <i>Quiz</i> jika dijawab benar	49
Gambar 4.14 Tampilan <i>Quiz</i> jika dijawab salah	49
Gambar 4.15 Grafik data kuesioner siswa	57
Gambar 4.16 Grafik data kuesioner guru.....	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Evolusi *Virtual Reality (VR)* dari yang abstrak menjadi teknologi yang dapat memberikan pengguna pengalaman yang baru dan mendalam, ia telah mengubah paradigma dalam berbagai bidang, mulai dari hiburan hingga pendidikan. VR dapat dijadikan sebagai salah satu pilihan penggunaan media dalam pembelajaran (Saputro, S. & Setyawan, A. 2020). Sebagai sarana simulasi, VR digunakan dalam banyak bidang, seperti industri, pemasaran, dan kedokteran sebagai media untuk simulasi bedah pada pasien. Dengan memanfaatkan teknologi VR, pengguna dapat merasakan situasi yang terasa realis tanpa harus merasakan risiko fisik yang sebenarnya.

Teknologi VR telah merevolusi industri permainan dengan memberikan pengalaman yang penuh imersif kepada para pengguna. Disisi pendidikan, VR telah membuka ruang untuk pembelajaran yang lebih interaktif dan menyenangkan. Contohnya, pengguna dapat menjelajahi tempat yang belum banyak orang bisa mengunjunginya. Teknologi VR menggunakan teknologi generasi grafik 3D, teknologi multisensor dan teknologi dengan tampilan resolusi tinggi untuk menghasilkan virtual 3D (Nurindiyani, A. et al., 2021). Dalam konteks pendidikan, VR memiliki potensi besar sebagai sarana pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Misalnya, pengguna dapat menjelajahi tempat yang sulit dijangkau atau bahkan tidak mungkin dikunjungi secara fisik, seperti Antartika.

Antartika memiliki keindahan alam yang menakjubkan dan lingkungan yang ekstrem, menarik minat banyak orang. Namun, akses terbatas dan tantangan lingkungan membuatnya sulit untuk diakses oleh sebagian besar orang. Salah satu keindahan alam yang ada di Antartika, tepatnya pada malam hari yaitu Aurora. Aurora australis atau “*southern lights*” adalah tirai cahaya hijau, merah, dan terkadang ungu yang berkilauan, muncul di langit malam, di sekitar kutub magnet selatan. Di belahan bumi utara, mereka disebut aurora borealis atau “*northern lights*” (Spence, S., 2018). Dengan eksplorasi melalui VR, kita dapat menyaksikan Aurora ini secara lebih dekat, meskipun dari tempat yang jauh.

Metode Gamifikasi melibatkan penggunaan elemen dalam permainan dengan konteks untuk mendorong pengguna dalam keterlibatan dan juga pembelajaran. Simulasi VR yang digamifikasi tidak hanya memperkaya proses pembelajaran dengan membuatnya lebih menarik dan interaktif, tetapi juga meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa melalui pengalaman yang imersif dan realistis (Lampropoulos, G. & Kinshuk, 2024). Dalam konteks VR, metode gamifikasi dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam menggunakan aplikasi dengan menambahkan elemen-elemen seperti penghargaan, misi, dan pencapaian. Dengan adanya metode gamifikasi dalam penggunaan di aplikasi VR, pengembang aplikasi dapat melibatkan pengguna. Misalnya, pengguna diberi misi untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu dalam simulasi Antartika, dan mereka akan dapat penghargaan jika menyelesaikan misi tersebut. Hal ini juga dapat membuat pengguna merasa tertantang dan membuat pengguna lebih lama menggunakan aplikasi (Mayawati et al., 2023)

Manfaat adanya simulasi VR tentang Antartika mencakup ke banyak aspek seperti pendidikan, pemahaman lingkungan, dan penelitian. Dalam konteks pendidikan, simulasi dari Antartika dapat memberikan pengalaman baru bagi siswa agar dapat memberikan pengalaman yang menarik tentang lingkungan antartika yang unik dan memicu terhadap ilmu pengetahuan alam. VR juga dapat meningkatkan kesadaran pengguna dalam partisipasi upaya pelestarian lingkungan. Bagi peneliti, aplikasi VR dapat digunakan untuk mempelajari dan menganalisis lingkungan Antartika tanpa perlu menghadapi risiko fisik yang mungkin terjadi.

Dengan latar belakang yang telah disampaikan diatas, penulis bermaksud mengusulkan penelitian yang berjudul “Simulasi Penjelajahan Lingkungan Antartika dengan Teknologi *Virtual Reality* Menggunakan Metode Gamifikasi”

1.2 Rumusan Masalah

Antartika adalah wilayah yang masih sulit diakses dan dibatasi bagi sebagian besar orang, maka penelitian ini dibuat untuk mengatasi kendala tersebut dan menyajikan pengalaman yang menarik tentang lingkungan ini. Tantangan muncul yaitu bagaimana membuat aplikasi *Virtual Reality (VR)* yang tidak hanya memberikan informasi lingkungan mengenai Antartika tetapi juga menciptakan pengalaman pengguna yang terlibat dan

interaktif baginya. Penting untuk mempertimbangkan cara menyajikan informasi tentang lingkungan sekitar dengan cara yang menarik, serta bagaimana cara menciptakan interaksi yang membuat pengguna terlibat secara langsung dengan lingkungan Antartika. Oleh karena itu, perumusan masalah yang sesuai adalah bagaimana membuat aplikasi *VR* simulasi Antartika yang dapat memberikan pengalaman yang mendalam, imersif serta interaktif bagi pengguna, dengan harapan dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan pengetahuan Antartika dengan keterbatasan akses fisik yang ada.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat aplikasi *Virtual Reality* (VR) mengenai lingkungan Antartika, dengan mempertimbangkan keterbatasan akses fisik untuk memberikan pengalaman interaktif kepada pengguna, sehingga pengguna dapat menjelajahi lingkungan tersebut tanpa meninggalkan rumah. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan penghargaan terhadap Antartika, serta memperluas kesempatan bagi masyarakat yang belum bisa mengunjungi wilayah tersebut secara langsung. Dengan memanfaatkan teknologi VR dan metode gamifikasi, penelitian ini juga akan mengeksplorasi efektivitasnya dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa dalam pemahaman tentang lingkungan yang unik dan penting ini.

1.4 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menetapkan batasan masalah untuk memastikan kesesuaian tujuan penelitian. Berikut ini merupakan batasan masalah yang ditetapkan pada penelitian ini:

1. Penelitian hanya berfokus kepada lingkungan dan objek penting di Antartika.
2. Akses jelajah pengguna dibatasi pada area tertentu yang telah ditentukan untuk memastikan fokus pada lokasi yang paling relevan dan informatif.
3. Hasil dari penelitian berupa aplikasi desktop.
4. Hasil dari penelitian hanya dapat dijalankan menggunakan perangkat Headset VR.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan sebagai hasil dari penelitian ini:

1. Memberikan kesempatan bagi individu yang memiliki keterbatasan untuk merasakan Antartika melalui aplikasi *VR* simulasi.
2. Meningkatkan pemahaman mengenai seperti apa lingkungan di Antartika termasuk ekosistem, keanekaragaman hayati dan fenomena alamnya.

1.6 Metodologi Penelitian

Tahapan yang akan dilaksanakan selama pengerjaan penelitian aplikasi simulasi Antartika dengan teknologi *virtual reality* ini adalah :

1.6.1 Studi Literatur

Tahap ini merupakan tahap awal yang penulis lakukan untuk mencari, memahami, dan menjelajahi informasi yang terkait dengan VR dan Antartika serta metode Gamifikasi. Informasi diperoleh melalui sumber yang terkait dengan *3D Model*, VR dan Antartika serta metode Gamifikasi, yaitu jurnal, buku teks dan sumber *online*.

1.6.2 Analisis dan Perancangan Sistem

Tahapan berikutnya adalah analisa dengan menggunakan informasi yang diperoleh pada tahap sebelumnya untuk mencari metode yang sesuai dalam rangka mengatasi masalah pada penelitian ini, yaitu penerapan VR sebagai alat simulasi Antartika serta sistem direncanakan dengan mencakup perancangan arsitektur dan pengumpulan data berdasarkan studi literatur serta analisis yang telah dilaksanakan sebelumnya.

1.6.3 Implementasi

Pada tahap ini dilakukan penerapan dari rancangan yang telah disusun sebelumnya, bertujuan untuk membangun sistem yang sesuai berdasarkan tujuan penelitian.

1.6.4 Pengujian

Setelah pengimplementasian aplikasi VR rampung maka tahap berikutnya adalah tahap pengujian sistem yang telah dibuat untuk memastikan bahwa hasil rancangan aplikasi berfungsi sesuai menurut tujuan yang telah ditetapkan penulis yaitu untuk menciptakan aplikasi VR simulasi penjelajahan antartika dengan metode gamifikasi.

1.6.5 Penyusunan Laporan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah melakukan dokumentasi serta penyusunan laporan untuk melampirkan hasil penelitian dalam format skripsi.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini dirancang dalam sistematika yang terstruktur untuk memudahkan pemahaman dan pembelajaran. Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri dari lima bagian yaitu sebagai berikut :

Bab 1: Pendahuluan

Bab satu berisikan uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dalam rangka menjelaskan urgensi pemilihan judul penelitian disertai metodologi penelitian dan skema sistematika penulisan.

Bab 2: Landasan Teori

Bab ini berisi deskripsi dari teori-teori yang digunakan pada penelitian ini sebagai panduan untuk memahami, menganalisis masalah serta pengembangan aplikasi. Pada penelitian ini teori yang digunakan meliputi pembahasan mengenai teknologi *virtual reality*, Antartika, dan metode gamifikasi.

Bab 3: Analisis dan Perancangan Sistem

Bab tiga berisikan analisa data yang diperoleh dari studi literatur kemudian dilanjutkan dengan perancangan arsitektur umum dan desain sistem yang akan dikembangkan disertai dengan penjelasan dan desain arsitektur umum pada penelitian ini.

Bab 4: Implementasi dan Pengujian Sistem

Bab ini berisi tentang penerapan dan pengimplementasian rancangan sistem yang menunjukkan hasil pengujian disertai dengan evaluasi dari sistem yang telah dibuat.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini mengurai hasil penelitian dalam bentuk kesimpulan yang diambil dari pengujian dan evaluasi dari sistem aplikasi yang telah dibangun. Terdapat juga beberapa saran mengenai penelitian tersebut agar adanya perkembangan pada penelitian berikutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Simulasi

Simulasi adalah metode yang digunakan untuk mereplikasi atau meniru proses dunia nyata dalam lingkungan yang terkontrol dan aman. Simulasi memungkinkan pengguna untuk mengalami situasi atau skenario tertentu tanpa menghadapi risiko nyata, sehingga meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam menangani situasi tersebut. Selain itu, simulasi sering kali melibatkan penggunaan teknologi canggih, seperti komputer dan perangkat lunak, untuk menciptakan lingkungan virtual yang realistis. Penggunaan simulasi dapat membantu dalam pengambilan keputusan, pengujian hipotesis, dan pengembangan strategi melalui pengalaman langsung yang tidak dapat diperoleh dari pembelajaran teoretis semata (Makransky, G. et al., 2024). Simulasi sering menggunakan komputer sebagai basisnya dengan memanfaatkan model yang dibuat oleh perangkat lunak. Simulasi membantu dalam pemahaman dan eksperimen karena modelnya sering kali bersifat visual dan interaktif.

Simulasi dalam konteks *Virtual Reality* (VR) merupakan teknologi simulasi yang memungkinkan pengguna untuk terlibat dan berinteraksi dengan lingkungan 3D yang dibuat oleh komputer dengan *real time* (Clarke E, 2021). Dengan menggunakan VR, pengguna dapat menjelajahi tempat-tempat yang sulit dijangkau atau bahkan tidak mungkin bisa dijangkau dalam kehidupan nyata, dan mereka para pengguna dapat melakukan berbagai aktivitas atau percobaan dalam lingkungan simulasi ini dengan aman tanpa ada risiko.

Simulasi VR cocok untuk menjadi sebuah alat pengajaran yang sangat baik, yang dapat direplikasi secara akurat lingkungan kehidupan nyata tanpa risiko (Clarke, E., 2021). Namun ada pula tantangan yang mungkin dihadapi adalah keterbatasan teknologi *VR* dalam mereplikasi aspek lingkungan Antartika secara akurat, seperti cuaca yang ekstrem dan tekstur dari permukaan yang unik. Hal ini dapat mempengaruhi realisme dan kedalaman pengalaman yang ditawarkan oleh simulasi.

2.2 Antartika

Karakteristik fisik Antartika, seperti lapisan es yang sangat tebal, gunung-gunung es, dan dataran luas yang membentang, menjadi elemen kunci dalam pengembangan simulasi VR yang realistis. Memahami secara mendalam lanskap benua ini, yang ditutupi oleh lapisan es tebal dan beragam danau subglasial tersembunyi, sangat penting untuk menciptakan pengalaman eksplorasi virtual yang autentik. Dengan pengetahuan ini, aplikasi VR dapat mereplikasi keindahan dan keunikan geografis Antartika, memberikan pengguna sensasi menjelajahi salah satu tempat paling ekstrem di dunia.

Selain itu, keunikan iklim dan cuaca Antartika, yang dicirikan oleh suhu ekstrem yang bisa mencapai -89.2°C dan angin kencang yang sering melebihi 200 km/jam, menjadi elemen krusial dalam simulasi VR. Memperhitungkan kondisi cuaca yang sangat dingin dan berangin ini, aplikasi VR dapat menciptakan pengalaman yang lebih imersif dan menarik bagi pengguna. Simulasi yang akurat dari iklim Antartika tidak hanya meningkatkan realisme tetapi juga memungkinkan pengguna merasakan tantangan eksplorasi di salah satu lingkungan paling keras di planet ini (Zhou, Yan et al., 2024).

Kehadiran fauna Antartika, seperti penguin dan anjing laut, menambah keaslian simulasi VR. Dengan mengintegrasikan representasi visual dan interaksi dengan fauna ini, aplikasi dapat memberikan pengalaman yang lebih bervariasi kepada pengguna. Peran penting Antartika dalam penelitian ilmiah dan konservasi global menawarkan kesempatan untuk mengintegrasikan informasi terkini tentang penelitian dan upaya konservasi dalam aplikasi VR. Ini dapat meningkatkan kesadaran dan pemahaman pengguna tentang lingkungan dan tantangan yang dihadapi Antartika.

2.3 Gamifikasi

Gamifikasi adalah proses yang bertujuan untuk menciptakan lingkungan belajar yang menarik dengan menggunakan mekanika berbasis permainan, estetika, dan pemikiran permainan. Gamifikasi memanfaatkan elemen-elemen permainan seperti poin, level, lencana, dan tantangan untuk meningkatkan partisipasi dan kinerja siswa dalam proses pembelajaran. Penelitian menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dalam pembelajaran dengan penerapan gamifikasi melaporkan rasa menikmati yang lebih tinggi, merasa lebih

kompeten, lebih bebas dalam mengambil keputusan, dan merasakan makna yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran tradisional (Mayawati et al., 2023).

Dalam konteks aplikasi VR penjelajahan di Antartika, pengguna akan diajak untuk menjelajahi Antartika dengan menggunakan elemen permainan atau untuk meningkatkan pembelajaran dan eksplorasi mereka. Prinsip-prinsip yang mendasari gamifikasi meliputi penetapan tujuan yang jelas, penyajian tantangan yang sesuai, umpan balik yang tepat waktu, dan penghargaan yang memberikan motivasi. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini, pengguna akan mendapatkan pengalaman yang menarik, yang mendorong partisipasi dan keterlibatan yang lebih besar.

Manfaat gamifikasi dalam VR untuk pendidikan sangatlah beragam. Pertama, gamifikasi dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa. Ketika siswa merasa terlibat secara aktif dalam pembelajaran, mereka cenderung lebih termotivasi untuk belajar dan mencapai tujuan akademis mereka. Kedua, gamifikasi dalam VR juga dapat memperkuat pemahaman materi pelajaran melalui pengalaman belajar yang lebih mendalam dan realistis. Siswa dapat berinteraksi dengan objek dan situasi dalam lingkungan virtual yang meniru dunia nyata, memungkinkan mereka untuk mengaplikasikan pengetahuan secara praktis. Selain itu, gamifikasi dalam VR dapat mendukung pembelajaran kolaboratif dan personalisasi, di mana siswa dapat bekerja sama dalam menyelesaikan tugas dan mendapatkan umpan balik langsung yang dapat membantu mereka meningkatkan keterampilan dan kompetensi mereka (Lampropulous, G. & Kinshuk, 2024).

Meskipun gamifikasi memiliki manfaat, ada juga tantangan seperti kebingungan pengguna atau penyalahgunaan elemen permainan. Selain itu, tren dalam gamifikasi terus berkembang, sehingga penting untuk tetap mengikuti perkembangan terbaru dalam bidang tersebut. Dalam Gamifikasi, terdapat beberapa contoh penerapan yang dapat dijelaskan, berikut adalah beberapa contohnya:

1. Penggunaan sistem pencapaian dan tingkat untuk memberikan tantangan yang terukur dan motivasi bagi pengguna dalam menjelajahi Antartika.
2. Memberikan penghargaan virtual seperti medali atau *badge* sebagai pengakuan atas

prestasi pengguna dalam eksplorasi dan pemahaman Antartika.

3. Membuat papan pemimpin atau kompetisi antar pengguna untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan, dengan memberikan penghargaan kepada yang memiliki pencapaian tertinggi
4. Menyajikan tantangan berkala atau misi kepada pengguna, seperti kuis tentang fauna Antartika atau pencarian lokasi tertentu, untuk mendorong partisipasi aktif.
5. Menggunakan elemen progresi dan narasi untuk membimbing pengguna melalui perjalanan eksplorasi yang terstruktur dan membangun cerita yang menarik tentang pengalaman mereka di Antartika.

