

Virtual Reality as a Media For Japanese Cave Exploration

Realitas Virtual Sebagai Media Eksplorasi Gua Jepang

Yuri Vanli Akay, Heilbert Armando Mapaly

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mail : yuriakay@unsrat.ac.id, heilbertmapaly@unsrat.ac.id

Received: 13 August 2024; revised: 1 October 2024; accepted: 20 December 2024

Kawangoan is an area located in North Sulawesi, Indonesia, presenting stunning natural beauty while storing extraordinary historical and cultural richness. The Japanese Cave is a striking historical heritage in Kawangoan and is also one of the tourist attractions in Minahasa Regency. But unfortunately not everyone dares to visit physically for security reasons. In the world of tourism and history, Virtual Reality can be used as a medium to explore historical tourist attractions without having to visit physically and can also add information from a historical tourist attraction. The purpose of this study is to develop a Virtual Reality application that can be used as a medium for Japanese Cave Exploration in Kawangoan. The method used in designing this system is MDLC. The results of this study are to produce a VR application that can be used as a medium for Japanese Cave exploration that runs on Android smartphones.

Keywords – Application; Android; Cave; Japanese Cave; Minahasa; Virtual Reality.

Kawangoan adalah sebuah kawasan yang terletak di Sulawesi Utara, Indonesia, menghadirkan keindahan alam yang memukau sekaligus menyimpan kekayaan sejarah dan kebudayaan yang luar biasa. Gua Jepang merupakan warisan sejarah yang mencolok di Kawangoan dan juga menjadi salah satu tempat wisata di kabupaten Minahasa. Tapi sayangnya tidak semua orang yang berani untuk mengunjungi secara fisik dengan alasan keamanan. Dalam dunia pariwisata dan sejarah Virtual Reality dapat dijadikan sebagai media untuk menjelajahi tempat wisata bersejarah tanpa harus mengunjungi secara fisik dan juga dapat menambah informasi dari suatu tempat wisata bersejarah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan suatu aplikasi Virtual Reality yang dapat digunakan sebagai media Eksplorasi Gua Jepang yang ada di Kawangoan. Metode yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah MDLC. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi VR yang dapat digunakan sebagai media eksplorasi Gua Jepang yang berjalan pada smartphone android.

Kata kunci – Aplikasi; Android; Minahasa; Realitas Maya; Gua; Gua Jepang.

I. PENDAHULUAN

Kawangoan adalah sebuah kawasan yang terletak di Sulawesi Utara, Indonesia, menghadirkan keindahan alam yang memukau sekaligus menyimpan kekayaan sejarah, kebudayaan yang luar biasa dan kuliner yang khas [1]. Dikelilingi oleh

perbukitan yang hijau, Kawangoan menawarkan pengalaman serba lengkap bagi para pengunjung, dari warisan sejarah, pesona alam, hingga keberagaman budaya lokal. Gua Jepang merupakan warisan sejarah yang mencolok di Kawangoan dan juga menjadi salah satu tempat wisata di kabupaten Minahasa [2]. Tapi sayangnya tidak semua orang yang berani untuk mengunjungi secara fisik dengan alasan keamanan dan juga masih kurangnya informasi yang ditemukan di sekitaran Gua.

Pertumbuhan teknologi yang pesat telah membawa banyak inovasi dalam berbagai aspek kehidupan, yang mengubah cara kita belajar, mengeksplorasi, dan mempromosikan sesuatu. Saat ini, ada berbagai aplikasi yang dibuat untuk mendukung proses pembelajaran, eksplorasi, dan mempromosikan sesuatu [3] [4] [5].

Teknologi Virtual Reality adalah suatu teknologi yang memanipulasi atau menciptakan lingkungan virtual yang dirasakan oleh pengguna sebagai lingkungan fisik yang nyata [6]. Hal ini dicapai dengan menggunakan perangkat keras khusus, seperti headset VR, dan perangkat lunak yang dapat menciptakan pengalaman visual. Dalam dunia pariwisata dan sejarah Virtual Reality dapat dijadikan sebagai media untuk menjelajahi tempat wisata dan tempat bersejarah tanpa harus mengunjungi secara fisik dan juga dapat menambah informasi dari suatu tempat wisata bersejarah [7] [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan suatu aplikasi Virtual Reality yang dapat digunakan sebagai media Eksplorasi Gua Jepang yang ada di Kawangoan. Aplikasi ini dapat digunakan oleh wisatawan lokal maupun mancanegara untuk dapat masuk dan mengeksplorasi gua jepang juga dapat merasakan secara langsung atmosfer dan keindahan Gua Jepang secara virtual tanpa harus mengunjungi secara fisik menggunakan teknologi Virtual Reality.

A. Penelitian Terkait

Penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian sebelumnya. Contohnya seperti penelitian yang dilakukan oleh Dian dan Firdaus [9] dengan judul “Aplikasi Virtual Reality Galeri Sejarah Kabupaten Pinrang Menggunakan Vr Box 3D”. Penelitian ini menghasilkan aplikasi Virtual Galeri Sejarah Kabupaten Pinrang. Setelah dilakukan pengujian, Peneliti

menyimpulkan bahwa aplikasi telah berhasil menampilkan semua tampilan yang dibuat oleh pengembang aplikasi. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama-sama menggunakan Software Unity 3D dalam pembuatan Virtual Reality.

Selanjutnya pada penelitian Rabibi [10] dengan judul “Perancangan Aplikasi Wisata Virtual Untuk Pemulihian Ekonomi Kawasan Wisata Pantai Pangandaran di Masa Pandemi” Menghasilkan Perancangan Aplikasi Wisata Virtual di kawasan wisata pantai Pangandaran dengan menggunakan teknologi Virtual Reality. Persamaan dengan penelitian ini adalah merancang aplikasi wisata menggunakan teknologi Virtual Reality.

Pada penelitian dari Ananda dkk [11] dengan judul “Media Promosi Bisnis Potensi Wisata Daerah Bandung”, Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi Virtual Reality tempat wisata di Bandung. Studi ini menemukan bahwa Virtual Reality dapat digunakan sebagai media promosi bisnis potensi wisata di daerah Bandung. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama-sama mengimplementasikan Virtual Reality.

Kemudian pada penelitian Ghozali [12] dengan judul “Boyolali Heritage Virtual Tour Menjelajah Peninggalan Hindu-Buddha Di Boyolali”. Penelitian ini menghasilkan aplikasi Virtual Tour untuk memberikan pengalaman baru pada siswa terkait materi peninggalan sejarah Hindu-Buddha tanpa harus datang langsung ke lokasi sejarah. Persamaan dengan penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi Virtual Reality untuk lokasi yang menjadi peninggalan sejarah.

B. Aplikasi

Aplikasi, atau sering disebut dengan aplikasi perangkat lunak, adalah program komputer atau perangkat lunak yang dirancang untuk melakukan tugas tertentu pada sebuah sistem operasi atau platform tertentu. Aplikasi biasanya dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang beragam, seperti pengolahan data, permainan, hiburan, bisnis, dan masih banyak lagi. Aplikasi dapat diunduh dan diinstal pada perangkat komputer, *smartphone*, *tablet*, dan perangkat lainnya. Aplikasi juga dapat dikembangkan oleh perusahaan atau pengembang independen dan dapat dijual atau didistribusikan secara gratis. Ada juga platform pembangunan aplikasi yang dapat memudahkan pembuatan aplikasi, seperti Flutter, React Native, atau Xamarin [13] [14].

C. Blender

Blender adalah perangkat lunak atau *software* untuk pembuatan animasi, grafis 3D, dan desain visual. Blender dapat digunakan untuk membuat gambar dan animasi 3D, model karakter, game, film, video, dan lain sebagainya. Selain itu, Blender juga dapat digunakan untuk mengedit audio dan video, sehingga dapat menjadi *software all-in-one* untuk keperluan produksi multimedia. Selain itu juga Blender adalah perangkat kreasi 3D yang bersifat gratis dan open source [15].

D. Media Eksplorasi

Media eksplorasi merujuk pada alat, platform, atau teknologi yang digunakan untuk menjelajahi, mempelajari, dan memahami informasi atau lingkungan baru. Media ini memungkinkan pengguna untuk melakukan eksplorasi dengan cara yang interaktif, dinamis, dan sering kali visual, sehingga mereka dapat memperoleh wawasan yang lebih dalam tentang suatu subjek atau area tertentu.

E. Multimedia Development Life Cycle (MDLC)

Multimedia Development Life Cycle (MDLC) adalah metode pengembangan multimedia yang meliputi seluruh proses mulai dari perencanaan hingga implementasi dan evaluasi. MDLC memiliki tujuan untuk memastikan pengembangan multimedia yang berkualitas dan memenuhi kebutuhan pengguna. Menurut Luther dalam buku “Multimedia Digital Dasar Teori” [16] metodologi pengembangan multimedia terdiri dari 6 tahapan, yaitu *concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution*.

F. Unity 3D

Unity 3D adalah perangkat lunak atau *software* yang digunakan untuk membuat game, simulasi, visualisasi arsitektur, dan aplikasi interaktif dalam bentuk 2D atau 3D. Unity 3D dikembangkan oleh *Unity Technologies* dan dirilis pada tahun 2005 [17]. Unity 3D memiliki fitur dan kemampuan yang memungkinkan pengembang dan desainer untuk membuat game dan aplikasi interaktif yang beragam, dari game 2D sederhana hingga game 3D kompleks dengan grafis dan efek khusus yang realistik. Unity 3D juga dapat digunakan untuk membuat game dan aplikasi yang dapat dijalankan di berbagai platform, seperti PC, konsol game, mobile, VR, dan AR.

G. Virtual Reality (VR)

Virtual Reality (VR) adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk merasakan pengalaman yang disimulasikan oleh komputer dalam lingkungan yang sepenuhnya buatan. Dalam lingkungan *virtual*, pengguna dapat merasakan sensasi seperti berada di tempat tersebut dan berinteraksi dengan objek atau orang di dalam lingkungan *virtual* tersebut. Menurut Sharmistha Mandal *Virtual Reality* adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan yang disimulasikan oleh komputer, baik itu simulasi dari dunia nyata atau dunia imajiner [18].

H. Virtual Reality SDK Google

Virtual Reality (VR) SDK Google adalah kumpulan perangkat lunak atau *software development kit* (SDK) yang dikembangkan oleh Google untuk memungkinkan pengembang membuat aplikasi dan pengalaman VR yang dapat dijalankan di berbagai platform, seperti *Google Cardboard*, *Google Daydream*, dan perangkat VR lainnya. *Virtual Reality Google Cardboard* dapat mendukung kita di bidang seperti pendidikan, pariwisata virtual, hiburan, game, desain, dll [19].