2.4 *Virtual Reality*

Virtual Reality (VR) merupakan teknologi yang memungkinkan suatu individu berinteraksi dengan lingkungan hasil simulasi komputer di dunia maya yang dapat menciptakan suasana tiga atau bahkan empat dimensi. Dengan demikian, pengguna tampak seolah-olah terlibat langsung secara fisik dalam lingkungan tersebut. *Virtual Reality* bisa menjadi pilihan yang tepat untuk media pembelajaran yang sulit dijangkau oleh tangan manusia (Sulistiyowati, 2017). Manfaat penerapan *virtual reality* dalam proses belajar dapat memberikan efek nyata pada pengalaman siswa (Shi et al., 2019). Dengan menggunakan perangkat VR seperti headset dan kontroler, pengguna dapat masuk ke dalam dunia digital yang menyerupai dunia nyata, di mana mereka dapat melihat, mendengar, dan berinteraksi dengan objek dan karakter dalam lingkungan simulasi.

Pengalaman VR didasarkan pada prinsip-prinsip visual dan sensorik yang meniru sensasi pengalaman dunia nyata. Ini melibatkan pengguna dengan menyajikan gambar dan suara yang realistis, serta memberikan sensasi gerakan dan kedalaman yang membuat pengguna dari teknologi ini merasa seakan mereka benar-benar berada dalam lingkungan tersebut. Dengan menggunakan teknologi seperti stereoskopi untuk menciptakan efek 3D, dan audio spasial untuk memperkuat pengalaman suara, VR menciptakan ilusi yang meyakinkan tentang kehadiran pengguna dalam dunia digital.

Salah satu keunggulan VR adalah kemampuannya untuk menciptakan pengalaman

yang mendalam dan interaktif. Ini memungkinkan pengguna untuk tidak hanya menjadi penonton, tetapi juga peserta dalam lingkungan simulasi. Dalam konteks aplikasi, VR dapat digunakan untuk memberikan pengalaman yang mendalam dan realistis kepada pengguna, termasuk dalam eksplorasi lingkungan yang ekstrem atau tidak mungkin dijangkau, seperti Antartika. Dengan memanfaatkan teknologi VR, pengguna dapat merasakan keunikan dan keindahan Antartika tanpa harus meninggalkan tempatnya, membuka peluang baru untuk pendidikan, eksplorasi, dan kesadaran lingkungan.

Virtual reality memiliki kelebihan dalam konteks simulasi contohnya Antartika. Kelebihannya adalah suasana dan lingkungan yang bisa dirancang sama dengan keadaan di dunia nyata dengan melibatkan karakter-karakter virtual, menghindari akan terjadinya kecelakaan atau risiko pengguna dan keterbatasan akses di Antartika (Siregar et al, 2023).



Gambar 2.1 Ilustrasi penggunaan *Virtual Reality*

2.5 Blender

Blender, sebagai *software opensource*, berperan sebagai alat desain dan animasi 3D yang sangat berguna. Dengan cakupan kemampuan yang luas, Blender dipergunakan dalam berbagai bidang seperti pembuatan film, pengembangan permainan video, desain produk, arsitektur, dan bidang lainnya. Beragam fitur tersedia dalam perangkat lunak ini, mulai dari *modeling*, *sculpting*, *texturing*, pembuatan animasi, simulasi fisika, *compositing*, hingga *rendering* (Hosen et al., 2023). Komunitas *Blender* yang besar dan aktif memberikan dukungan, *tutorial*, dan berbagai sumber daya kepada pengguna. Dengan keberagaman sumber daya ini dan kemampuan yang fleksibel, *Blender* menjadi alat yang sangat dipilih baik oleh para profesional maupun mereka yang masih belajar dalam industri kreatif untuk mengembangkan proyek-proyek kreatif mereka secara efisien dan efektif.

2.6 Unreal Engine

Unreal Engine merupakan *game engine* yang dikembangkan oleh perusahaan pengembang *software Epic Games*. *Unreal Engine* sangat populer dalam industri game video karena fitur-fitur canggihnya dan dukungan komunitas yang besar. Mesin ini digunakan untuk menciptakan berbagai jenis permainan, mulai dari proyek independen hingga proyek besar AAA, dengan kemampuan seperti *scripting* visual, pembuatan konten 3D *real-time*, animasi, fisika, dan audio (*Unreal Engine 5.3*). Keunggulan utamanya adalah kemampuannya dalam menciptakan grafis yang realistis dan imersif. Dukungan yang solid dari komunitas membuat *Unreal Engine* menjadi pilihan utama dalam pengembangan permainan video dan proyek-proyek interaktif.

2.7 Headset VR

Headset VR, yang juga dikenal sebagai *Head-Mounted Display (HMD)*, adalah perangkat yang dikenakan di kepala pengguna untuk menciptakan pengalaman *virtual reality (VR)*. Perangkat ini memungkinkan pengguna untuk masuk ke lingkungan virtual yang diciptakan oleh perangkat lunak VR. Dengan dilengkapi sensor gerak dan pelacakan, pengguna dapat berinteraksi dengan lingkungan virtual melalui gerakan tubuh mereka. *Headset VR* digunakan dalam berbagai aplikasi seperti permainan, simulasi, pelatihan, dan pendidikan, serta menciptakan pengalaman imersif yang meningkatkan keterlibatan pengguna dan memungkinkan eksplorasi di lingkungan virtual yang tidak dapat diakses dalam kehidupan nyata. Penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik, kinerja, dan pengaruh headset VR menjadi semakin penting untuk memahami potensi dan batasannya (Jensen & Konradsen, 2019).



Gambar 2.2 *Headset VR*

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang penulis teliti dengan penelitian yang dilakukan oleh (Villagrasa et al., 2014) yang menghasilkan sebuah proyek pulau virtual untuk mahasiswa dalam program teknik bangunan dan arsitektur. Mereka menggunakan berbagai teknologi seperti *Autodesk Revit*, *Adobe Photoshop*, *Unity*, *3dsMax*, *Sketchfab*, dan *Oculus Rift* untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan immersif bagi mahasiswa. Mereka juga menerapkan teknik gamifikasi dan *Virtual Reality* untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran. Evaluasi proyek dilakukan menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif, termasuk uji terstruktur dan metode *Bipolar Laddering*. Tujuan dari proyek ini adalah untuk meningkatkan kinerja mahasiswa dan retensi pengetahuan dalam seni 3D untuk teknik bangunan dan arsitektur.

Sama seperti penelitian sebelumnya, (Nor et al., 2019) menggunakan VR dengan metode Gamifikasi. Penelitian ini menghasilkan tinjauan tentang penggunaan gamifikasi dalam olahraga *Virtual Reality (VR)*. Mereka membahas elemen-elemen gamifikasi, pengalaman pengguna dalam aplikasi olahraga VR, serta kombinasi gamifikasi dan VR dalam olahraga. Mereka juga mengeksplorasi kelebihan dan keterbatasan VR dalam olahraga serta membahas potensi gamifikasi dalam olahraga VR. Temuan mereka menyarankan bahwa metode gamifikasi dapat meningkatkan latihan fisik dalam pengaturan *VR* yang immersif. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi dampaknya pada populasi yang berbeda.

Penelitian yang dikembangkan oleh (Kurniawan et al., 2023) menyoroti pentingnya mahasiswa mendapatkan paparan terhadap teknologi mutakhir dan keterampilan konseptual, penyelidikan, pemikiran kritis, kreativitas, dan pembelajaran integratif. Mereka juga menyarankan agar pendidikan merangkul teknologi untuk meningkatkan pembelajaran. Selain itu, penulis juga membahas teori pembelajaran dan dampak digitalisasi dalam lingkungan pembelajaran. Mereka menekankan bahwa pendidikan harus memanfaatkan teknologi seperti pencetakan 3D, *Virtual Reality*, *AI*, *blockchain*, *drone*, gamifikasi, pembelajaran mesin, robot, *Internet of Things*, dan teknologi lainnya untuk mempersiapkan siswa menghadapi masa depan yang didominasi oleh teknologi. Penulis juga menyoroti bahwa penggunaan teknologi dalam pendidikan dapat mengganggu proses pembelajaran, namun juga dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan pembelajaran secara keseluruhan. Terdapat penekanan pada inovasi pendidikan

melalui penggunaan teknologi digital untuk meningkatkan pembelajaran dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif dan terdigitalisasi.

Penelitian lainnya oleh (Pinto et al., 2021) menunjukkan bahwa lebih dari setengah artikel membuktikan bahwa teknologi *virtual reality* dengan strategi permainan dapat digunakan untuk mempelajari bahasa asing. Selain itu, ditemukan bahwa "pembelajaran" adalah variabel dependen yang paling banyak dievaluasi di antara catatan yang dipilih, realitas tambahan adalah teknologi terkemuka yang digunakan, pendidikan dasar dan menengah rendah adalah tahap sekolah yang paling banyak diteliti, dan bahasa yang paling banyak digunakan untuk mengevaluasi penggunaan teknologi berbasis permainan adalah bahasa Inggris.

Kesimpulannya, Penelitian-penelitian terdahulu menegaskan bahwa penggunaan teknologi Virtual Reality (VR) dan teknik gamifikasi memiliki dampak positif dalam berbagai konteks, termasuk pendidikan, pelatihan, dan bahasa. Integrasi VR dan gamifikasi telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi pengguna serta memperdalam pemahaman mereka terhadap subjek yang dipelajari. Dengan melihat kesuksesan pendekatan ini dalam bidang-bidang tersebut, penelitian simulasi VR untuk penjelajahan Antartika dengan metode gamifikasi diyakini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam menghadirkan pengalaman pembelajaran yang mendalam dan menyenangkan tentang lingkungan yang sulit diakses tersebut.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
1.	Villagrasa et al.	<i>Teaching Case: Applying Gamification Techniques and Virtual Reality for Learning Building Engineering 3D Arts</i>	2014	Penelitian ini menciptakan suatu proyek pulau virtual untuk mahasiswa dalam program teknik bangunan dan arsitektur. Dengan menggunakan beragam teknologi seperti <i>Autodesk Revit</i> , <i>3dsMax</i> , <i>Adobe Photoshop</i> , <i>Sketchfab</i> , <i>Unity</i> , dan <i>Oculus Rift</i> , yang bertujuan untuk menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan imersif bagi mahasiswa. Selain itu, teknik gamifikasi diterapkan untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan mahasiswa dalam

				<p>proses pembelajaran. Evaluasi proyek dilakukan melalui metode kuantitatif dan kualitatif dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja mahasiswa serta memperkuat retensi pengetahuan dalam seni 3D untuk teknik arsitektur.</p>
2.	Nor et al.	<p><i>A Review of Gamification in Virtual Reality (VR) Sport</i></p>	2019	<p>Penelitian ini mengulas penggunaan gamifikasi dalam olahraga Virtual Reality (VR), termasuk elemen-elemennya, pengalaman pengguna, dan potensi kombinasi gamifikasi dan VR dalam olahraga. Mereka menyoroti kelebihan dan keterbatasan VR dalam olahraga, serta potensi gamifikasi dalam meningkatkan latihan fisik dalam pengaturan VR yang imersif. Temuannya menyarankan bahwa metode gamifikasi dapat meningkatkan efektivitas latihan fisik dalam VR. diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami dampaknya pada berbagai populasi.</p>
3.	Setya & Rosada	<p>Pengembangan Permainan Simulasi Labirin dalam Layanan Bimbingan Kelompok Tentang Konsentrasi Belajar</p>	2021	<p>Penelitian ini menghasilkan pengembangan permainan simulasi labirin sebagai media inovatif dalam layanan bimbingan kelompok untuk meningkatkan konsentrasi belajar siswa. Studi pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi belajar siswa di SMP Negeri 9 Yogyakarta rendah, sehingga permainan ini dianggap sebagai solusi yang layak untuk diuji coba dalam layanan bimbingan kelompok di sekolah. Penelitian ini melibatkan model <i>Borg and Gall</i> serta melibatkan ahli layanan BK, ahli materi, dan ahli media dalam pengembangannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa permainan simulasi labirin telah melalui uji validasi dengan hasil yang sangat baik, sehingga diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami materi tentang konsentrasi belajar.</p>

4.	Clarke E.	<i>Virtual reality simulation—the future of orthopaedic training?</i>	2021	<p>Penelitian ini menunjukkan bahwa pelatihan menggunakan simulasi Virtual Reality (VR) di bidang ortopedi dapat meningkatkan kinerja peserta pelatihan dibandingkan dengan metode tradisional. Namun, perlu perhatian khusus terhadap transferabilitas keterampilan dari lingkungan virtual ke dunia nyata. Penelitian ini melibatkan 16 artikel dengan 431 peserta dan menekankan pentingnya pengembangan lab keterampilan simulasi VR yang komprehensif. Meskipun membutuhkan investasi awal yang signifikan, penelitian ini memberikan wawasan penting tentang potensi pelatihan menggunakan VR dalam ortopedi, sambil menyoroti tantangan yang perlu diatasi untuk penelitian mendatang.</p>
5.	Sampurna et al.	<i>Virtual Reality Game for Introducing Pencak Silat</i>	2021	<p>Penelitian ini menghasilkan sebuah permainan ritme <i>virtual reality</i> yang menerapkan elemen-elemen gamifikasi untuk memperkenalkan seni bela diri Pencak Silat kepada pemain. Evaluasi permainan dilakukan menggunakan model <i>Hedonic-Motivation System Adoption Model</i> (HMSAM) untuk menentukan tingkat kepuasan pemain.</p>
6.	Pinto et al	<i>Foreign Language Learning Gamification Using Virtual Reality</i>	2021	<p>Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar artikel mendukung penggunaan teknologi VR dengan pendekatan permainan untuk memperkaya pembelajaran bahasa asing. Dari catatan yang dianalisis, pembelajaran menjadi fokus utama evaluasi, sementara VR menjadi teknologi utama yang dipertimbangkan. Sekolah dasar dan menengah menjadi fokus utama penelitian, dan bahasa Inggris mendominasi evaluasi penggunaan teknologi berbasis permainan dalam pembelajaran.</p>

7.	Siregar & Theresia	<i>Simulation Design of Earthquake Emergency Evacuation Procedure in X Building Based on Virtual Reality</i>	2023	Penelitian ini merancang dan menguji simulasi evakuasi darurat gempa bumi berbasis virtual reality di Gedung X. Hasil penelitian menunjukkan tingkat efektivitas simulasi sebesar 90%, efisiensi sebesar 80%, dan skor usability sebesar 77,75. Evaluasi juga menunjukkan bahwa prototipe simulasi telah diperbaiki untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan usability. Penelitian ini juga mencakup perancangan alternatif konsep untuk simulasi evakuasi, termasuk fitur-fitur tambahan seperti penanda anak tangga, peralatan keselamatan, dan NPC untuk meningkatkan pengalaman evakuasi.
8.	Kurnia- wan et al	Digitalisasi Pendidikan Berbasis Teknologi Abad 21 (<i>AI, AR, VR, Iot, Blockchain, Drones, Gamification, Machine Learning, Robotics, 3D Printing</i>)	2023	Penelitian ini menekankan pentingnya mahasiswa mendapatkan eksposur terhadap teknologi mutakhir serta pengembangan keterampilan konseptual, penyelidikan, pemikiran kritis, dan kreativitas. Pendekatan ini mendorong pendidikan untuk merangkul teknologi guna meningkatkan proses pembelajaran, dengan fokus pada pemanfaatan berbagai teknologi seperti pencetakan 3D, Virtual Reality, AI, blockchain, drone, dan lainnya. Meskipun ada kemungkinan gangguan dalam pembelajaran, penggunaan teknologi dalam pendidikan diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan proses pembelajaran secara keseluruhan, serta menciptakan lingkungan pembelajaran yang inovatif dan interaktif.

2.9 Perbedaan Penelitian

Penelitian tentang pengembangan aplikasi simulasi VR untuk penjelajahan di Antartika dengan metode gamifikasi memiliki perbedaan signifikan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang mencakup berbagai bidang penggunaan teknologi VR dan gamifikasi. Di antara perbedaan tersebut adalah fokus pada konteks penelitian, di mana penelitian ini

menitikberatkan pada pengalaman penjelajahan lingkungan Antartika yang unik dan ekstrem. Sementara itu, penelitian-penelitian sebelumnya lebih beragam, mulai dari penggunaan VR untuk pengembangan keterampilan bela diri, simulasi evakuasi gempa bumi, hingga pendidikan berbasis teknologi.

Selain itu, penelitian ini juga membedakan dirinya melalui pendekatan yang digunakan dalam menggabungkan teknologi VR dan gamifikasi untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang imersif dan menarik dalam konteks penjelajahan lingkungan Antartika, yang belum banyak dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya.

BAB 3

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Implementasi Sistem

Analisis sistem merupakan tahap awal dalam proses penelitian yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang tahapan atau proses pengembangan sistem. Analisis sistem ini melibatkan pembahasan terperinci mengenai sistem yang ada, termasuk masalah atau hambatan yang mungkin muncul dan dapat diidentifikasi serta dievaluasi, sehingga memungkinkan untuk dilakukannya pengembangan dan perbaikan.

3.1.1 Analisis Masalah

Alat simulasi jelajah Antartika dengan pemanfaatan *virtual reality* yang dikembangkan dalam penelitian ini, memberikan perhatian utama pada interaksi antara pengguna dan sistem. Fokus utamanya adalah untuk meningkatkan kualitas pengalaman pengguna (*user experience*) dan efektivitas simulasi jelajah Antartika menggunakan *virtual reality*.

3.1.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem disusun menjadi dua bagian antara lain, analisis kebutuhan fungsional dan analisis kebutuhan non-fungsional.

3.1.2.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional pada pembuatan simulasi menjelajahi Antartika menggunakan *virtual reality* (VR), meliputi :

1. Sistem dapat memvisualisasikan lingkungan Antartika secara nyata ke pengguna.
2. Sistem dapat menginformasikan cara berinteraksi di lingkungan simulasi.
3. Sistem dapat memberikan pengalaman nyata kepada pengguna saat mencoba aplikasi simulasi Antartika.
4. Sistem yang dibuat dapat dijalankan pada perangkat *Headset VR*.

3.1.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan Non-fungsional dibagi atas perangkat lunak (*software*) serta perangkat keras

(*hardware*).

1. Perangkat Lunak (*software*)

Perangkat lunak yang dimanfaatkan dalam pengerjaan aplikasi berbasis virtual reality untuk simulasi menjelajahi Antartika adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Lunak (Software)

No.	Komponen	Komponen yang Digunakan
1.	Sistem Operasi	Windows 11 Pro
2.	<i>Game Engine</i>	Unreal Engine 5.3
3.	<i>3D Modelling</i>	Blender 3D

2. Perangkat Keras (*hardware*)

Spesifikasi perangkat keras (*hardware*) yang diterapkan yaitu dekstop untuk melakukan proses *modelling* 3D, pemrograman, *rendering* aplikasi dan pengujian dalam pembuatan aplikasi dicantumkan dalam tabel

Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat PC / Desktop

No.	Komponen	Komponen yang Digunakan
1.	<i>Processor</i>	AMD Ryzen 5 7600 6-Core Processor (12 CPUs), ~3.8GHz
2.	<i>Memory</i> (RAM)	16.00 GB DDR5
3.	<i>Storage</i>	512GB SSD NVMe PCIe
4.	GPU	NVIDIA RTX 4070

Adapun perangkat keras yang dimanfaatkan yaitu *headset* VR *Gear* untuk menjalankan aplikasi simulasi penjelajahan menggunakan perangkat dengan spesifikasi yang dicantumkan pada tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Spesifikasi Headset VR

No.	Komponen	Komponen yang Digunakan
-----	----------	-------------------------

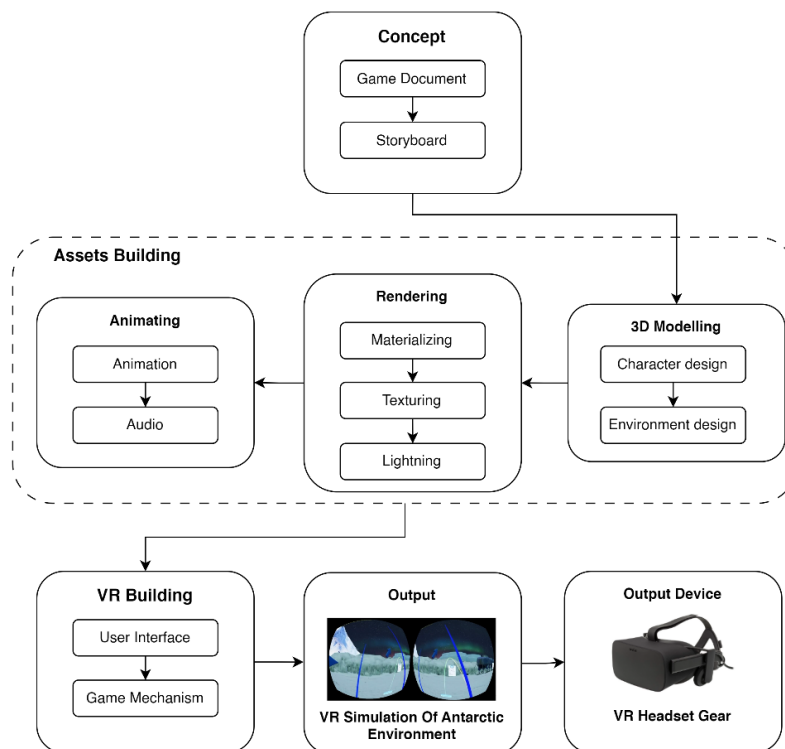
1.	<i>Headset VR</i>	Oculus Rift S
2.	<i>Processor</i>	Qualcomm Snapdragon 720G (8 nm)
3.	GPU	Adreno 618
4.	RAM	6 GB
5.	Storage	128 GB

3. Analisis Proses

Aplikasi dirancang bertujuan sebagai simulasi jelajah Antartika dengan mengimplementasikan teknologi *virtual reality* (VR) sebagai saran interaksi pengguna dengan aplikasi dimana pengguna dapat melihat visual 3D secara nyata.

3.2 Arsitektur Umum

Garis besar metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam pengembangan interaksi pada aplikasi simulasi Antartika tersedia dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Arsitektur Umum

Berdasarkan pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa aplikasi ini akan melalui tiga proses, yaitu *concept*, *VR building*, *assets building* dan *output*. Proses pembuatan aplikasi

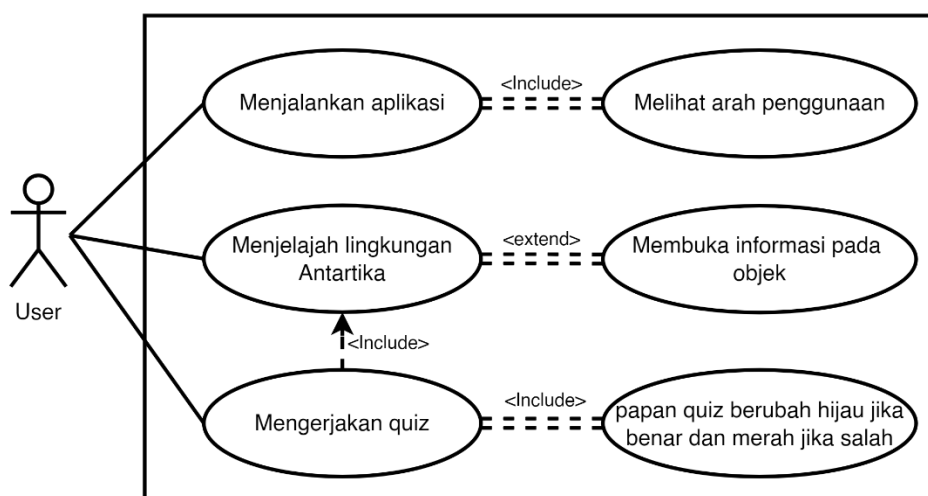
ini dimulai dengan pembuatan *asset* dan pembangunan aplikasi menggunakan *Blender 3D* dan *Unreal Engine 4*.

3.2.1 Konseptualisasi Sistem (Concept)

Konseptualisasi sistem Pemodelan sistem bertujuan untuk menggambarkan alur dari sistem yang akan dikembangkan (*Game Document*). *Unified Modeling Language* (UML) digunakan dalam penelitian ini untuk memperjelas alur sistem dan interaksi antara setiap komponen. Model UML yang diterapkan pada penelitian ini meliputi *use case diagram* serta *activity diagram*.

3.2.1.1 Use Case Diagram

Pemodelan dengan use case diagram menggambarkan fungsi-fungsi yang dimiliki oleh sistem dan mencakup interaksi antara aktor dan sistem. Use case memberikan pandangan terhadap sistem dari perspektif pengguna. Dalam diagram ini, garis putus-putus digunakan untuk menghubungkan satu use case dengan yang lain, menunjukkan bahwa satu use case menyertakan (*include*) atau memperluas (*extend*) use case lainnya.



Gambar 3.2 Use Case Diagram

Hubungan include digunakan ketika satu *use case* selalu menyertakan perilaku dari *use case* lain. Misalnya, "Menjalankan aplikasi" menyertakan "Melihat arah penggunaan", yang berarti setiap kali aplikasi dijalankan, petunjuk penggunaan akan selalu ditampilkan. Hubungan *extend* digunakan ketika satu use case dapat memperluas perilaku dari use case lain, tetapi tidak harus selalu terjadi. Misalnya, "Menjelajah lingkungan Antartika" dapat memperluas perilaku dengan "Membuka informasi pada objek", yang berarti pengguna

memiliki opsi untuk membuka informasi tambahan jika diinginkan.

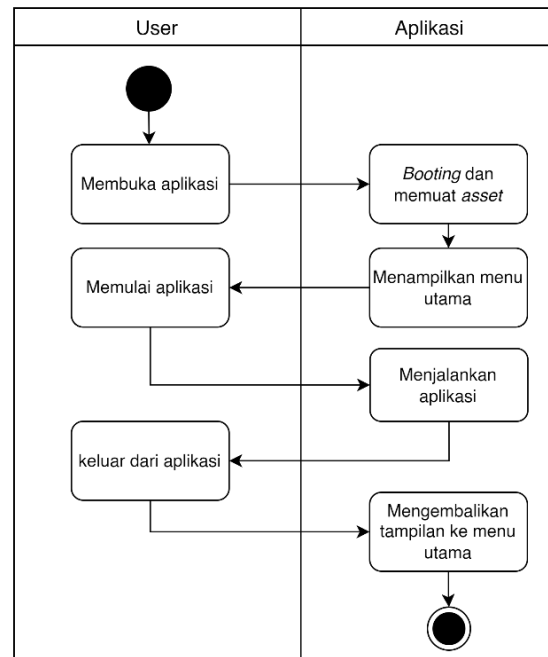
Berdasarkan pada diagram yang telah ditampilkan diatas maka alur sistem dimulai dari pengguna mengoperasikan aplikasi VR, dan sistem merespons dengan menampilkan panduan serta petunjuk berupa video dan teks tentang cara penggunaan aplikasi. Pengguna membaca arahan dan petunjuk yang disajikan. Selama menjelajahi lingkungan di arena belajar, pengguna akan menemukan objek 3D di lingkungan Antartika seperti hewan antartika, stasiun riset dan objek alami seperti gunung es. Dengan mendekati objek 3D tersebut, sistem akan menampilkan informasi terkait objek yang dipilih. Setelah penjelajahan Pengguna bisa melanjutkan ke tahap berikutnya yaitu kuis dimana pengguna harus menjawab pertanyaan-pertanyaan berdasarkan informasi yang telah dipelajari sebelumnya. Setelah kuis selesai, sistem akan mengubah warna papan skor menjadi hijau jika jawaban *user* benar dan merah jika jawaban *user* salah.

3.2.1.2 *Activity Diagram*

Activity diagram adalah representasi grafis yang melakukan pemodelan langkah-langkah dalam suatu sistem secara keseluruhan. Diagram ini menampilkan urutan proses secara vertikal dan merupakan pengembangan dari *use case diagram* yang menggambarkan alur fungsional. Dengan demikian, *activity diagram* mengilustrasikan bagaimana setiap tahap dalam sistem terjadi dan saling berinteraksi.

Berikut adalah *activity diagram* yang digunakan untuk aplikasi simulasi penjelajahan antartika.

1. *Activity Diagram* Aplikasi

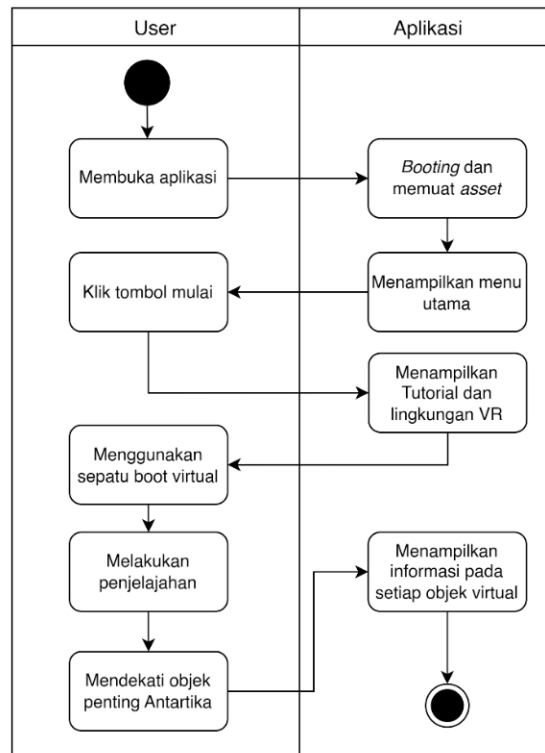


Gambar 3.3 *Activity Diagram Aplikasi*

Activity Diagram di atas menjabarkan alur mekanisme aplikasi yang diawali dengan *user* yang membuka aplikasi, lalu sistem akan memproses serta menampilkan menu utama, kemudian *user* menggunakan aplikasi dan sistem akan menjalankan aplikasi. Setelah *user* selesai ia dapat keluar dari aplikasi dan sistem akan mengembalikan tampilan ke menu awal.

2. *Activity Diagram* Simulasi Penjelajahan Antartika

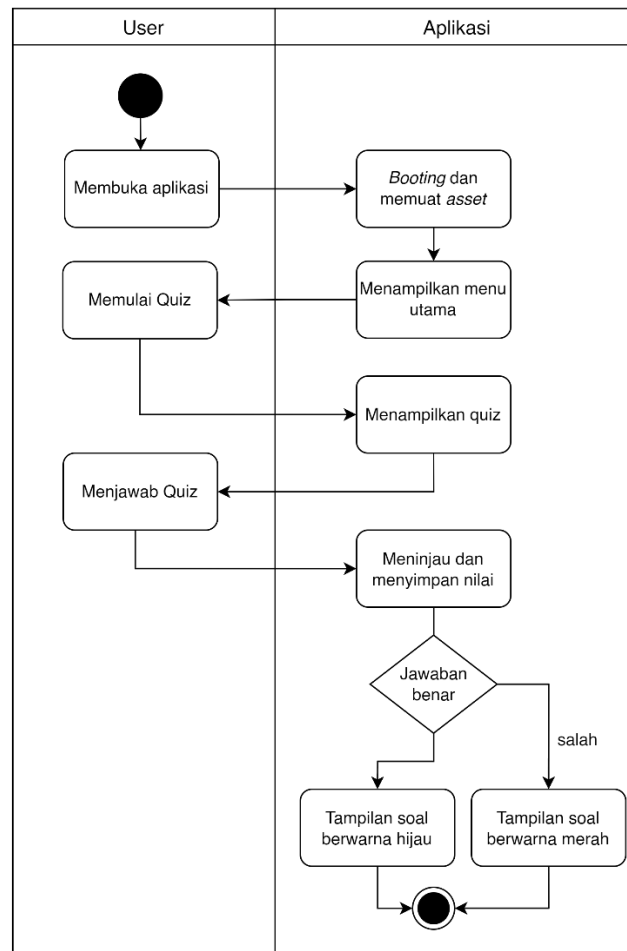
Berikutnya adalah *Activity Diagram* Simulasi Penjelajahan Antartika, pada alur ini, *user* akan memulai penjelajahan dengan memasuki area Antartika, kemudian sistem akan menampilkan tutorial dan lingkungan VR Antartika, lalu *user* akan diarahkan untuk menggunakan sepatu boot untuk memulai penjelajahan, pada alur ini *user* bisa menjelajahi berbagai tempat di Antartika mulai dari stasiun riset, lokasi fauna Antartika, serta penampakan alam Antartika yaitu padang es, Gunung Erebus, Lautan, serta bisa melihat pemandangan Aurora di malam hari. *Activity diagram* ini ditampilkan pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Activity Diagram Simulasi Penjelajahan Antartika

3. Activity Diagram Area Quiz

Setelah user menyelesaikan area penjelajahan, *user* dapat melanjutkan aktivitas simulasi VR ke area *quiz* dimana *user* akan menjawab berbagai pertanyaan berdasarkan materi dan informasi yang telah disampaikan sebelumnya di area penjelajahan Antartika. Sistem akan menampilkan soal dan *user* harus menjawab soal dengan benar untuk melanjutkan ke soal berikutnya. Disini pengetahuan *user* akan diuji dan setelah *quiz* berakhir, sistem akan memberikan selamat kepada *user* yang telah mencapai tahap terakhir dari *quiz*. Metode yang diambil pada alur ini adalah gamifikasi untuk meningkatkan minat *user* dalam menjelajahi antartika agar bisa menjawab soal yang diberikan di area quiz dengan benar. Activity Diagram Area Quiz ditampilkan pada gambar 3.5 berikut ini.



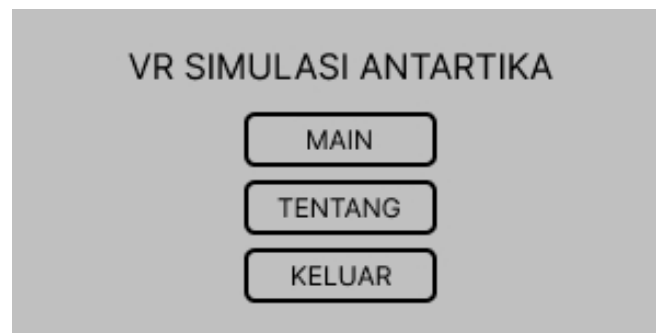
Gambar 3.5 Activity Diagram Area Quiz

3.2.1.3 Story Board

Storyboard adalah serangkaian ilustrasi yang diatur secara berurutan untuk memvisualisasikan bagaimana alur cerita atau urutan kejadian dalam perencanaan desain sistem aplikasi akan berjalan. Berikut adalah *storyboard* yang dibuat untuk perancangan aplikasi simulasi VR ini.

1. Scene Menu Utama

Scene ini memperlihatkan tampilan awal aplikasi VR saat user pertama kali membuka aplikasi. *Scene* ini memiliki 3 buah tombol, yaitu tombol Tentang yang menampilkan informasi mengenai aplikasi, tombol main mengarahkan pengguna untuk memasuki area jelajah dan tombol keluar untuk keluar dari aplikasi. *Scene* ini diperlihatkan pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Storyboard Scene Main Menu

2. Setelah user mengklik tombol main, maka user akan diperlihatkan petunjuk penggunaan aplikasi mulai dari petunjuk penjelajahan, informasi dan petunjuk untuk mengerjakan quiz. *Scene* ini ditunjukkan pada gambar 3.9.