II. METODE

A. Studi Pustaka

Tahapan ini dilaksanakan dengan mencari, mengumpulkan dan mempelajari referensi yang ada terkait prosedur dan Teknik yang akan dilakukan untuk menghasilkan suatu aplikasi *mobile* serta mengidentifikasi kebutuhan peralatan dan perlengkapan yang digunakan dalam penelitian.

B. Perancangan Sistem

Metode yang digunakan dalam perencanaan sistem adalah MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*). Dalam pelaksanaannya terdapat 6 tahapan yaitu *concept, design, material collection, assembly, testing* dan *distribution*.

1) Concept (konsep)

Fase ini merupakan fase awal dari siklus metode MDLC, fase ini adalah fase yang sangat krusial, karena ini merupakan pondasi dari keseluruhan projek multimedia. Pada fase ini dimulai dari mengidentifikasi kebutuhan sampai dengan tujuan dari projek.

2) Design (Perancangan)

Desain mendefinisikan spesifikasi aplikasi yang akan dibangun, dimulai dengan perencanaan tampilan aplikasi yang dibutuhkan.

3) Material Collecting (Pengumpulan bahan)

Langkah ini terdiri dari pengumpulan data yang akan digunakan dalam aplikasi yang akan dibuat. Pada titik ini, penulis mengumpulkan gambar dan data langsung dari tempat penelitian.

4) Assembly (Pembuatan)

Langkah pembuatan/produksi adalah langkah yang menggabungkan hasil dari langkah-langkah sebelumnya. dari penggunaan ide-ide diterjemahkan ke dalam desain aplikasi dan kemudian data yang dikumpulkan digunakan sebagai referensi untuk membangun aplikasi berdasarkan tujuan dari desain aplikasi.

5) Testing (Pengujian)

Testing merupakan tahapan pengujian aplikasi yang dibuat dari tahapan sebelumnya, seperti fitur, *visual*, dan *prototype*.

6) Distribution (Distribusi)

Langkah terakhir dilakukan setelah semua langkah sebelumnya telah dikonfirmasi. Aplikasi dibagikan ke pengguna.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Concept (Konsep)

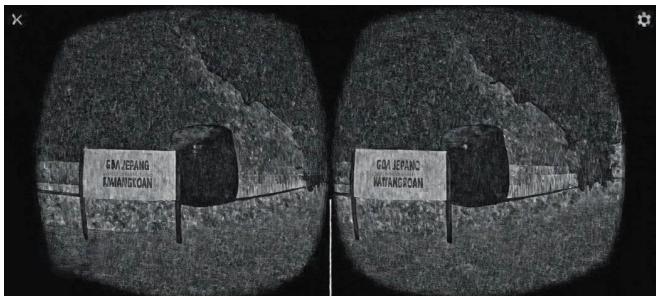
Aplikasi dibuat untuk dijadikan media eksplorasi Gua Jepang yang ada di Kawangkoan. Aplikasi ini dapat digunakan oleh wisatawan lokal maupun mancanegara yang ingin mengeksplorasi Gua Jepang tanpa harus mengunjungi secara langsung. Teknologi yang digunakan adalah *Virtual Reality*. Aplikasi dapat menyajikan konten visual yang lebih realistik dengan menggunakan kacamata VR Box. Aplikasi dapat digunakan pada smartphone dengan sistem operasi android. Kebutuhan peralatan dan perlengkapan yang digunakan (tabel 1 dan 2).

TABEL 1
SPESIFIKASI HARDWARE YANG DIGUNAKAN

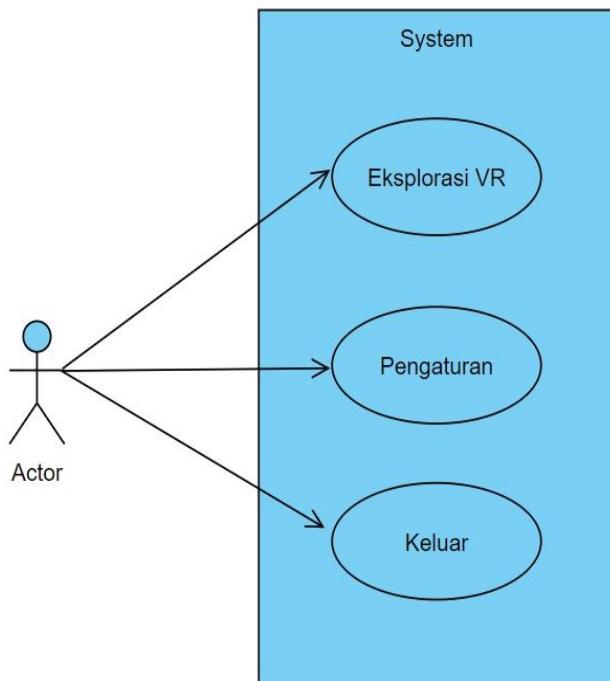
No	Perangkat	Spesifikasi
1	Processor Laptop	Intel Core i7-9750 H CPU @ 2.60GHz
2	RAM Laptop	16 GB
3	HDD Laptop	250 GB
4	Processor Handphone	Octa-core (2.4 GHz)
5	RAM Handphone	8GB RAM
7	VR Box	4,7 – 7 inc

TABEL 2
SPESIFIKASI SOFTWARE YANG DIGUNAKAN

Software	Versi	Fungsi
Sistem Operasi Microsoft.	Windows 11	Sistem Operasi komputer yang digunakan dalam merancang aplikasi
Android	Android 13 Tiramisu	Sistem operasi seluler yang dikembangkan Google untuk menjalankan aplikasi yang telah berhasil di build
UNITY HUB	3.5.2	Program yang digunakan untuk mengatur akun dan lisensi Unity serta untuk melakukan instalasi Unity Editor pada versi yang berbeda – beda.
Blender	3.3.1	Program yang digunakan untuk membuat model 3D.