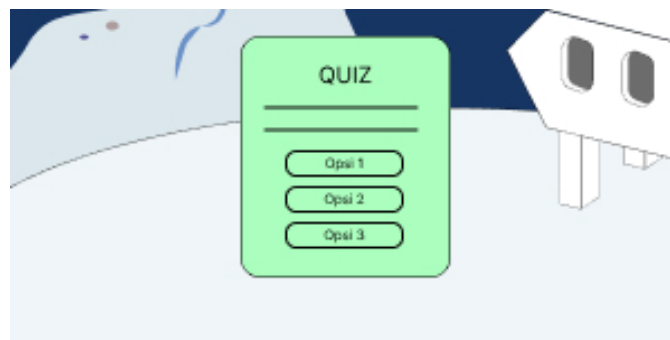
Gambar 3.7 Storyboard Scene Tutorial

3. Berikutnya, jika user mengklik tombol selanjutnya, maka aplikasi akan menampilkan ruang virtual lingkungan Antartika, user bisa berinteraksi dengan beberapa objek 3D yang ada, menjelajahi area virtual Antartika dan bisa melihat informasi seputar objek tersebut. *Storyboard* ini ditampilkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Storyboard Scene Penjelajahan

4. *Storyboard* yang terakhir dari aplikasi simulasi Antartika ini adalah arena *quiz* dengan konsep gamifikasi untuk menguji pengetahuan *user* yang telah menjelajahi lingkungan virtual Antartika, setelah *user* melakukan penjelajahan *user* bisa mengklik tombol untuk memulai quiz pada *floating menu* yang muncul pada tampilan VR-nya, kemudian sistem akan menampilkan *quiz* dan *user* harus menjawab pertanyaan yang ada dengan benar. *Storyboard* ini dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.9 Storyboard Scene Arena Quiz

3.2.2 *Asset*

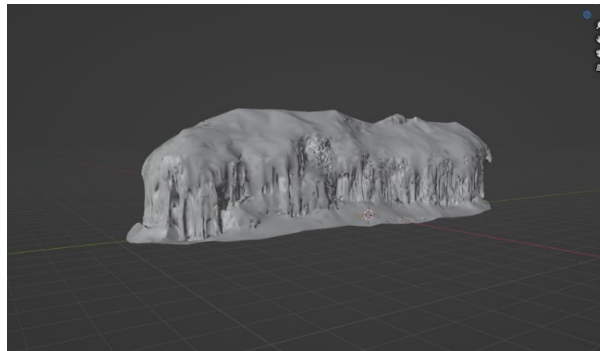
Pada tahap ini penulis mengumpulkan segala sesuatu yang akan digunakan pada pembuatan sistem simulasi VR. Tahap ini dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *3D Modelling*, *Rendering* dan *Animating*.

3.2.2.1 *3D Modelling*

Dalam mengembangkan aplikasi VR simulasi penjelajahan antartika, dimulai dengan pembuatan aset-aset model 3D sebagai objek pembelajaran yang akan mengisi lingkungan virtual antartika dalam aplikasi simulasi VR ini. Model 3D yang dibuat adalah objek dan medan lingkungan yang berkaitan dengan Antartika berupa hewan-hewan antartika seperti anjing laut dan penguin, bangunan dan instalasi yang dibangun oleh manusia di antartika seperti *halley research station* dan *Juan Carlos Research Station*, dan objek alami serta lingkungan antartika seperti padang es, dinding es, gunung es Erebus, lautan, dan lainnya. Namun pada bagian ini, warna, *texture* (tekstur) dan *lighting* (pencahayaan) belum diaplikasikan. Implementasi pemodelan objek 3D menggunakan aplikasi *Blender 3D*.

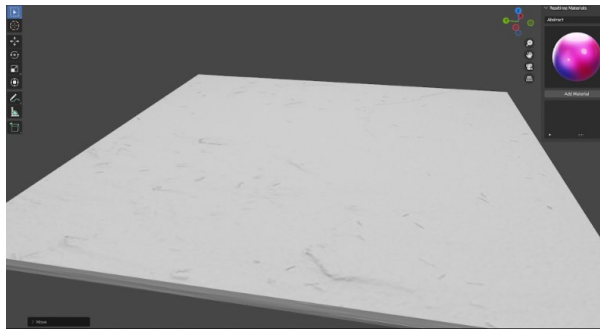
Di bawah ini merupakan tampilan dari model 3D objek alami dari lingkungan

Antartika berupa dinding es yang telah dibuat dalam tipe solid ditunjukkan pada gambar 3.10.



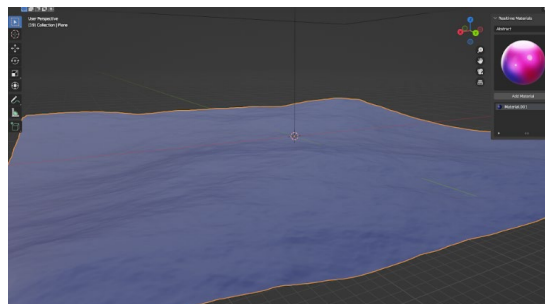
Gambar 3.10 Pemodelan objek 3D dinding es

Berikutnya adalah pemodelan 3D dari padang es Antartika pada gambar 3.11.



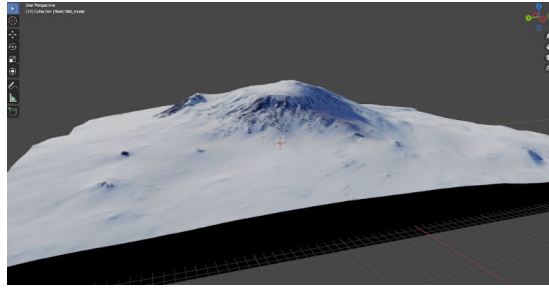
Gambar 3.11 Pemodelan objek 3D padang es

Berikutnya adalah pemodelan 3D dari lautan di sekitar Antartika pada gambar 3.12.



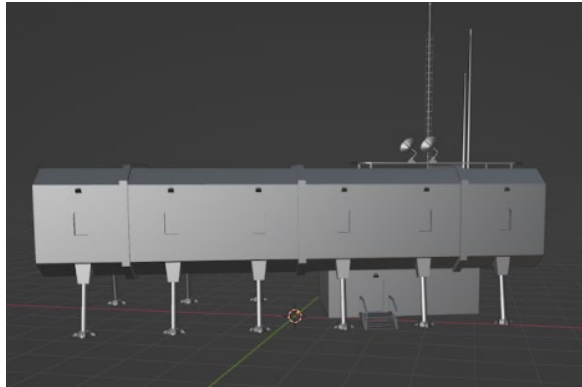
Gambar 3.12 Pemodelan objek 3D lautan Antartika

Dan untuk model 3D objek alami yang terdapat di Antartika adalah pemodelan 3D dalam tipe solid dari Gunung Erebus pada gambar 3.13.

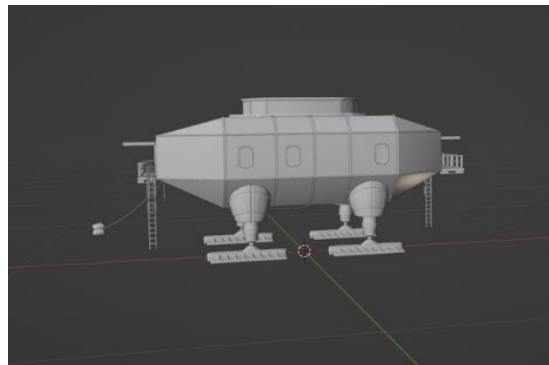


Gambar 3.13 Pemodelan objek 3D Mount Erebus

Selanjutnya adalah hasil pemodelan 3D dari instalasi stasiun riset *Halley* dan *Juan Carlos* dengan tipe solid pada gambar 3.14 dan gambar 3.15.

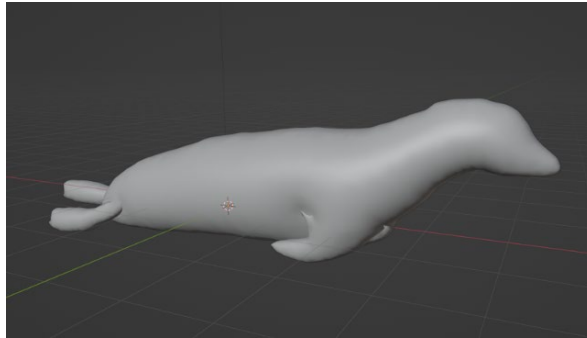


Gambar 3.14 Pemodelan Objek 3D *Juan Carlos Spanish Antarctic Base*



Gambar 3. 15 Pemodelan Objek 3D Bangunan *Halley Research Station*

Model 3D berikutnya ialah model 3D yang merupakan fauna khas dari Antartika yaitu anjing laut dan penguin dalam tipe solid yang terdapat pada gambar 3.16 dan 3.17 di bawah.



Gambar 3.16 Pemodelan Objek 3D anjing laut



Gambar 3.17 Pemodelan Objek 3D penguin

Kemudian adalah model 3D dalam tipe solid terakhir ialah model 3D untuk benda interaktif yang berfungsi sebagai media gamifikasi yaitu sepatu boots pada gambar 3.18 berikut



Gambar 3.18 Pemodelan Objek 3D Sepatu Boots

3.2.2.2 Rendering

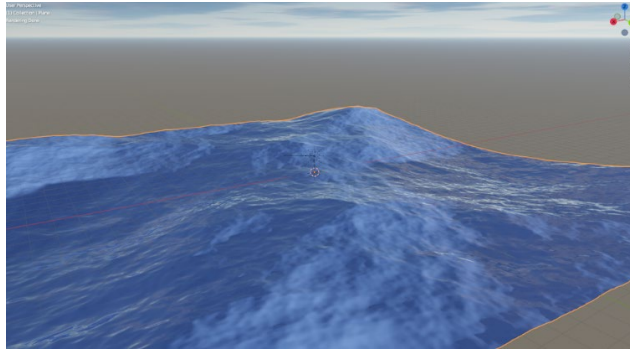
Setelah model 3D solid dibuat, tahap selanjutnya adalah *rendering*, yang terdiri dari

tiga sub-bagian yaitu *materializing*, *texturing*, dan *lighting*. *Materializing* adalah proses memberikan warna dan properti material pada model 3D, yang mencakup penentuan jenis material seperti logam, kayu, atau kaca yang akan diaplikasikan pada objek. *Texturing* adalah langkah berikutnya, di mana permukaan model 3D diberi tekstur dan *shader* untuk memberikan detail visual yang lebih realistis, seperti pola, goresan, atau efek permukaan lainnya. *Shader* digunakan untuk menentukan perilaku cahaya dalam berinteraksi terhadap material serta memberikan tampilan yang lebih alami dan dinamis pada objek.

Lighting adalah tahap akhir dalam proses *rendering*, yang melibatkan penambahan sumber cahaya untuk menciptakan efek pencahayaan yang realistis pada model 3D. Pencahayaan ini mencakup pengaturan intensitas, arah, dan warna cahaya, yang mempengaruhi tampilan keseluruhan dari adegan. Dalam konteks model 3D Antartika, *rendering* mencakup *materializing* dan *texturing* objek-objek seperti lingkungan Antartika, bangunan buatan manusia, objek alami dan hewan-hewan Antartika seperti anjing laut dan penguin. Pencahayaan akan dirancang untuk mencerminkan kondisi nyata di Antartika, termasuk pantulan cahaya pada es dan bayangan yang dihasilkan oleh berbagai objek dalam lingkungan tersebut. Proses ini bertujuan untuk menciptakan pengalaman visual yang imersif dan realistis bagi pengguna. Objek 3D yang sudah dilakukan tahapan rendering dapat ditinjau pada gambar 3.19 serta gambar 3.20 dibawah ini.

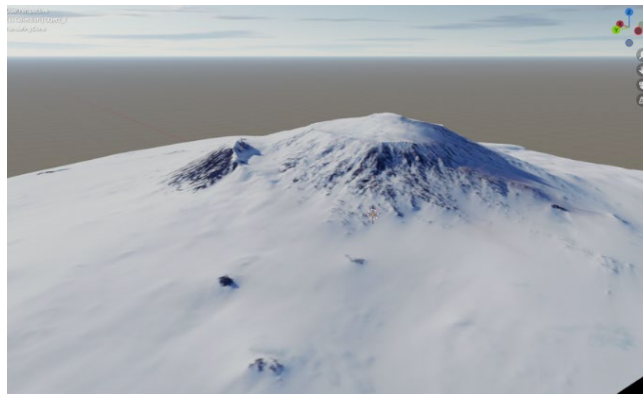


Gambar 3.19 Rendering 3D Padang Es

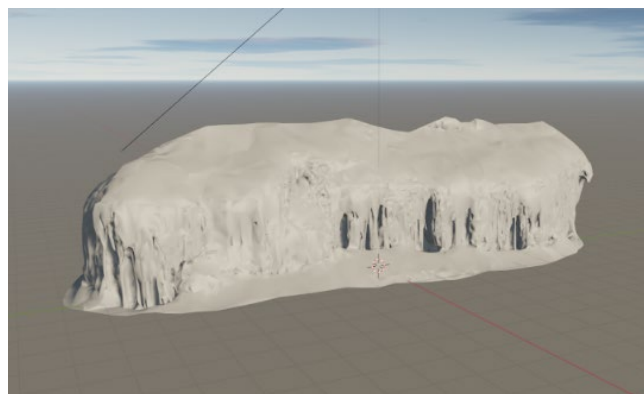


Gambar 3.20 Rendering 3D Lautan Antartika

Berikutnya, 3D objek alami Antartika yang sudah dilakukan *rendering* dengan diberikan pewarnaan, *texturing* dan *lighting* pada gambar 3.21 dan 3.22.

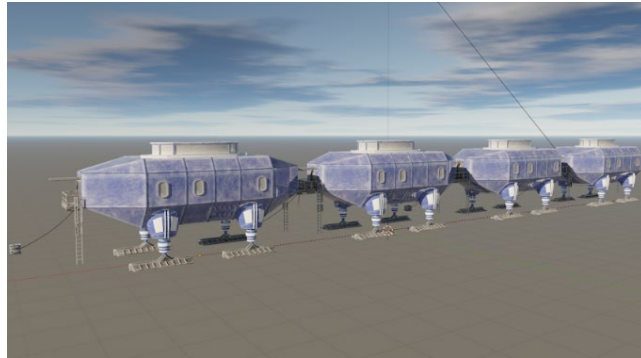


Gambar 3.21 Rendering 3D Mount Erebus

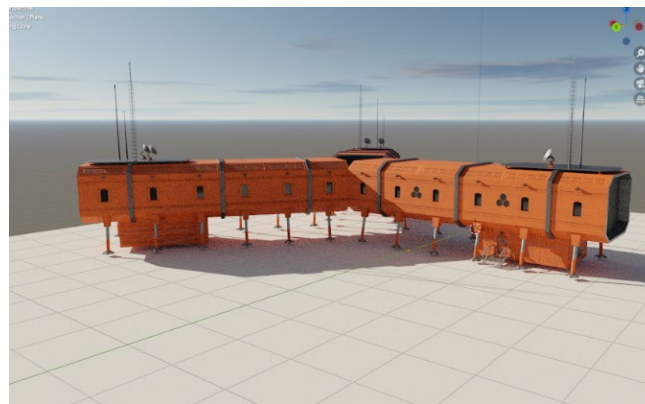


Gambar 3.22 Rendering Dinding Es Antartika

Untuk 3D objek bangunan Antartika yang sudah dilakukan *rendering* ditampilkan pada gambar 3.23 dan 3.24.



Gambar 3.23 *Rendering 3D Halley Research Station*



Gambar 3.24 *Rendering 3D Juan Carlos Spanish Antarctic Base*

Selanjutnya adalah model 3D hewan Antartika yang ditunjukkan pada gambar 3.25 dan 3.26 berikut.



Gambar 3.25 *Rendering Model 3D Penguin*



Gambar 3.26 Rendering Model 3D Anjing Laut

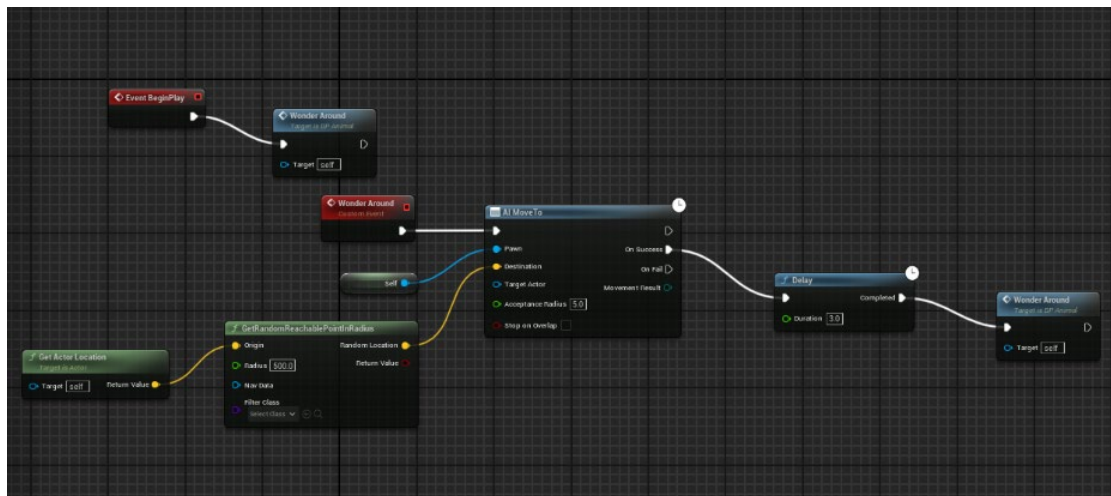
Dapat dilihat dari keseluruhan gambar diatas, setelah seluruh model dilakukan *rendering*, model terlihat lebih menarik dan lebih realistis.

3.2.2.3 *Animating*

Objek 3D yang sudah melalui tahapan *rendering* kemudian akan diberi animasi sehingga objek 3D Antartika bisa bergerak agar aplikasi VR yang dijalankan menjadi realistis dan menarik untuk digunakan *user*.