Gambar 1 Perancangan tampilan awal aplikasi



Gambar 2 Use Case Aplikasi



Gambar 3 Penampakan Bagian Luar Gua



Gambar 4 Penampakan Bagian Dalam Gua

B. Design (Perancangan)

Pada tahap ini dimulai dengan membuat tampilan pertama aplikasi saat dibuka, yang dilakukan menggunakan mockflow (gambar 1) dan use case (gambar 2).

C. Material Collecting (Pengumpulan bahan)

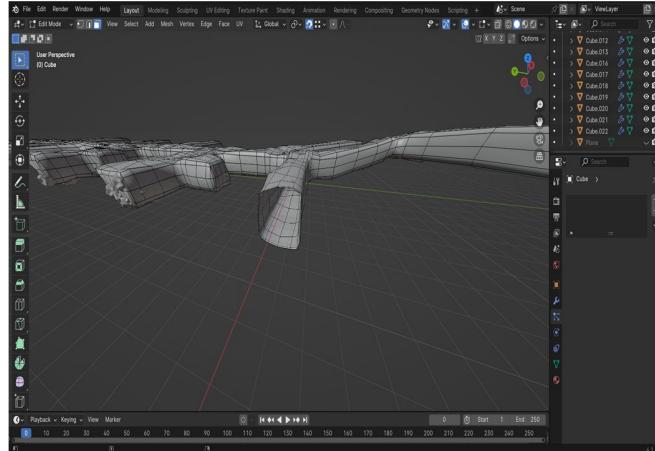
Pada tahap ini didapatkan informasi Gua Jepang Kawangkoan berupa foto penampakan dari luar (Gambar 3) dan dari dalam Gua (Gambar 4) yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan aplikasi.

D. Assembly (Pembuatan)

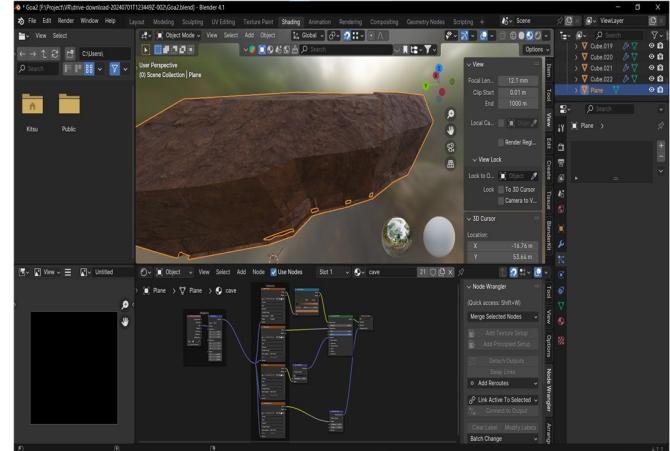
Pada tahap ini, pembuatan aplikasi mulai dilakukan, yaitu dimulai dari *modelling*, *UV editing*, *shading* dalam aplikasi blender sampai dengan importing model dalam aplikasi *Unity* untuk dilakukan penyesuaian kembali dan *mapping texture*, pembuatan mesh collider, penambahan dekorasi, dan pembuatan player.

1) Modelling

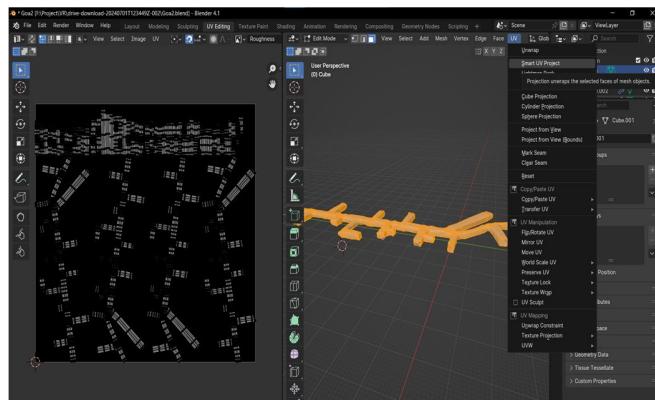
Pemodelan Goa Kawangkoan (Gambar 5), dibuat dengan model dasar kotak (cube) yang kemudian di extend sesuai dengan dena goa jepang yang ada di kawangkoan. Kemudian di sculpt agar memiliki detail dan nuansa seperti goa yang aslinya. Model yang dibuat memiliki 3 lorong utama, dan memiliki cabang – cabang lorong yang berakhir buntu dikarenakan longsor, ditimpa oleh bebatuan dan sengaja dibuat buntu yang tujuannya untuk menipu/membingungkan musuh yang masuk kedalam goa tersebut.