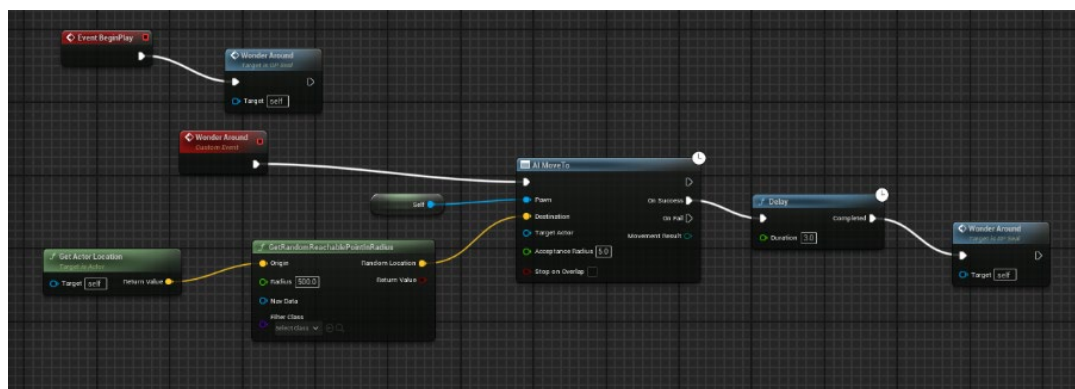
Objek-objek yang memiliki pergerakan di kehidupan nyata, seperti hewan penguin dan anjing laut, akan diberikan animasi menggunakan *Software Unreal Engine 4*. Animasi ini diatur menggunakan sistem *Blueprint* dalam *Unreal Engine 4*, yang memungkinkan pengembang untuk mengendalikan logika pergerakan secara visual.

Proses animasi untuk 3D objek penguin dimulai dengan event "*BeginPlay*" yang memicu node "*Vector of Animal*" untuk menentukan posisi awal objek. Selanjutnya, node "*Wander Around*" digunakan untuk mengarahkan pergerakan acak hewan. Node "*Get Random Location*" mengambil lokasi acak untuk menentukan tujuan berikutnya, dan node "*Move To*" menggerakkan hewan ke lokasi tersebut dengan pengaturan kecepatan dan durasi tertentu. Setelah mencapai tujuan, node "*Complete*" memicu animasi *idle* atau aktivitas lainnya. Dengan demikian, penganimasian ini memberikan kehidupan pada objek-objek 3D dengan menciptakan pergerakan yang realistis dan dinamis dalam lingkungan virtual. *Blueprint* untuk proses *animating* objek 3D penguin ini dapat dilihat pada gambar 3.27.



Gambar 3.27 *Blueprint Proses Animating Model Penguin*

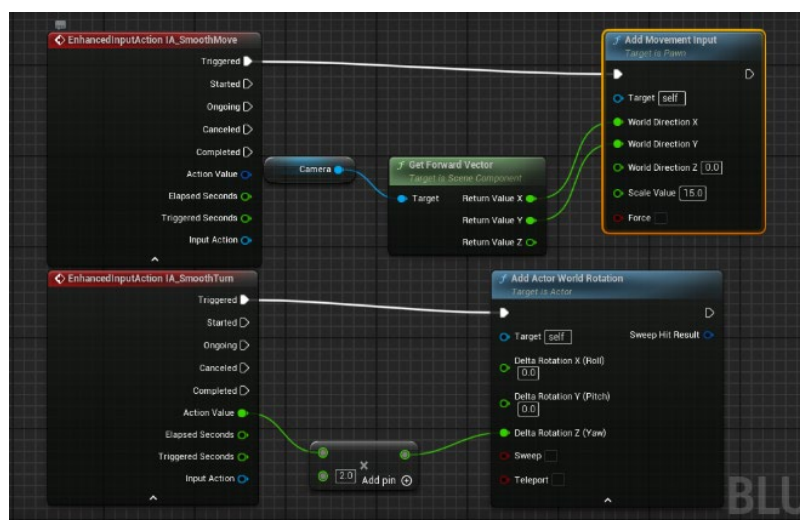
Berikutnya, pada gambar animasi objek anjing laut, proses dimulai dengan *event* "BeginPlay" yang memicu *node* "Vector of Animal" untuk menentukan posisi awal anjing laut. *Node* "Wander Around" kemudian mengarahkan pergerakan acak anjing laut. *Node* "Get Random Location" mengambil lokasi acak yang menjadi tujuan pergerakan selanjutnya. Dengan menggunakan *node* "Move To", anjing laut bergerak ke lokasi tersebut dengan pengaturan kecepatan dan durasi tertentu. Setelah mencapai tujuan, *node* "Complete" mengaktifkan tindakan berikutnya atau kembali ke pergerakan acak. Proses ini memastikan anjing laut bergerak secara dinamis dan realistis dalam lingkungan virtual, menciptakan interaksi yang imersif bagi pengguna. *Blueprint* untuk proses *animating* objek 3D anjing laut ini dapat dilihat pada gambar 3.28.



Gambar 3.28 *Blueprint Proses Animating Model Anjing Laut*

Kemudian, pada proses penganimasian *smooth movement* untuk pergerakan *user* ketika melakukan penjelajahan Antartika ketika menjalankan aplikasi VR, proses dimulai

dengan event *"EnhancedInputAction A_SmoothMove"* yang memicu pergerakan maju. Node *"Get Forward Vector"* mengambil arah depan kamera, lalu node *"Add Movement Input"* menggunakan vektor ini untuk menggerakkan karakter ke arah yang diinginkan dengan skala tertentu. Sementara itu, event *"EnhancedInputAction A_SmoothTurn"* memicu rotasi karakter. Node *"Add Actor World Rotation"* menambahkan rotasi pada sumbu Y berdasarkan input pengguna, memungkinkan pergerakan halus saat pemain berbelok. Kedua proses ini bekerja bersama untuk menciptakan gerakan dan rotasi yang mulus dan responsif dalam pengalaman VR. *Blueprint* untuk proses *animating* proses *smooth movement* ini dapat dilihat pada gambar 3.29.



Gambar 3.29 *Blueprint Proses Animating Smooth Movement*

3.2.2.4 Audio

Untuk meningkatkan pengalaman imersif bagi pengguna, aplikasi ini menggunakan *backsound* audio yaitu:

1. *Windy Winter Storm in Antarctica by Howling Blizzard Ambience Wind Snow Snowstorm White Noise*
2. *Adventure & Cinematic (Royalty Free Music) - "DISCOVERY" by Alex Productions*
3. *Vocals of Weddell Seal Pup & Adult*
4. *Penguin - Sound Effect by ProSounds*

Penggunaan *backsound* audio dan musik ini bertujuan agar pengalaman pengguna

dalam penjelajahan Antartika pada aplikasi VR terasa lebih menarik dan menyenangkan. Penggunaan audio “*Vocals of Weddell Seal Pup & Adult*” diterapkan pada *scene* di area anjing laut dan penggunaan audio “*Penguin - Sound Effect by ProSounds*” dimasukkan pada *scene* di area penguin.

3.3 VR Building

Tahap *VR Building* merupakan proses pembangunan lingkungan virtual dalam pengembangan aplikasi VR, yang melibatkan pembuatan antarmuka pengguna (*User Interface*) dan mekanisme *game* untuk menciptakan pengalaman VR yang imersif, interaktif, dan berkualitas tinggi bagi pengguna.

3.3.1 Antarmuka Pengguna (User Interface)

Setelah seluruh aset aplikasi sudah selesai dibuat, maka tahap berikutnya ialah pembuatan *user interface* dengan menggunakan aplikasi *Blender 3D* dan setelah model UI telah dibuat, model akan diimpor kedalam aplikasi *Unreal Engine 4* untuk diintegrasikan kedalam sistem aplikasi simulasi VR penjelajahan antartika. Dilakukanlah pemrograman untuk navigasi *user interface* atau tampilan antarmuka aplikasi seperti tampilan *main menu*, tingkatan *level*, tutorial dan terapi. Tampilan *user interface* diperlihatkan pada Gambar 3.30.



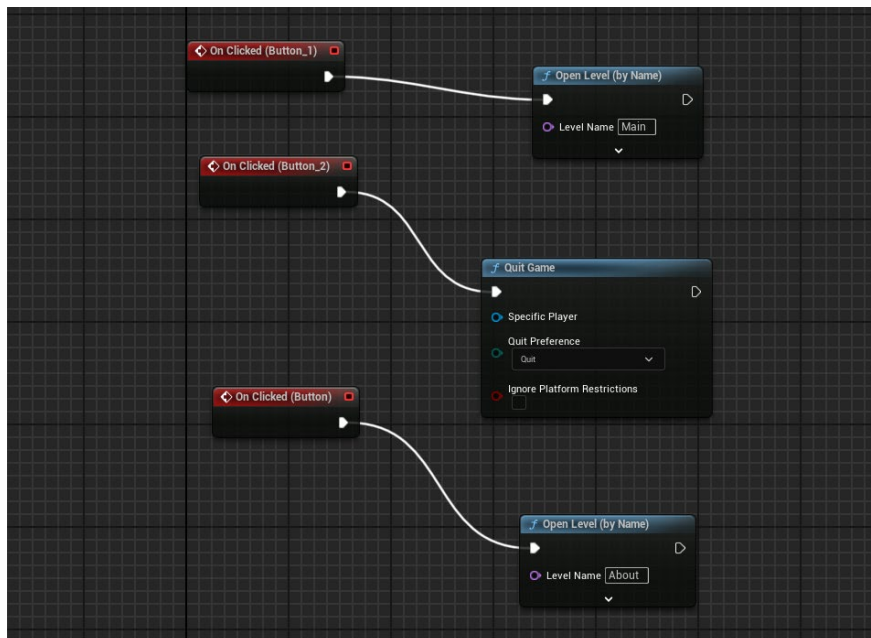
Gambar 3.30 User Interface Aplikasi VR

3.3.2 Game Mechanism (Blueprint)

Tahap *game mechanism* menciptakan aplikasi VR yang bisa digunakan. Pembuatan

mekanisme pada aplikasi VR simulasi penjelajahan Antartika ini menggunakan *blueprint* pada *Software Unreal Engine 4*. *Blueprint* pada *Unreal Engine 4* adalah sistem *visual scripting* yang memungkinkan pengembang aplikasi untuk membuat logika permainan tanpa harus menulis kode secara langsung. Dengan menggunakan *Blueprint*, pengembang dapat membuat dan menghubungkan *node-node* logika dalam lingkungan visual yang intuitif. Pembuatan *blueprint* ini didasarkan kepada *storyboard* aplikasi yang telah dirancang sebelumnya pada tahap konseptualisasi.

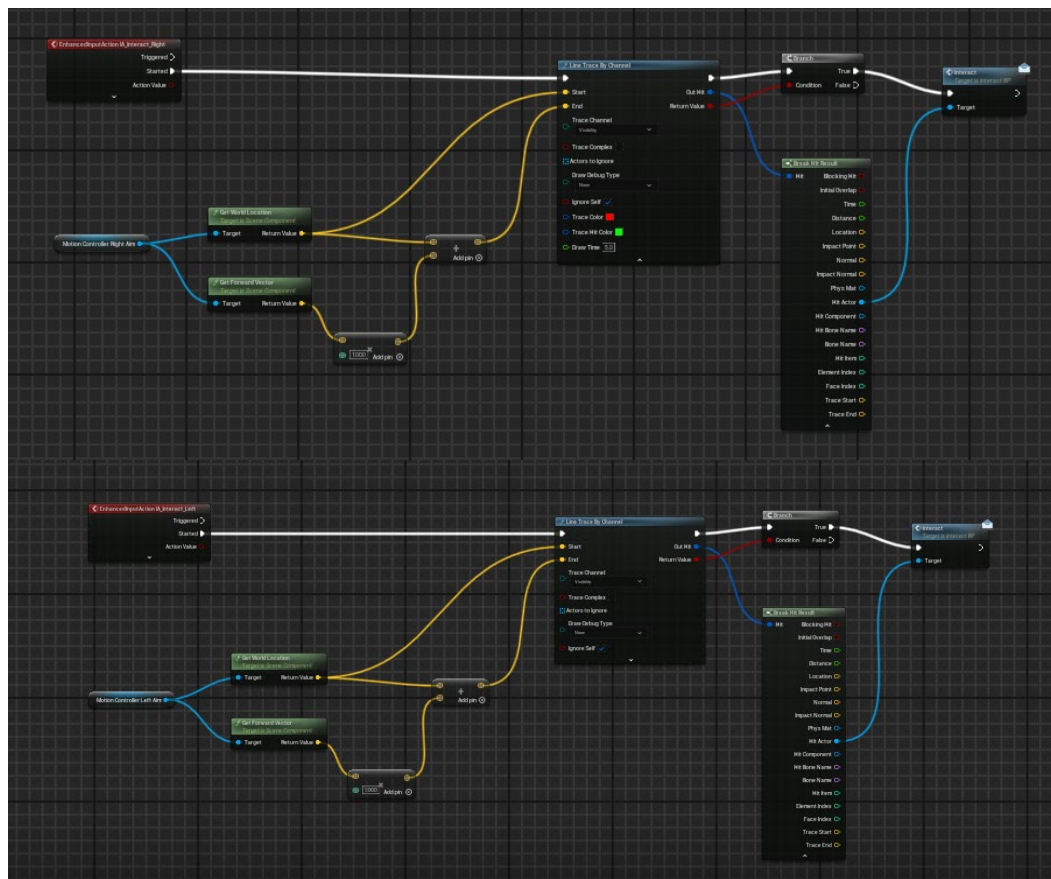
Pembuatan mekanisme *game* dimulai dengan pembuatan *widget blueprint* yang menampilkan menu utama. Di dalam widget ini, dibuat tombol-tombol interaktif seperti "Start", "About", dan "Exit". Setiap tombol dihubungkan dengan *event* yang sesuai, misalnya, ketika tombol "Start" ditekan, event trigger akan memicu pemindahan ke area penjelajahan Antartika. Tombol "About" dapat terhubung dengan fungsi untuk menampilkan informasi tambahan tentang aplikasi. Sementara itu, tombol "Exit" akan mengaktifkan *event* untuk keluar dari aplikasi. Semua ini diatur dalam *blueprint* yang mudah dipahami dan dapat diedit dengan cepat jika diperlukan. *Blueprint* untuk storyboard pertama ini terdapat pada gambar 3.31 berikut.



Gambar 3.31 *Blueprint Main Menu Navigation*

Berikutnya, dalam *storyboard* penjelajahan Antartika, mekanisme *game* dibuat untuk

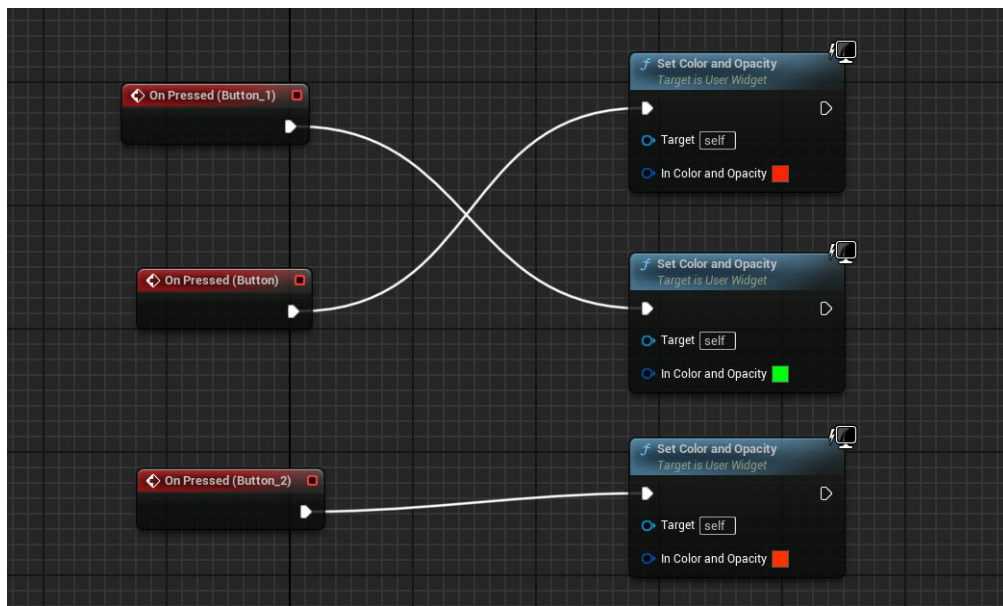
memberikan pengalaman eksplorasi yang interaktif di lingkungan Antartika. Saat pengguna telah dialihkan ke area penjelajahan setelah mengklik tombol “*Start*” pada menu utama, pengguna dapat mulai menjelajahi area penjelajahan, objek-objek di sekitar mereka dapat diinteraksi. Untuk mencapai ini, *collision box* atau *trace line* digunakan untuk mendeteksi saat objek dilihat. Saat objek terlihat, sistem akan memunculkan *floating menu* yang menawarkan opsi tambahan, seperti menampilkan informasi objek tersebut. *Blueprint* untuk *storyboard* penjelajahan ini dapat dilihat pada gambar 3.32.



Gambar 3.32 *Blueprint* Area Penjelajahan

Kemudian pada *storyboard quiz*, mekanisme game dibuat untuk mengimplementasikan area *quiz* di mana *user* bisa menguji wawasan mereka tentang Antartika. Saat pengguna memilih untuk melanjutkan ke area *quiz*, sistem akan memindahkan tampilan ke

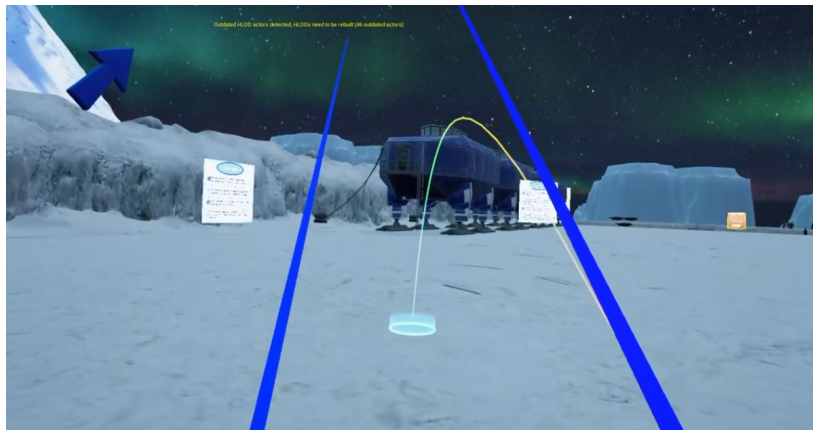
tampilan *quiz* yang telah dipersiapkan. Di sini, pertanyaan dan opsi jawaban ditampilkan menggunakan *widget blueprint*. Pengguna dapat memilih jawaban mereka, dan sistem akan mengevaluasi jawaban mereka secara otomatis. Jika jawaban benar, *floating menu* akan berubah warna menjadi hijau, sementara jawaban yang salah akan membuatnya menjadi merah. Pengguna kemudian diberi opsi untuk kembali ke area penjelajahan atau menu utama. *Blueprint* untuk *storyboard quiz* dapat dilihat pada gambar 3.33.