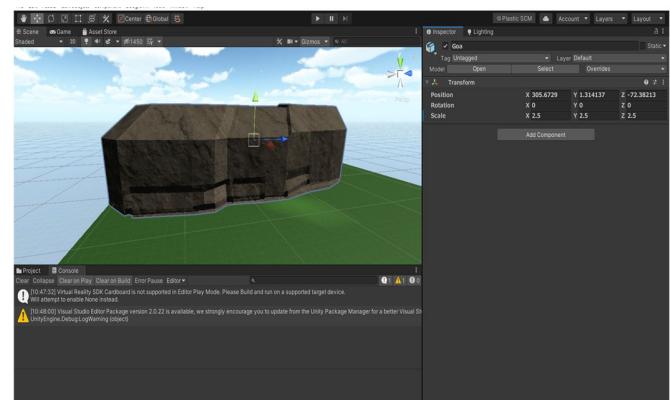
Gambar 5 Proses Pemodelan Goa Kawangkoan



Gambar 7 Proses Shading



Gambar 6 Proses UV Editing



Gambar 8 Proses Importing Model

2) UV Editing

Pemetaan UV goa kawangkoan menggunakan smart uv project untuk keperluan texturing (Gambar 6). Pemetaan UV ini dibuat berdasarkan face yang ada pada model goa kawangkoan yang telah dibuat pada proses modelling. Tujuan dari pemetaan UV menggunakan smart uv project agar texturing dapat diterapkan dengan baik dan dapat berguna untuk keperluan penambahan detail agar shading dapat diatur dan diedit dengan rapi.

3) Shading

Pemetaan shading untuk model goa kawangkoan dan luarannya memakai texture rock face 03 (berasal dari polyhaven, open source texture) (Gambar 7). Shading tersebut sudah termasuk dengan base color (warna dasar), roughness (licin/kasar permukaan), mapping (pemetaan ukuran texture) dan normal map (detail). Terdapat juga color range untuk mengatur warna dan pengaturan untuk mengatur strength atau kekasaran serta detail suatu material.

4) Importing Model

Melakukan import model yang sebelumnya telah dibuat di blender ke unity untuk dibuat menjadi VR (Gambar 8). Proses import disertai dengan pengekstrakan material dan texture yang telah di pack ke dalam model goa kawangkoan. Hasil import model blender ini adalah prefab yang merupakan kumpulan/collection objek, dan dapat diedit penyesuaian posisi serta ukurannya. Edit ukuran dilakukan agar model goa kawangkoan tersebut memiliki ukuran yang mirip dengan yang aslinya dengan memiliki penyesuaian skala.

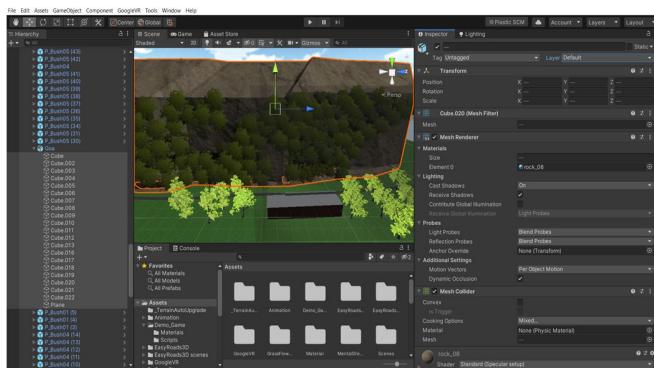
5) Mapping Texture

Setelah proses pengekstrakan material dan texture telah selesai, maka selanjutnya adalah melakukan penyesuaian kembali seperti pada normal map, dan mapping texture yang akan digunakan pada material (Gambar 9). Material yang telah di set, akan diterapkan di tiap objek yang terhubung dengan material tersebut, sehingga diperlukannya duplikat material

untuk batu/tanah agar memiliki keunikan dan keberagaman warna dan texture mirip dengan aslinya.