Gambar 3.33 Blueprint Area Quiz

3.4 Output

Output akhir dari penelitian ini berupa aplikasi simulasi beserta objek 3D lingkungan Antartika yang menggunakan teknologi *virtual reality* yang digunakan sebagai media pembelajaran dengan metode gamifikasi. *Output* penelitian berupa tampilan aplikasi saat digunakan diperlihatkan pada gambar 3.34.



Gambar 3.34 *Virtual Reality* Simulasi Penjelajahan Antartika

Aplikasi VR ini dapat diakses dengan menggunakan VR Headset. Langkah pertama adalah memastikan semua perangkat terhubung dan berfungsi dengan baik. Pastikan VR headset seperti Oculus Rift telah terpasang ke komputer, dengan sensor dan kontroler yang telah terkalibrasi. Setelah itu, unduh dan instal aplikasi simulasi Antartika VR pada perangkat yang terhubung dengan VR headset lalu jalankan aplikasi. Ketika aplikasi dibuka, kenakan headset VR di kepala dan gunakan *controller* untuk navigasi dalam menu utama, di mana *user* dapat memilih opsi "*Start*" untuk memulai eksplorasi.

Setelah masuk ke area penjelajahan Antartika, *user* dapat bergerak bebas dan melihat objek-objek di sekitar dengan menggerakkan kepala dan menggunakan kontroler untuk berinteraksi. Ada floating menu yang akan menampilkan informasi terkait objek Antartika ketika didekati. Saat *user* siap untuk menguji pengetahuannya, *user* dapat memilih opsi "*Play*" dari *floating* menu untuk masuk ke area *quiz*, jawab pertanyaan yang diberikan, dan terima umpan balik visual (hijau untuk benar, merah untuk salah). Setelah menyelesaikan *quiz*, *user* akan melihat pesan "Terima kasih" dan dapat memilih untuk kembali ke area penjelajahan atau menu utama, atau keluar dari aplikasi.

Untuk menggunakan teknologi *3D Virtual Reality* dalam aplikasi simulasi ini dapat menggunakan Perangkat *Headset* VR dapat dilihat pada Gambar 3.35. Cara menggunakannya cukup mudah dengan hanya menautkan perangkat *headset* VR ke PC yang akan memulai aplikasi. Kemudian perangkat VR akan otomatis mendeteksi kepala yang memakai perangkat dan akan menampilkan lingkungan virtual didalamnya. Berikutnya untuk kontrolernya akan secara otomatis tersambung secara nirkabel ke

perangkat *headset* VR sebagai media untuk mengontrol pergerakan selama menjalankan aplikasi simulasi VR.



Gambar 3.35 VR Headset Gear

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah proses mengatur dan mengintegrasikan berbagai komponen perangkat keras dan perangkat lunak agar sebuah sistem berfungsi sesuai dengan desain dan tujuan yang telah ditentukan. Proses ini meliputi instalasi perangkat keras, konfigurasi perangkat lunak, integrasi antar komponen, pengujian keseluruhan sistem, dan optimasi kinerja. Selain itu, implementasi sistem juga mencakup penyesuaian berdasarkan kebutuhan pengguna, penyediaan pelatihan, dan dokumentasi untuk memastikan bahwa pengguna dapat memanfaatkan sistem dengan maksimal.

Dalam alur implementasi sistem aplikasi VR simulasi penjelajahan Antartika, langkah pertama adalah menyiapkan perangkat keras VR seperti headset dan kontroler, serta memastikan koneksi dan kalibrasi yang tepat. Sebelum mengembangkan sistem, terlebih dahulu seluruh aset yang diperlukan dibuat di *software Blender 3D*, kemudian aplikasi dikembangkan menggunakan *Unreal Engine 5*, dimana blueprint digunakan untuk mengatur logika permainan dan interaksi *user*. Ini mencakup pembuatan widget untuk menu utama, serta penggunaan *raycasting* untuk mendeteksi objek dalam area penjelajahan. Setelah tahap pengembangan selesai, sistem diuji secara komprehensif untuk memastikan seluruh fitur pada aplikasi berfungsi sesuai ekspektasi dan memberikan umpan balik yang akurat.

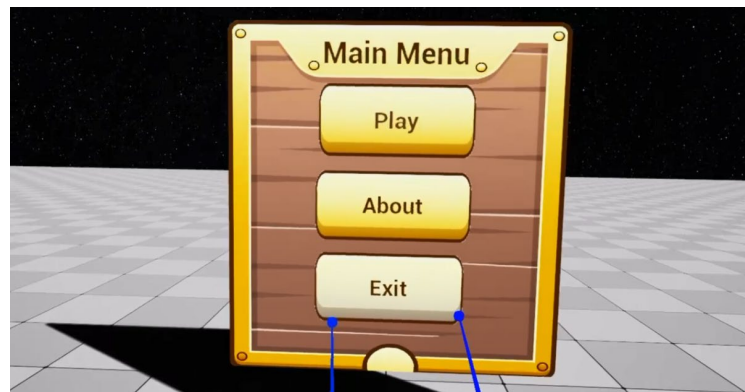
4.2 Tampilan Aplikasi

Pada tahap ini tampilan sistem diimplementasikan sesuai dengan rancangan *user interface* yang telah dibuat pada Bab 3. Berikut ini adalah tampilan antarmuka pada perangkat *headset* VR berdasarkan pada setiap bagian yang telah dikembangkan:

4.2.1 Tampilan Halaman Menu Utama

Saat pertama kali *user* membuka aplikasi, sistem akan menampilkan menu utama. Keseluruhan tampilan aplikasi langsung menampilkan lingkungan virtual, dan seluruh menu dan informasi ditampilkan dalam bentuk *floating slide* atau tampilan papan informasi yang mengambang di hadapan *user*. Pada menu utama. Terdapat 3 opsi tombol yaitu *Start*, *About* dan *Exit*. Saat pengguna mengeklik tombol *Start*, pengguna akan

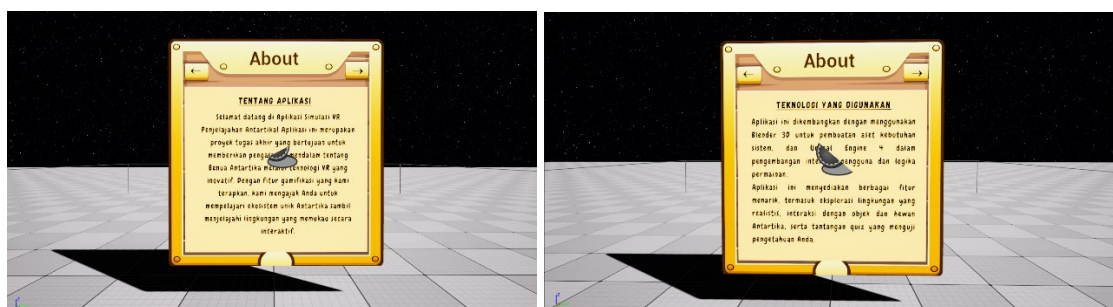
diarahkan ke area virtual penjelajahan Antartika. Tombol *About* akan mengarahkan *user* ke tampilan informasi seputar deskripsi aplikasi, teknologi yang digunakan dalam pengembangan aplikasi dan profil pengembang aplikasi. Apabila *user* mengklik tombol *Exit*, maka aplikasi akan ditutup. Gambaran tampilan menu utama dapat ditemukan pada Gambar 4.1.



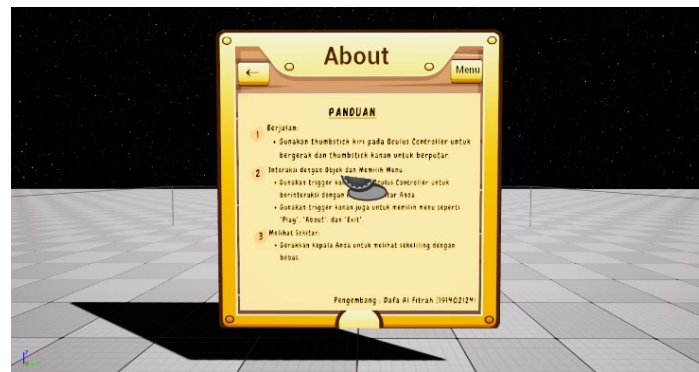
Gambar 4.1 Halaman Menu Utama

4.2.2 Tampilan Halaman About

Tampilan *about* memperlihatkan informasi seputar aplikasi dan dilanjutkan dengan petunjuk tentang cara menggunakan aplikasi. Pada halaman ini, terdapat tombol “*Back*” yang memungkinkan pengguna untuk kembali ke menu utama. Tampilan halaman *about* dapat ditemukan pada gambar 4.2 dan gambar 4.3.



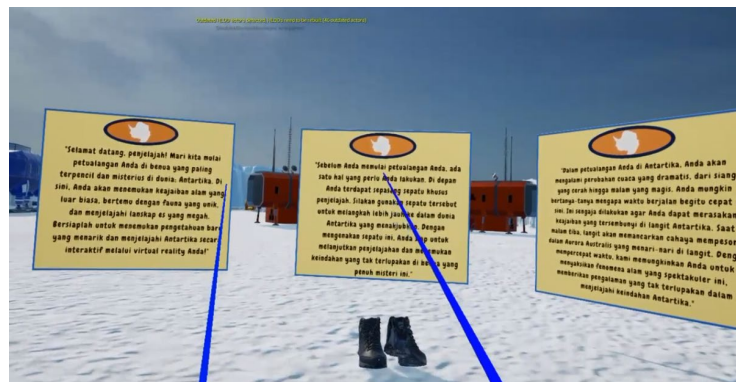
Gambar 4.2 Halaman About



Gambar 4. 3 Halaman Panduan aplikasi

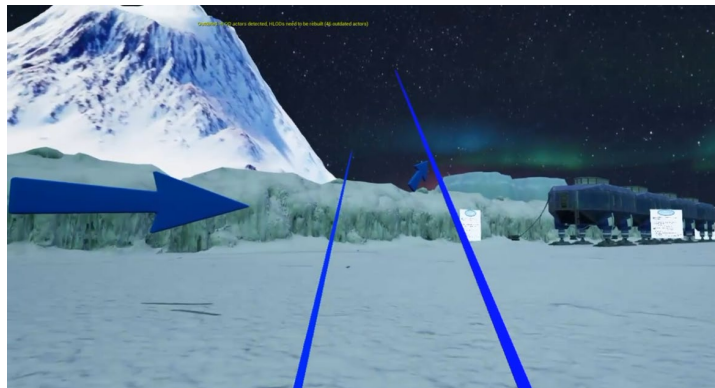
4.2.3 Tampilan Area Penjelajahan Antartika

Pada halaman ini akan menampilkan lingkungan terapi yang dikunjungi dan akan menampilkan lingkungan Antartika meliputi lingkungan alami Antartika, bangunan buatan manusia, serta hewan-hewan Antartika beserta habitatnya yang disertai informasi penjelasan terkait setiap objek yang ada pada area penjelajahan. Tampilan pertama yang akan dilihat pengguna saat masuk ke area penjelajahan adalah panduan penjelajahan. Tampilan panduan penjelajahan dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut.



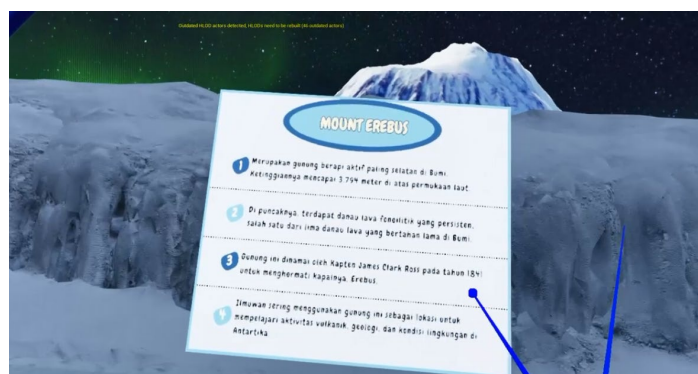
Gambar 4.4 Tampilan Panduan Area Penjelajahan

Untuk memudahkan *user* dalam penjelajahan, pada beberapa bagian *user* akan diarahkan dengan anak panah sebagaimana dalam gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tampilan Arah Penjelajahan

User bisa menjelajahi berbagai lokasi di Antartika, dan pada setiap objek pengamatan dalam area penjelajahan akan ada *floating panel* yang berisikan informasi terkait setiap objek yang diobservasi di Antartika. Tampilan objek berupa lingkungan dan bangunan di Antartika dapat dilihat pada gambar 4.6, gambar 4.7 dan gambar 4.8 berikut ini.

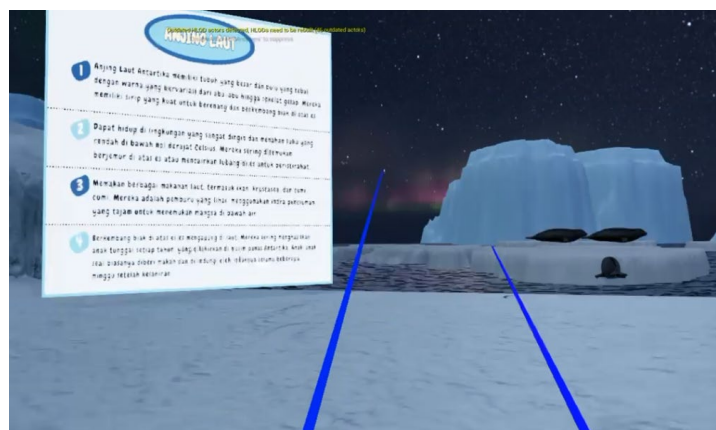


Gambar 4.6 Mount Erebus



Gambar 4.7 Halley Research Station

Berikutnya adalah area hewan Antartika yaitu anjing laut dan penguin yang ditampilkan pada gambar 4.9 dan 4.10 berikut ini.



The image is a composite. On the left, there's a photograph of a snowy, icy landscape under a dark night sky with green aurora-like lights. Several penguins are visible standing on the ice. On the right, there's a white presentation slide with a blue oval header containing the word "PENGUIN". Below the header, there are five numbered bullet points describing various aspects of penguins.

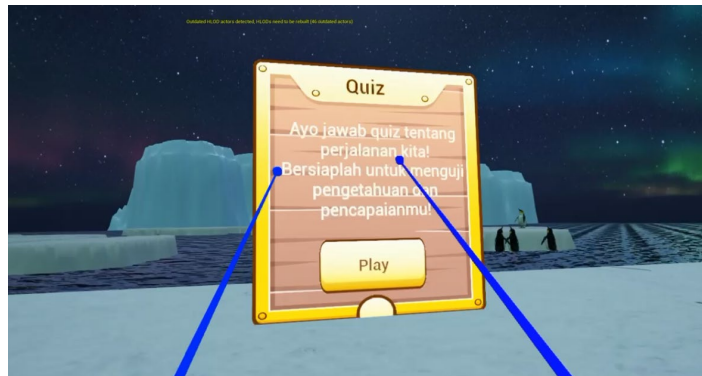
PENGUIN

1. Penguin Antartika memiliki tubuh ramping dengan bulu tebal hitam putih kepala kecil dan leher panjang. Sayap mereka beradaptasi sebagai sirip untuk berenang.
2. Umur penguin Antartika bervariasi: penguin raja dan emperador bisa hidup hingga 20 tahun atau lebih, sementara penguin adeli memiliki umur rata-rata 10-15 tahun.
3. Betina penguin Antartika memberikan isolasi termal pada anaknya dengan melumuri tubuhnya dengan lemak. Sementara isolasi ini menyakiti bulu mereka matikan, kulit dari air laut.
4. Penguin hidup dalam kelompok besar untuk melindungi diri dari cuaca ekstrem dan predator.

Gambar 4.10 Area Penguin

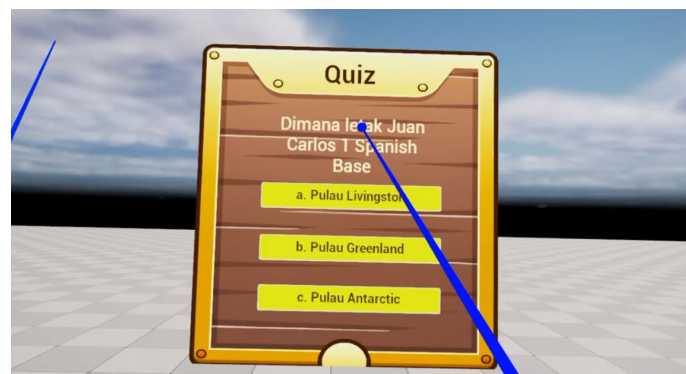
4.2.4 Tampilan Area *Quiz*

Setelah area penjelajahan maka *user* bisa melanjutkan ke area *quiz* untuk menguji pengetahuan yang telah mereka dapatkan di area penjelajahan. Tampilan panel untuk melanjutkan area *quiz* dapat dilihat pada gambar 4.11.