Gambar 9 Proses Mapping Texture



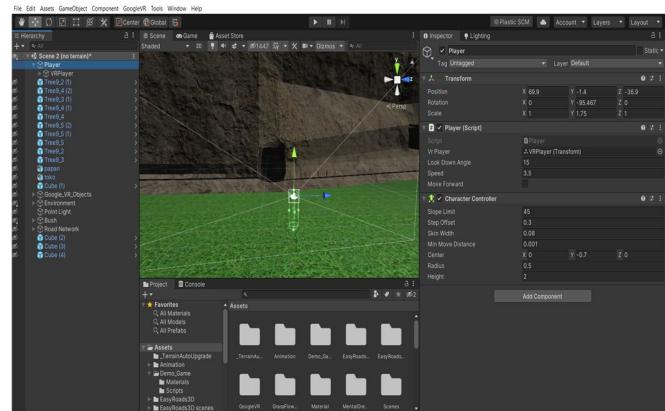
Gambar 10 Proses Mesh Collider

6) Mesh Collider

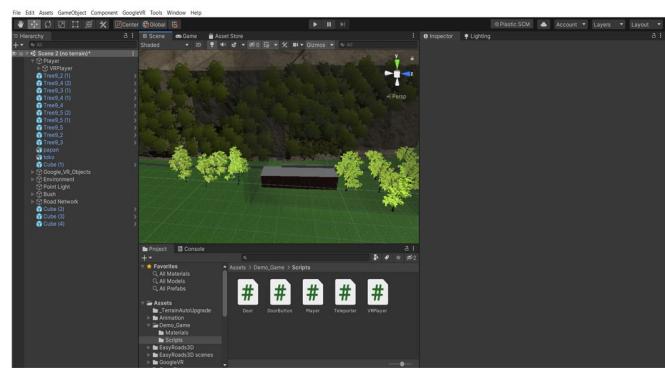
Pembuatan mesh collider yang berguna untuk memberikan batasan mana yang bisa dilewati oleh player dan batasan lainnya (Gambar 10). Mesh collider diterapkan ke semua face objek goa dan luaran. Jika mesh collider tidak diterapkan dengan baik, maka akan terjadinya hal – hal yang aneh terjadi seperti dinding objek – objek dapat dilewati, terjatuh ke luar map (out of bound) ataupun terdapat dinding atau halangan transparan yang membuat player tidak dapat bereksplorasi dengan nyaman.

7) Player

Pembuatan player terdiri dari elemen objek disertai oleh script dan controller yang di dalam objeknya terdapat kamera untuk player (Gambar 11). Objek ini akan digunakan sebagai player untuk mengeksplorasi goa kawangkoan yang telah dibuat. Objek player ini selanjutnya diberikan ukuran yang mirip dengan manusia asli pada umumnya, sehingga objek – objek lainnya tidak kelihatan terlalu kecil ataupun terlalu besar.



Gambar 11 Proses Pembuatan Player



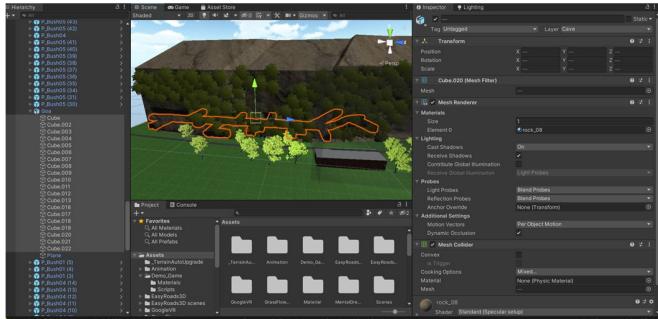
Gambar 12 Proses Decoration

8) Decoration

Dekorasi diberikan agar suasana terlihat lebih hidup dan lebih mendekati goa kawangkoan yang aslinya (Gambar 13). Dekorasi terdiri dari pepohonan yang ada di pinggir jalan, rerumputan yang ada pada dinding pegunungan, bangunan yang ada di sekitar goa serta jalan yang ada di dekat luar goa. Beberapa dekorasi juga diberikan mesh collider berupa pohon – pohon agar player tidak dapat menembus dekorasi tersebut.

9) Lighting Setting

Pengaturan pencahayaan dilakukan agar cahaya yang diberikan di luar goa tidak akan berpengaruh besar di dalam goa, sehingga memberikan suasana yang gelap (Gambar 13).. Agar player dapat mengeksplorasi goa tanpa ada halangan maka dibuatkan pencahayaan dalam bentuk senter yang disesuaikan dengan pov (point of view) player. Pengaturan cahaya ini dilakukan pada settingan scene, serta pada objek – objek yang tidak ingin diberikan cahaya. Objek – objek ini diberikan sebuah tag yang tugasnya mengeluarkan objek tersebut dari pengaturan pencahayaan yang ada pada scene sebelumnya.



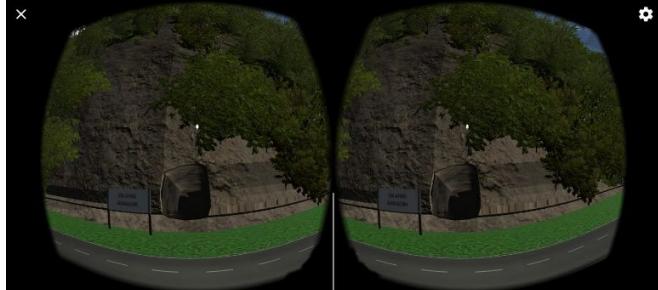
Gambar 13 Proses Setting Lighting

Setelah proses setting lighting dan *VR Player* selesai dibuat, kemudian dilanjutkan dengan proses build ke android dengan ekstensi .apk yang nantinya bisa diinstal di smartphone android.

E. Testing

Pada tahap ini perlu dilakukan pengujian supaya aplikasi yang sudah dikembangkan dapat berjalan baik dan dapat meminimalkan kesalahan yang ada dalam proses produksi [20]. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode black box dengan alat uji berupa smartphone Samsung M53 dengan versi Android 13 Tiramisu. Metode Pengujian Blackbox tidak secara langsung memeriksa sintaks dan struktur logis internal perangkat lunak seperti pada Pengujian Whitebox, tetapi untuk mengetahui fungsi-fungsi yang diharapkan seperti output dihasilkan secara benar dari input seperti yang terlihat pada tabel.

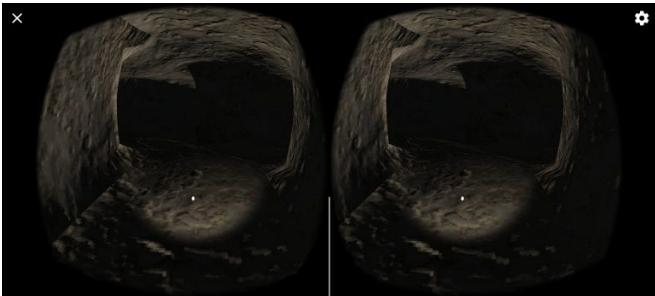
No	Fungsi	Proses Pengujian	Output	Hasil Uji Coba
1	Menjalankan Aplikasi (Gambar 14 Tampilan awal aplikasi)	Membuka Aplikasi	Tampilan VR pada <i>Smartphone</i>	Berhasil
2	Keluar dari Aplikasi	Pengguna Menekan Tombol X di bagian kiri atas	Keluar dari Aplikasi	Berhasil
3	Pengaturan VR <i>Cardboard</i>	Pengguna Menekan Tombol Gear di Kanan Atas Aplikasi	Tampilan Pengaturan VR <i>Cardboard</i>	Berhasil
4	Bergerak Menggunakan VR <i>Player</i> (Gambar 15)	Pengguna menggunakan kacamata VR dan menundukan kepala dengan angel 15°.	Player VR Bergerak Maju	Berhasil
5	Cahaya dalam bentuk senter di dalam Gua (Gambar 16-18)	Pengguna menggunakan kacamata VR dan bergerak memasuki Gua	Tampilan cahaya yang sesuai dengan Point of View	Berhasil



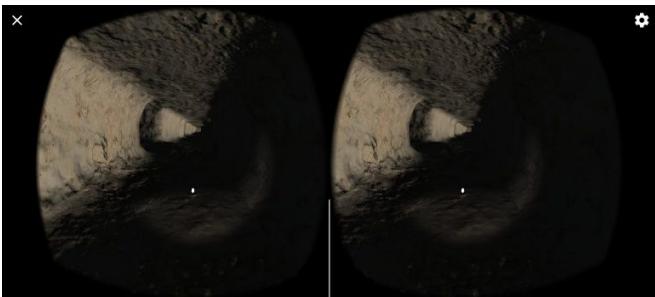
Gambar 14 Tampilan awal aplikasi



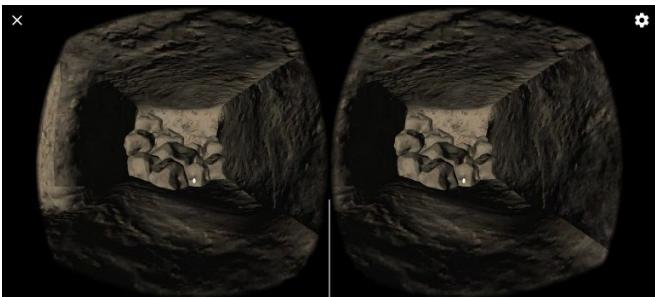
Gambar 15 Tampilan Player bergerak ke depan Gua



Gambar 16 Tampilan Player mulai bergerak memasuki Gua



Gambar 17 Tampilan lorong – lorong di dalam Gua



Gambar 18 Tampilan lorong Gua yang buntuh

F. Distribution

Setelah semuanya selesai, dimana aplikasi sudah berhasil dibuat dan juga sudah sampai pengujian, maka aplikasi akan disebarluaskan. Dalam penelitian ini aplikasi akan diserahkan ke pemerintah kabupaten minahasa agar bisa dimanfaatkan untuk mengenalkan Gua Jepang Kawangkoan ke wisatawan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Aplikasi dapat diimplementasikan pada *smartphone* yang menggunakan sistem operasi android dan berfungsi dengan baik.

Penggunaan aplikasi ini dapat memberikan pengalaman menarik dalam menelusuri Gua Jepang Kawangkoan tanpa harus masuk secara fisik ke dalam Gua dan dapat dijadikan sebagai media eksplorasi Gua Jepang bagi wisatawan lokal maupun mancanegara.

B. Saran

Aplikasi hanya dapat menampilkan keadaan Gua pada waktu dilakukan penelitian, diharapkan kedepannya denah di dalam Gua dikembangkan dengan keadaan yang digunakan pada masa perang.

Aplikasi hanya dapat menunjukkan keadaan didalam Gua dan di luar Gua tanpa memberikan informasi, diharapkan kedepannya aplikasi dikembangkan dengan menambahkan informasi seputar Gua Kawangkoan.