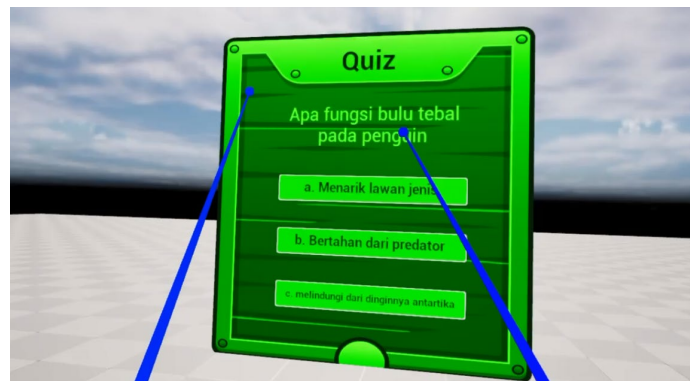


Gambar 4.11 Panel Melanjutkan ke Area *Quiz*

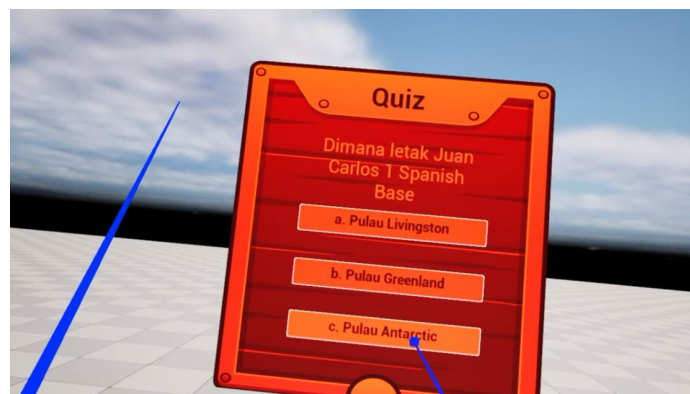
Setelah *user* menekan tombol “play” pada panel *quiz*, maka sistem akan mengalihkan *user* ke area *quiz* dan menampilkan soal-soal pada panel melayang. Jika *user* menjawab soal dengan benar maka panel *quiz* akan berubah warna menjadi hijau, jika *user* salah dalam menjawab soal yang diberikan maka panel *quiz* akan berwarna merah. Tampilan area dan panel *quiz* dapat dilihat pada gambar 4.12, gambar 4.13 dan gambar 4.14.



Gambar 4.12 Tampilan *Quiz*



Gambar 4.13 Tampilan *Quiz* jika dijawab benar



Gambar 4.14 Tampilan *Quiz* jika dijawab salah

4.3 Pengujian Aplikasi

4.3.1 VR Headset Gear Testing

Pengujian VR *Headset Gear* ini didasarkan pada fungsionalitas yang dimilikinya. Selanjutnya, membandingkan hasil *output* sistem dengan hasil yang diekspektasikan. Apabila hasil sistem yang diekspektasikan sesuai dengan hasil uji, maka aplikasi VR sudah memenuhi rencana yang telah ditetapkan. Jika tidak sesuai, maka perlu dilakukan pemeriksaan dan perbaikan lebih lanjut. Pengujian aplikasi ini akan menggunakan metode *black-box*, yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem tanpa mengetahui bagaimana fungsionalitas tersebut dibangun oleh sistem.

Blackbox Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalitas aplikasi tanpa memperhatikan struktur internal atau kode program. Dalam aplikasi VR, metode ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap fungsi dalam aplikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan dari perspektif pengguna.

Pengujian ini dilakukan dengan memeriksa input yang diberikan dan output yang dihasilkan, lalu membandingkannya dengan hasil yang diharapkan (Gunawan et al., 2023).

Tujuan utama dari *Blackbox Testing* adalah untuk memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik dan bebas dari kesalahan atau bug yang dapat mengganggu pengalaman pengguna. Manfaat dari metode ini termasuk efisiensi dalam pengujian, karena tidak memerlukan pengetahuan tentang logika internal aplikasi, dan kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi masalah yang mungkin tidak terdeteksi oleh metode pengujian lainnya.

Pengujian akan berfokus pada bagaimana aplikasi beroperasi dari sudut pandang pengguna akhir, memastikan bahwa aplikasi berjalan berdasarkan spesifikasi dan prasyarat yang telah ditentukan. Pengujian akan menggunakan *device VR headset Oculus Rift S* yang spesifikasinya telah disebutkan pada bab 3. Berikut ini adalah daftar pengujian *VR Headset Gear* terhadap aplikasi ini.

Tabel 4.1 *Testing VR Headset Gear*

No	Komponen Uji	Butir uji
1.	Tampilan Menu Utama	Uji tampilan, VR, audio, dan tombol
2.	Tampilan Panel <i>About</i>	Uji tampilan, VR, audio, dan tombol
3.	Tampilan Area Penjelajahan	Uji tampilan, VR, audio, dan tombol
4.	Tampilan Area Quiz	Uji tampilan, VR, audio, dan tombol

1. *Black-box Testing* Tampilan Menu Utama

Tabel 4. 2 *Testing Tampilan Menu Utama*

No	Komponen Uji	Hasil Uji	Status
1.	Uji tampilan Menu Utama	Menampilkan panel melayang menu utama	Berhasil
2.	Uji audio	Mengeluarkan suara	Berhasil
3.	Uji tombol <i>play</i>	Memasuki area penjelajahan	Berhasil
4.	Uji tombol <i>about</i>	Menampilkan panel tentang aplikasi	Berhasil

5.	Uji tombol <i>exit</i>	Keluar dari aplikasi VR	Berhasil
----	------------------------	-------------------------	----------

2. *Black-box Testing* Tampilan Panel *About*

Tabel 4.3 *Testing* Tampilan Menu Utama

No	Komponen Uji	Hasil Uji	Status
1.	Uji tampilan <i>About</i>	Menampilkan panel melayang tentang aplikasi	Berhasil
2.	Uji audio	Mengeluarkan suara	Berhasil
3.	Uji tombol <i>back</i>	Kembali ke menu utama	Berhasil

3. *Black-box Testing* Area Penjelajahan Antartika

Tabel 4.4 *Testing* Area Penjelajahan Antartika

No	Komponen Uji	Hasil Uji	Status
1.	Uji tampilan lingkungan virtual	Menampilkan area penjelajahan Antartika	Berhasil
2.	Uji tampilan objek 3D	Menampilkan objek 3D	Berhasil
3.	Uji audio	Mengeluarkan suara	Berhasil
4.	Uji Pindah posisi	<i>User</i> berpindah posisi ke wilayah yang di-klik dengan kontroler.	Berhasil
5.	Uji animasi perubahan waktu siang-malam	Tampilan langit berubah mengikuti waktu yang disesuaikan	Berhasil
6.	Uji animasi objek anjing laut	Menampilkan animasi anjing laut bergerak sesuai <i>blueprint</i>	Berhasil
7.	Uji animasi objek penguin	Menampilkan animasi penguin bergerak sesuai <i>blueprint</i>	Berhasil
8.	Uji tombol “ <i>play</i> ” untuk memulai <i>quiz</i>	Berpindah ke area <i>quiz</i> dan memulai <i>quiz</i>	Berhasil

4. *Black-box Testing* Area *Quiz*

Tabel 4.5 *Testing* Area *Quiz*

No	Komponen Uji	Hasil Uji	Status
1.	Uji tampilan area <i>quiz</i>	Menampilkan area <i>quiz</i>	Berhasil

2.	Uji audio	Mengeluarkan suara	Berhasil
3.	Uji tampilan panel <i>quiz</i>	Memunculkan panel <i>quiz</i>	Berhasil
4.	Uji tombol opsi pilihan ganda pada <i>quiz</i>	Menyimpan jawaban yang dipilih oleh <i>user</i>	Berhasil
5.	Uji tampilan panel <i>quiz</i> benar	Mengubah panel <i>quiz</i> menjadi berwarna hijau jika dijawab dengan benar	Berhasil
6.	Uji tampilan panel <i>quiz</i> salah	Mengubah panel <i>quiz</i> menjadi berwarna hijau jika <i>user</i> salah menjawab	Berhasil
7.	Tombol “ <i>back</i> ”	Mengembalikan <i>user</i> ke area sebelumnya setelah <i>user</i> menyelesaikan menjawab soal pada area <i>quiz</i>	Berhasil

4.3.2 Analisis Pengujian Aplikasi dan Kuesioner Responden

Pengujian pada sistem aplikasi dilakukan agar dapat mengevaluasi sistem yang telah dibangun dapat berfungsi dengan efektif dan tujuan pembuatan aplikasi tersebut dapat tercapai berdasarkan pengalaman *user*. Aplikasi simulasi VR ini akan dievaluasi dengan menggunakan metode User Acceptance Testing (UAT). UAT adalah proses penting dalam siklus pengembangan *software* yang melibatkan pengguna untuk menguji sistem guna memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan memenuhi kebutuhan dan persyaratan pengguna.

Penggunaan skala *Likert* sebagai metrik dalam UAT memungkinkan evaluasi yang terstruktur terhadap berbagai aspek aplikasi, seperti kegunaan, kepuasan, dan pengalaman pengguna. Skala *Likert*, yang sering digunakan dalam kuesioner evaluasi, memberikan rentang nilai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju, sehingga memungkinkan pengumpulan data kuantitatif yang dapat dianalisis secara statistik. Penggunaan skala *Likert* memungkinkan pengembang untuk mengidentifikasi area yang perlu perbaikan dan memastikan bahwa aplikasi VR memenuhi harapan pengguna akhir (Birrenbach et al., 2023).

Pengujian aplikasi VR ini dilakukan dengan menggunakan kuesioner oleh 30 responden dengan pembagian 20 responden siswa SMA, 5 responden mahasiswa dan 5 responden adalah guru SMA. Pengujian dengan kuesioner ini akan dibagi menjadi 2 kategori dengan responden siswa SMA dan mahasiswa akan digabung dalam kategori siswa dan

responden guru akan dipisahkan. Pemisahan ini bertujuan untuk membuat pertanyaan yang dibuat dalam kuesioner diberikan secara obyektif.

Kuesioner ini menggunakan skala *Likert* dengan empat pilihan jawaban: "Sangat Setuju" (SS) bernilai 4, "Setuju" (S) bernilai 3, "Tidak Setuju" (TS) bernilai 2, dan "Sangat Tidak Setuju" (STS) bernilai 1. Untuk menghitung total nilai persentase dari masing-masing jawaban kuesioner, digunakan rumus skala *Likert* yang sesuai dengan nilai yang diberikan pada setiap jawaban.

Total Nilai (%)

$$= \frac{(\text{Jlh. Responden SS} \times \text{nilai SS}) + (\text{Jlh. Responden S} \times \text{nilai S}) + (\dots)}{\text{Nilai Maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} \text{Nilai maksimal siswa} &= (\text{Nilai Maks.}) \times (\text{Jumlah Responden siswa}) \\ &= (4) \times (25) \\ &= 100 \end{aligned}$$

Dalam konteks penelitian ini, UAT dilakukan dengan menggunakan kuesioner untuk mengumpulkan umpan balik dari pengguna. Alasan pembuatan pertanyaan dalam kuesioner ini adalah untuk mengevaluasi aspek-aspek utama dari kegunaan aplikasi (Martín-Gutiérrez et al., 2010). Aspek aplikasi yang diukur akan merujuk pada standar ISO 9241 yang merupakan standar internasional yang memberikan panduan tentang ergonomi interaksi manusia dengan sistem komputer. ISO 9241 khususnya berfokus pada *usability study* atau evaluasi penggunaan sistem dalam mencapai tujuan saat menggunakan sistem (Rozi et al., 2022).

Nigel Bevan dalam artikelnya "Practical Issues in Usability Measurement" mengidentifikasi tiga komponen utama yang sekaligus diterapkan pada sistem standarisasi ISO 9241 dalam *usability study* yang harus dipertimbangkan dalam evaluasi perangkat lunak atau sistem interaktif yaitu :

- **Efektivitas:** "akurasi dan kelengkapan." Penyelesaian tugas tanpa kesalahan penting dalam aplikasi bisnis dan konsumen. Efektivitas produk bergantung pada

seberapa akurat produk tersebut menjalankan tugas dan mencapai tujuan yang dirancang.

- **Efisiensi:** "sumber daya yang digunakan." Kecepatan pengguna dalam menyelesaikan pekerjaan sangat penting untuk produktivitas bisnis.
- **Kepuasan:** sejauh mana harapan terpenuhi. Kepuasan adalah faktor keberhasilan untuk produk yang penggunaannya bersifat pilihan; penting untuk menjaga motivasi tenaga kerja (Bevan, 2006).

Dari aspek-aspek yang telah ditentukan diatas, maka peneliti akan menerapkan evaluasi untuk menguji ketiga metrik evaluasi untuk *usability study* dalam penelitian ini dengan membuat pertanyaan pada kuesioner dengan rincian pertanyaan sebagai berikut:

Effectiveness (Efektivitas)

- Kuesioner Siswa:
 1. Saya merasa lebih tertarik untuk belajar tentang lingkungan Antartika setelah menggunakan aplikasi VR ini.
 2. Aplikasi VR ini membantu saya menambah wawasan ilmiah tentang Antartika lebih baik.
- Kuesioner Guru:
 1. Informasi pada aplikasi simulasi VR ini sesuai dengan materi yang diajarkan.
 2. Pertanyaan yang diajukan dalam segmen quiz wawasan Antartika sesuai dengan materi yang telah disampaikan.
 3. Visual objek 3D yang ditampilkan sesuai dengan objek sesungguhnya di Antartika.

Efficiency (Efisiensi)

- Kuesioner Siswa:
 1. Aplikasi VR ini mudah digunakan dan navigasi di dalamnya tidak membingungkan.
- Kuesioner Guru:
 1. Aplikasi VR ini mudah digunakan dan navigasi di dalamnya tidak membingungkan.

2. Lingkungan 3D yang disajikan dalam aplikasi simulasi VR sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya.

Satisfaction (Kepuasan)

- Kuesioner Siswa:
 1. Aplikasi VR ini memberikan pengalaman yang menyenangkan dan interaktif.
 2. Penggunaan metode gamifikasi (seperti misi dan penghargaan) membuat saya lebih termotivasi untuk belajar.
 3. Visual dan grafik dalam aplikasi ini sangat realistis dan membuat saya merasa seperti berada di Antartika.
 4. Saya merasa nyaman menggunakan aplikasi VR selama permainan.
- Kuesioner Guru:
 1. Aplikasi VR ini memberikan pengalaman yang menyenangkan dan interaktif.
 2. Visual dan grafik dalam aplikasi ini sangat realistis dan membuat saya merasa seperti berada di Antartika.
 3. Saya setuju aplikasi VR dijadikan sebagai alat bantu pengajaran yang interaktif dan menarik.

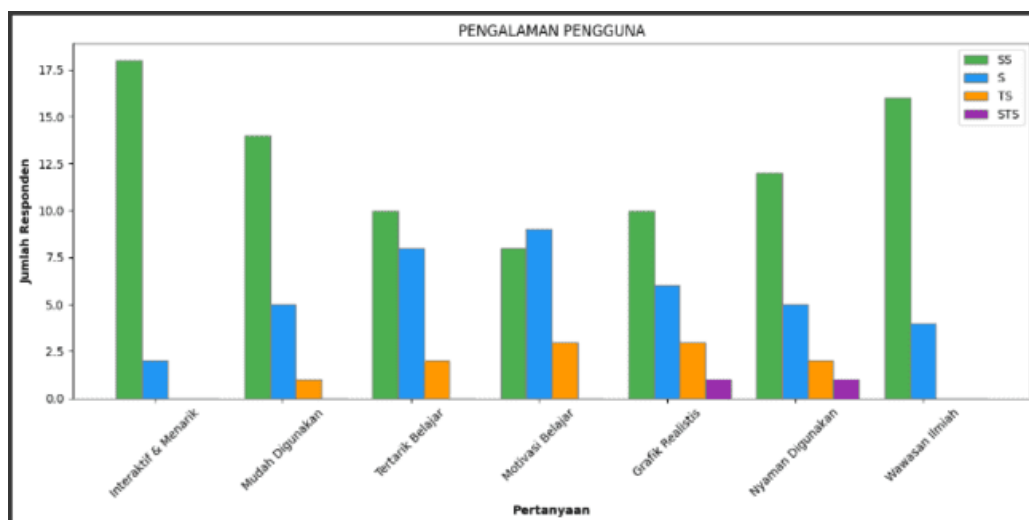
Dengan menggunakan komponen-komponen ini, evaluasi UAT dapat memberikan wawasan yang komprehensif mengenai bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi, serta area yang perlu ditingkatkan untuk meningkatkan kegunaan dan pengalaman pengguna (Bevan, 2006).

Pengujian aplikasi dilakukan secara terpisah berdasarkan kategori. Pengujian pertama dilakukan pada kategori siswa, setelah itu akan kuesioner akan diberikan pada masing-masing siswa yang mengikuti rangkaian proses uji coba aplikasi dalam hal ini terbagi atas 20 responden siswa MAN 2 Model Medan dan 5 responden mahasiswa USU. Data kuesioner kategori siswa yang dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Tabel Hasil Kuesioner Responden Kategori Siswa

No	Pertanyaan	SS	S	TS	STS	Nilai
1	Aplikasi VR ini memberikan pengalaman yang menyenangkan dan interaktif	18	5	2	0	91%
2	Aplikasi VR ini mudah digunakan dan navigasi di dalamnya tidak membingungkan.	20	5	0	0	95%
3	Saya merasa lebih tertarik untuk belajar tentang lingkungan Antartika setelah menggunakan aplikasi VR ini.	16	6	3	0	88%
4	Penggunaan metode gamifikasi (seperti misi dan penghargaan) membuat saya lebih termotivasi untuk belajar.	19	6	0	0	94%
5	Visual dan grafik dalam aplikasi ini sangat realistis dan membuat saya merasa seperti berada di Antartika. <i>(Immersive)</i>	14	5	3	3	80%
6	Saya merasa nyaman menggunakan aplikasi VR selama permainan	14	7	3	1	84%
7	Aplikasi VR ini membantu saya menambah wawasan ilmiah tentang Antartika lebih baik.	14	10	1	0	88%

Setelah persentase dari seluruh pertanyaan pada kuesioner kategori siswa diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan bahwa 88.5% dari responden pelajar SMA dan mahasiswa setuju untuk menjadikan aplikasi simulasi ini sebagai alat bantu pembelajaran yang menarik dan interaktif dalam mengenalkan dan memberikan pengetahuan mengenai lingkungan Antartika dengan teknologi *Virtual Reality*. Data dalam tabel dapat divisualisasikan dalam grafik pada gambar 4.15 berikut ini.



Gambar 4.15 Grafik data kuesioner siswa

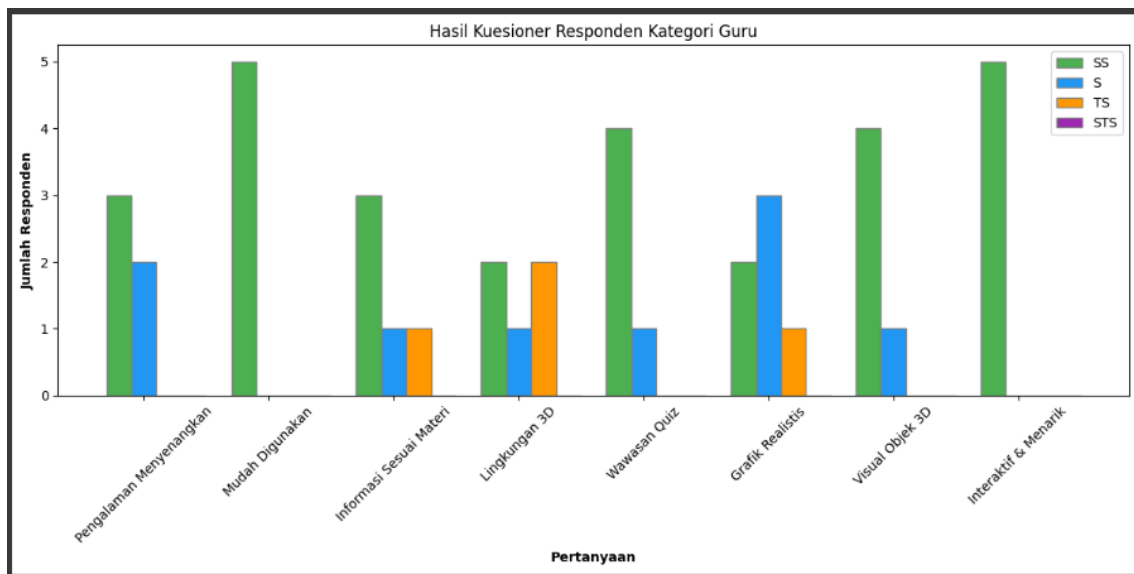
Berikutnya adalah pengujian sistem untuk responden guru yang dilakukan kepada 5 orang guru SMA dalam hal ini ialah guru MAN 2 Model Medan, yang terbagi atas 2 guru geografi, 1 guru sejarah dan 2 guru biologi. Data kuesioner yang diperoleh dari responden guru dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Tabel Hasil Kuesioner Responden Kategori Guru

No	Pertanyaan	SS	S	TS	STS	Nilai
1	Aplikasi VR ini memberikan pengalaman yang menyenangkan dan interaktif	3	2	0	0	90%
2	Aplikasi VR ini mudah digunakan dan navigasi di dalamnya tidak membingungkan.	5	0	0	0	100%
3	Informasi pada aplikasi simulasi VR ini sesuai dengan materi yang diajarkan.	3	1	1	0	85%
4	Lingkungan 3D yang disajikan dalam aplikasi simulasi VR sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya	2	1	2	0	75%
5	Pertanyaan yang diajukan dalam segmen quiz wawasan antartika sesuai dengan materi yang telah disampaikan.	4	1	0	0	95%

6	Visual dan grafik dalam aplikasi ini sangat realistis dan membuat saya merasa seperti berada di Antartika.(Immersive)	2	2	1	0	80%
7	Visual objek 3D yang ditampilkan sesuai dengan objek sesungguhnya di Antartika	4	1	0	0	95%
8	Saya setuju aplikasi VR dijadikan sebagai alat bantu pengajaran yang interaktif dan menarik	5	0	0	0	100%

Setelah data dari kuesioner guru didapatkan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa 91.8% responden guru memberikan respon positif pada aplikasi simulasi penjelajahan Antartika dengan teknologi VR dan metode gamifikasi ini baik dari segi materi dan informasi yang disajikan serta tampilan yang dibuat. Adapun grafik dari data kuesioner yang diperoleh dari responden guru ini dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik data kuesioner guru

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil evaluasi kuesioner penggunaan aplikasi, dapat diambil kesimpulan bahwa 88.5% responden siswa dan 91,8% responden guru menyetujui aplikasi ini dijadikan sebagai alat bantu media pembelajaran untuk edukasi terkait lingkungan Antartika dengan menggunakan teknologi VR.
2. Setelah dilakukan pengujian, konsep gamifikasi pada aplikasi simulasi VR ini disetujui oleh 94% siswa menambah motivasi belajar berdasarkan kuesioner.
3. Dalam pengujian sistem yang telah dilakukan, aplikasi simulasi penjelajahan Antartika dengan teknologi VR ini dapat optimal dijalankan pada perangkat VR *Oculus Rift S* dengan tingkat keberhasilan 100%

5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang dapat penulis sampaikan untuk bisa diterapkan pada penelitian berikutnya:

1. VR Tunnelling Pro dapat diterapkan pada aplikasi VR untuk mengurangi efek *motion sickness* yang berpotensi dirasakan oleh pengguna aplikasi.
2. Disarankan untuk memperluas area jelajah dalam aplikasi agar mencakup lebih banyak lokasi penting di Antartika. Hal ini akan memberikan pengguna gambaran yang lebih komprehensif tentang benua tersebut.
3. Untuk meningkatkan aksesibilitas, disarankan untuk mengembangkan versi aplikasi yang dapat dijalankan pada berbagai platform, termasuk perangkat *mobile*. Ini akan memungkinkan lebih banyak pengguna untuk

merasakan pengalaman penjelajahan Antartika tanpa harus menggunakan perangkat VR yang mahal.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahar, Y. N. (2014). Aplikasi Teknologi Virtual Reality Bagi Pelestarian Bangunan Arsitektur. *Jurnal Desain Konstruksi* Volume 13 No. 2, 34-45.
- Bevan, N. (2006). "Practical issues in usability measurement", *Interactions*, Vol. 13, No. 6, pp. 42-43.
- Birrenbach, Tanja & Wespi, Rafael & Hautz, Wolf & Berger, J. & Schwab, P. & Papagiannakis, G. & Exadaktylos, A. & Sauter, Thomas. (2023). Development and usability testing of a fully immersive VR simulation for REBOA training. *International Journal of Emergency Medicine*. 16. 10.1186/s12245-023-00545-6.
- Caravaca, G. et al. (2020). 3D digital outcrop model reconstruction of the Kimberley outcrop (Gale crater, Mars) and its integration into Virtual reality for simulated geological analysis. 10.1016/j.pss.2019.104808.
- Clarke, Elinor. (2021). Virtual reality simulation—the future of orthopaedic training? A systematic review and narrative analysis. *Advances in Simulation*. 6. 10.1186/s41077-020-00153-x.
- Davelaar, Jordy & Bronzwaer, Thomas & Kok, Daniel & Younsi, Ziri & Mościbrodzka, Monika & Falcke, Heino. (2018). Observing supermassive black holes in virtual reality. *Computational Astrophysics and Cosmology*. 5. 10.1186/s40668-018-0023-7.
- Falip, Sergi & Fonseca, David & Redondo, Ernest & Duran, Jaume. (2014). Teaching Case of Gamification and Visual Technologies for Education. *Journal of Cases on Information Technology*. 16. 38-57. 10.4018/jcit.2014100104.
- Feigh, K. M. (2016). Photogrammetric models for virtual reality: Current limitations and future directions. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, 611-616.
- Grotzinger, J. P., & Milliken, R. E. (2012). Sedimentary geology of Mars. *Science*, 336(6083), 687-691.
- Gunawan, R., Wibisono, Y. P., Primasari, C. H., & Budiyo, D. (2023). Blackbox Testing on Virtual Reality Gamelan Saron Using the Equivalence Partition Method. *Jurnal Buana Informatika*, 14(1), 11-19.
- Hosen, Md Saikat & Ahmmed, Shahed & Dekkati, Sreekanth. (2019). Mastering 3D

- Modeling in Blender: From Novice to Pro. *ABC Research Alert*. 7. 169–180. 10.18034/ra.v7i3.654.
- Jensen, Lasse & Konradsen, Flemming. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*. 23. 1-15. 10.1007/s10639-017-9676-0.
- Kirana, Fransiska (2021). Virtual Tour Mansion Tjong A Fie dengan Gamification Sebagai Media Pembelajaran Sejarah. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Kurniawan, Muhammad Akbar S. & Arap, Nun Ainun & Irawan, Anry & Fitriana, Andi & Azizah, Nur. (2023). Digitalisasi Pendidikan Berbasis Teknologi Abad 21 (AI, AR, VR, Iot, Blockchain, Drones, Gamification, Machine Learning, Robotics, 3D Printing. *Jurnal Literasi Digital*, 3(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.54065/jld.3.3.2023.374>.
- Lampropoulos, Georgios & Kinshuk,. (2024). Virtual reality and gamification in education: a systematic review. *Educational technology research and development*. 10.1007/s11423-024-10351-3.
- Li, Xiaoqing. (2020). Students' Acceptance of Mobile Learning: An Empirical Study Based on Blackboard Mobile Learn. 10.4018/978-1-7998-1757-4.ch022.
- Makransky, Guido & Bonde, Mads & Wulff, Julie & Wandall, Jakob & Hood, Michelle & Creed, Peter & Bache, Iben & Silahtaroglu, Asli & Nørremølle, Anne. (2016). Simulation based Virtual Learning Environment in Medical Genetics Counseling: An example of Bridging the Gap between Theory and Practice in Medical Education.
- Martín-Gutiérrez, J., Contero, M., & Alcañiz, M. (2010). Evaluating the Usability of an Augmented Reality Based Educational Application. *Lecture Notes in Computer Science*, 6094, 296-306. doi:10.1007/978-3-642-13388-6_34.. *BMC Medical Education*. 16. 10.1186/s12909-016-0620-6.
- Mayawati, Cicilia & Ndoen, Evalin & Anggreinie, Stephanie. (2023). Integrasi Gamifikasi ke dalam Virtual Reality untuk Mewujudkan Pembelajaran Imersif. *Jurnal LENTERA: Jurnal Studi Pendidikan*. 5. 91-100. 10.51518/lentera.v5i1.87.
- Mihelj, M., Novak, D., & Beguš, S. (n.d.). *Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering Virtual Reality Technology and Applications*.

<http://www.springer.com/series/6259>.

- Mohd Nor, Nurshamine & Sunar, Mohd Shahrizal & Kapi, Azyan. (2018). A Review of Gamification in Virtual Reality (VR) Sport. EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies. 6. 163212. 10.4108/eai.13-7-2018.163212.
- Ni, J. et al. (2017). Virtual reality Simulation of Dust Accumulation on the Surface of Solar Panel, ISBN:978-1-5386-3573-5.
- Nurindiyani, Artiarini & Damastuti, Fardani Annisa & Nisa, Fifi & Achmad, Fuad & Hafid, & Elektronika, Politeknik & Surabaya, Negeri. (2021). ALUR CERITA (STORYLINE) DALAM GAME VIRTUAL REALITY TANAMAN TOGA STORYLINE IN THE VIRTUAL REALITY GAME TOGA PLANT.
- Pinto, Rafael Darque & Peixoto, Bruno & Melo, Miguel & Cabral, Luciana & Bessa, Maximino. (2021). Foreign Language Learning Gamification Using Virtual Reality—A Systematic Review of Empirical Research. Education Sciences. 11. 222. 10.3390/educsci11050222.
- Rori, J., Sentinuwo, S., & Karaouw, S. (2016). *Perancangan Aplikasi Panduan Belajar Pengenalan Ortodonsia Menggunakan Animasi 3D*.
- Rozi, I. F., Larasati, E., & Lestari, V. A. (2022). Usability Evaluation of English Learning Application Base on Augmented Reality Using ISO 9241. Journal of Information Technology and Computer Science, 8(1), 1-10.
- Sampoerna, Jansen & Istiono, Wirawan & Suryadibrata, Alethea. (2021). Virtual Reality Game for Introducing Pencak Silat. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM). 15. 199. 10.3991/ijim.v15i01.17679.
- Saputro S. D. dan Setyawan, A. (2020). The Effectiveness Use of Virtual reality Media in Physics Education of Solar System Towards Cognitive Learning Outcomes, <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v9i3>.
- Setya, Dewi & Rosada, Ulfa. (2021). Pengembangan Permainan Simulasi Labirin dalam Layanan Bimbingan Kelompok Tentang Konsentrasi Belajar. Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK). 3. 85-89. 10.31004/jpdk.v3i1.1418.
- Shi, Yangming & Du, Jing & Ahn, Changbum & Ragan, Eric. (2019). Impact assessment of reinforced learning methods on construction workers' fall risk behavior using virtual reality. Automation in Construction. 104. 197-214.

10.1016/j.autcon.2019.04.015.

- Siregar, Aurelia & Theresia, Clara. (2023). Perancangan Simulasi Prosedur Evakuasi Darurat Gempa Bumi di Gedung X Berbasis Virtual Reality. *Journal of Integrated System*. 6. 144-163. 10.28932/jis.v6i2.7696.
- Spence, S. (2018). The science behind the Aurora Borealis. Diakses pada 16 Mei 2024, dari <https://magazine.scienceconnected.org/2018/09/the-science-behind-aurora-borealis/>
- Sulistiyowati & Rachman, Andy. (2017). PEMANFAATAN TEKNOLOGI 3D VIRTUAL REALITY PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA TINGKAT SEKOLAH DASAR. *Network Engineering Research Operation*. 3.
- Unreal engine 5.1 documentation. (n.d.). Diakses pada 15 Juni 2024, dari https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine?application_version=5.1
- Wei, L. dan Huang, H. (2018). Design and Implementation of Virtual Simulation Teaching System of Solar System. DOI: 10.1109/ISET.2018.00016.
- Zhou, Yan & Xiangbin, Cui & Dai, Zhenxue & Zhou, Xiaobing & Li, Lin & Jiang, Su & Sun, Bo. (2024). The Antarctic Subglacial Hydrological Environment and International Drilling Projects: A Review. *Water*. 16. 1111. 10.3390/w16081111.
- Zikky, M., et al. (2018). Interactive Distance Media Learning Collaborative Based on Virtual reality with Solar System Subject, doi: 10.1109/SNPD.2018.8441031

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Kuesioner Responden Kategori Siswa

SIMULASI PENJELAJAHAN LINGKUNGAN ANTARTIKA DENGAN TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY MENGGUNAKAN METODE GAMIFIKASI

Panduan Pengisian Borang :

1. Setelah menggunakan aplikasi simulasi VR dengan perangkat *headset* VR, jawablah pertanyaan pada kuesioner berikut ini berdasarkan pengalaman yang anda dapatkan.
2. Isilah jawaban untuk pertanyaan berikut yang sesuai dengan keadaan anda.
 - Sangat Setuju (SS) = 4
 - Setuju (S) = 3
 - Tidak Setuju (TS) = 2
 - Sangat Tidak Setuju (STS) = 1

Form Identitas Responden Kategori Siswa

1. Nama :
2. Asal Sekolah / Universitas :
3. Kelas / Semester :

Daftar Pertanyaan

No	Pertanyaan	Opsi Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1	Aplikasi VR ini memberikan pengalaman yang menyenangkan dan interaktif				
2	Aplikasi VR ini mudah digunakan dan navigasi di dalamnya tidak membingungkan.				

3	Saya merasa lebih tertarik untuk belajar tentang lingkungan Antartika setelah menggunakan aplikasi VR ini.				
4	Penggunaan metode gamifikasi (seperti misi dan penghargaan) membuat saya lebih termotivasi untuk belajar.				
5	Visual dan grafik dalam aplikasi ini sangat realistis dan membuat saya merasa seperti berada di Antartika.(<i>Immersive</i>)				
6	Saya merasa nyaman menggunakan aplikasi VR selama permainan				
7	Aplikasi VR ini membantu saya menambah wawasan ilmiah tentang Antartika lebih baik.				

Lampiran 2 : Kuesioner Responden Kategori Guru

Simulasi Penjelajahan Lingkungan Antartika dengan Teknologi Virtual Reality Menggunakan Metode Gamifikasi

Panduan Pengisian Borang :

3. Setelah menggunakan aplikasi simulasi VR dengan perangkat *headset* VR, jawablah pertanyaan pada kuesioner berikut ini berdasarkan pengalaman yang anda dapatkan.
4. Isilah jawaban untuk pertanyaan berikut yang sesuai dengan keadaan anda.
 - Sangat Setuju (SS) = 4
 - Setuju (S) = 3
 - Tidak Setuju (TS) = 2
 - Sangat Tidak Setuju (STS) = 1

Form Identitas Responden Kategori Guru

1. Nama :

2. Asal Sekolah / Instansi :

Daftar Pertanyaan

No	Pertanyaan	Opsi Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1	Aplikasi VR ini memberikan pengalaman yang menyenangkan dan interaktif				
2	Aplikasi VR ini mudah digunakan dan navigasi di dalamnya tidak membingungkan.				
3	Informasi pada aplikasi simulasi VR ini sesuai dengan materi yang diajarkan.				
4	Lingkungan 3D yang disajikan dalam aplikasi simulasi VR sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya				
5	Pertanyaan yang diajukan dalam segmen quiz wawasan antartika sesuai dengan materi yang telah disampaikan.				
6	Visual dan grafik dalam aplikasi ini sangat realistis dan membuat saya merasa seperti berada di Antartika.(Immersive)				
7	Visual objek 3D yang ditampilkan sesuai dengan objek sesungguhnya di Antartika				
8	Saya setuju aplikasi VR dijadikan sebagai alat bantu pengajaran yang interaktif dan menarik				