V. KUTIPAN

- [1] Ryo_Noor, "Spot Destinasi Wisata Kawangkoan," *Tribun Minahasa*, Minahasa, 2021.
 - [2] J. Sosial, E. Pertanian, F. Pertanian, and U. Sam, "Edit+Alvini+Bujung," vol. 1, no. April, pp. 1–12, 2019.
 - [3] S. Joshua and T. Moge, "A Design of Mobile Learning Application for English Learning in Indonesia," pp. 191–199, 2024, doi: 10.5220/0012198300003738.
 - [4] A. R. Rumengen, Y. D. Y. Rindengan, H. Valentino, and F. Kainde, "Learning Media Application of Biology Subjects Based on Augmented Reality for High," pp. 1–8.
 - [5] Y. Akay, K. Palilingan, and S. Paulus Lengkong, "Virtual Reality as Promotional Media for Minahasa Traditional Houses Aplikasi Virtual Reality Sebagai Media Promosi Rumah Adat Minahasa," *J. Tek. Inform.*, vol. 19, no. 01, pp. 67–74, 2024.
 - [6] N. M. Pratiwi, M. I. Syarif, and Syahrir, "Rancang Bangun Virtual Reality untuk Media Pemasaran Perumahan (Studi Kasus : Perumahan PT . Butta Gowa Propertindo)," *Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, pp. 123–127, 2020.
 - [7] E. Setyawati, H. Triediantoro, and U. T. Yogyakarta, "Penerapan Teknologi Virtual Reality dalam Konservasi dan Preservasi Bangunan," *GAES - PACE B. Publ.*, pp. 26–49, 2022, [Online]. Available: <https://digitalpress.gaes-edu.com/index.php/gaespace/index>.
 - [8] M. S. Lauryn, F. Lesmana, and R. N. Hay's, "Aplikasi Virtual Reality Tour Sebagai Media Pengenalan Tempat Wisata Lubang Buaya Jakarta Timur," *ProTekInfo(Pengembangan Ris. dan Obs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 1, pp. 8–12, 2022, doi: 10.30656/protekinfo.v9i1.5062.
 - [9] D. Megah Sari and F. Majid, "Aplikasi Virtual Reality Galeri Sejarah Kabupaten Pinrang Menggunakan Vr Box 3D," *J. Sintaks Log.*, vol. 1, no. 3, pp. 132–138, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/sylogDOI:https://>

[doi.org/10.31850/jsilog.v1i3#132.](https://doi.org/10.31850/jsilog.v1i3#132)

- [10] Rabibi Awaludin, "Perancangan Aplikasi Wisata Virtual Untuk Pemulihian Ekonomi Kawasan Wisata Pantai Pangandaran di Masa Pandemi," *J. Sist. Cerdas*, vol. 4, no. 2, pp. 95–103, 2021, doi: 10.37396/jsc.v4i2.133.
- [11] A. R. Triani, A. R. Adriyanto, and D. Faedhurrahman, "Media Promosi Bisnis Potensi Wisata Daerah Bandung," *J. Bhs. Rupa*, vol. 1, no. 2, pp. 136–146, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.stiki-indonesia.ac.id/index.php/jurnalbahasarupa>.
- [12] P. Badan, P. Penelitian, D. B. P. D. Kabupaten, and H. D. I. Boyolali, "BOYOLALI HERITAGE VIRTUAL TOUR MENJELAJAH PENINGGALAN HINDU-BUDDHA DI BOYOLALI," vol. 2, no. 1, pp. 135–144, 2023.
- [13] T. A. Mazumder and D. M. R. Islam, "Mobile Application and Its Global Impact," *Int. J. Eng. Technol. IJET-IJENS*, no. 06, pp. 72–78, 2018.
- [14] Priyatna, Haris, and M. L. Fatahillah, *Kamus Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Nuansa Cendekia, 2023.
- [15] T. Zebua, B. Nadeak, and S. B. Sinaga, "Pengenalan Dasar Aplikasi Blender 3D dalam Pembuatan Animasi 3D," *J. ABDIMAS Budi Darma*, vol. 1, no. 1, pp. 18–21, 2020.
- [16] I. Binanto, *Multimedia Digital Dasar Teori*. Penerbit Andi, 2010.
- [17] J. K. Haas, "A History of the Unity Game Engine," *Worcester Polytech. Inst.*, p. 44, 2014, [Online]. Available: https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-030614-143124/unrestricted/Haas_IQP_Final.pdf.
- [18] S. Mandal, "Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 304–309, 2013, [Online]. Available: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Brief+Introduction+of+Virtual+Reality++&its+Challenges#0>.
- [19] R. Perla and R. Hebbalaguppe, "Google Cardboard Dates Augmented Reality : Issues, Challenges and Future Opportunities," pp. 1–19, 2017, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1706.03851>.
- [20] A. Winatra, S. Sunardi, R. Khair, I. Idris, and A. Santosa, "Aplikasi Augmented Reality (Ar) Sebagai Media Edukasi Pengenalan Bentuk Dan Bagian Pesawat Berbasis Android," *J. Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, p. 212, 2019, doi: 10.36294/jurti.v3i2.1217.



Author, Yuri Vanli Akay Bachelor of Education in Network Computer Engineering, Universitas Negeri Manado Indonesia, Master of Engineering in Enterprise Information System Atmajaya University Yogyakarta, Indonesia. Research in last view Years, Web Performance Analytics: WebQEM In Academic Portal, Pelatihan Penggunaan Sistem Informasi Keuangan Berbasis Web di GMIM Imanuel Walian Kota Tomohon, Paradigm Of Online Learning In Higher Education: Paradigma Pembelajaran Online Di Pendidikan Tinggi, Design and Development of Scuba Diving Learning Application Mobile-Based, Realitas Tertambah Penggunaan Alat Selam Berbasis Android, Comparison of Multi Layer Perceptron, Random Forest & Logistic Regression on Students Performance Test, Deteksi penggunaan masker menggunakan Kecerdasan Buatan, Decision Support System For Natural Disaster Aid Recipients Using VIKOR Method, Aplikasi Pembelajaran Hand Signals Scuba Diving Berbasis Augmented Reality: Augmented Reality-Based Scuba Diving Hand Signals Learning Application, Virtual Reality as Promotional Media for Minahasa Traditional Houses, Aplikasi Game Sejarah Perang Dunia II di Sausapor Papua Barat: World War II History Game Application In Sausapor West Papua, Interactive Animated Educational Application For The Introduction Of Mental Health