

Pengembangan Media Pembelajaran Topologi Jaringan Komputer Berbasis Augmented Reality di SMK

Angela Wowor¹, Trudi Komansilan², Wensi Ronald Lesli Paat³

^{1,2,3} Jurusan Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

Correspondent Author :

angelawowor.aw@gmail.com

Abstract — The Computer Network Topology Introduction application was created using augmented reality (AR) technology. This application is designed with marker detection technology to produce 3D objects. The aim of this research is to design a media application for introducing computer network topology based on augmented reality which can help students understand material about computer network topology. This learning application was created based on Android using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method which has 6 stages, namely Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, and Distribution. This testing stage uses the black box testing approach method. Application testing is tested by media expert validators and material expert validators and uses compatibility tests on several Android devices to prove the suitability of the application so that it can be distributed.

Keyword — Augmented Reality (AR), MDLC, Application, Computer Network Topology.

Abstrak — Aplikasi Pengenalan Topologi Jaringan Komputer dibuat menggunakan teknologi augmented reality (AR). Aplikasi ini dirancang dengan teknologi pendeteksi marker untuk menghasilkan objek 3D. Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk merancang sebuah aplikasi media pengenalan topologi jaringan komputer berbasis augmented reality yang dapat membantu siswa untuk memahami materi tentang topologi jaringan komputer. Aplikasi pembelajaran ini dibuat berbasis android dengan menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdapat 6 tahapan, yaitu Concept, Desain, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution. Tahap pengujian menggunakan metode pendekatan black box testing. Pengujian aplikasi di uji oleh validator ahli media dan validator ahli materi serta menggunakan uji kelayakan pada beberapa perangkat android untuk membuktikan kelayakan pada aplikasi agar dapat di distribusikan.

Kata kunci — Augmented Reality (AR). MDLC, Aplikasi, Topologi Jaringan Komputer.

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan langkah awal dalam menentukan masa depan bagi setiap anak. Dengan dukungan dan bantuan lingkungan sekitarnya, anak-anak dapat tumbuh dan mengenal lingkungan mereka. Maka dari itu, pendidikan yang sesuai dengan minat dan bakat mereka akan menjadi potensi yang besar dalam kehidupan, di mana mereka akan lebih fokus, termotivasi, dan dapat menghasilkan sebuah karya dari eksplorasi mereka sendiri dari usia yang masih dini.

Pembelajaran yang efektif dan fasilitas yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan peserta didik dalam masa pendidikan dibutuhkan. Dalam usaha

memberikan pendidikan yang bermanfaat bagi siswa tentu ada teknik belajar yang digunakan agar materi yang disampaikan tersalurkan kepada mereka dengan baik. Salah satu faktor penting adalah fasilitas sebagai media atau wadah menyalurkan ilmu kepada peserta didik, guru dan siswa membutuhkan media pembelajaran yang dapat berguna dan membantu selama proses pembelajaran. Setiap sekolah umumnya memiliki atribut disetiap mata pelajaran untuk menunjang pembelajaran contohnya alat peraga atau media pembelajaran lainnya. Dengan adanya media pembelajaran tertentu yang dibutuhkan sesuai kebutuhan siswa, tentunya dapat membantu peserta didik untuk lebih mudah memahami konsep yang terdapat dalam buku dengan melihat langsung replika atau contoh yang ada, yang dapat membangkitkan minat dan rasa ingin tahu mereka. Media pembelajaran sangat membantu guru dalam memberikan penjelasan yang lebih jelas melalui buku dan bantuan dari media pembelajaran lainnya.

Dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat, saat ini sudah banyak media pembelajaran yang dapat digunakan untuk membantu meningkatkan pembelajaran di dalam kelas sesuai dengan kebutuhan. Media pembelajaran yang tersedia saat ini begitu bervariasi selain hanya menggunakan buku cetak juga dapat berupa alat peraga, model maupun media digital seperti video, animasi, presentasi multimedia atau aplikasi interaktif. Tetapi saat survey ke sekolah SMK Negeri 3 Tondano dan mewawancarai ketua jurusan TKJ bapak Ronald Ch. E. Laoh, S.Pd, beliau mengatakan bahwa di SMK N 3 Tondano belum memiliki aplikasi khusus yang memanfaatkan teknologi Augmented Reality sebagai media pembelajaran yang dapat menunjang kegiatan belajar-mengajar di dalam kelas yang dimana aplikasi ini berfungsi untuk menampilkan bentuk 3D dari topologi jaringan komputer.

Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat di seluruh dunia, tidak hanya terbatas pada elektronik, tetapi juga berpengaruh di bidang pendidikan. Contohnya, video dan animasi yang sebelumnya hanya digunakan untuk keperluan dalam pembuatan film tetapi kini digunakan untuk kebutuhan dalam pembelajaran dalam memvisualisasikan media pembelajaran di dalam kelas. Begitu pula dengan ponsel, yang dahulu hanya berfungsi sebagai alat komunikasi jarak jauh atau untuk keperluan pekerjaan, kini digunakan sebagai alat pembelajaran di dunia pendidikan. Penggunaan ponsel dalam pembelajaran dapat diimplementasikan dalam bentuk permainan dan multimedia interaktif. Dengan adanya teknologi ini, proses belajar dan mengajar di dalam kelas

yang sebelumnya monoton dapat menjadi lebih interaktif dan menarik. Ponsel dan perangkat teknologi lainnya memungkinkan guru dan siswa untuk menghadirkan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif agar siswa tidak mudah bosan. Dengan memanfaatkan teknologi modern, siswa dapat belajar melalui permainan yang mengasyikkan dan multimedia interaktif yang melibatkan mereka secara aktif dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, teknologi masa kini telah memberikan dampak positif dalam memperkaya pengalaman belajar dan mengajar di kelas. Melalui penggunaan teknologi ini, pembelajaran menjadi lebih menarik, interaktif, dan relevan dengan dunia yang terus berkembang.

Dengan adanya berbagai platform pembelajaran digital yang telah memberikan kesempatan luas bagi peserta didik untuk mengakses sumber belajar dengan cara yang lebih fleksibel. Dibandingkan dengan metode bimbingan belajar konvensional, platform pembelajaran digital memiliki potensi untuk mencapai lebih banyak pengguna dari berbagai latar belakang ekonomi dengan kualitas pembelajaran lebih yang tinggi. Keberadaan platform pembelajaran digital juga berpengaruh dalam meningkatkan kualitas pembelajaran bagi peserta didik dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang inklusif dengan keuntungan seperti biaya yang lebih terjangkau, aksesibilitas yang mudah, dan fleksibilitas yang tinggi. Oleh karena itu, platform pembelajaran digital telah menjadi sarana yang penting bagi peserta didik dan bahkan bagi para guru dalam proses belajar mengajar dan dapat membantu meningkatkan kualitas pembelajaran dengan menyediakan konten yang interaktif, menyenangkan, dan disesuaikan dengan gaya belajar individu. Fleksibilitas yang ditawarkan oleh platform pembelajaran digital juga memungkinkan peserta didik untuk belajar sesuai dengan waktu dan tempat yang diinginkan, meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses pembelajaran. Secara keseluruhan, platform pembelajaran digital telah membuka pintu bagi kesempatan belajar yang lebih luas dan meningkatkan kualitas pembelajaran secara keseluruhan. Baik peserta didik maupun guru dapat mengambil manfaat dari kemajuan teknologi ini dalam memperoleh pengetahuan dan meningkatkan kompetensi secara efektif.

Menurut Rob May (2023) Pengalaman digital yang imersif akan berubah dengan kemajuan AR yang menawarkan lingkungan yang lebih realistis dan interaktif, serta integrasi yang lancar dengan unsur dunia nyata sehingga meningkatkan pendidikan, hiburan, dan pekerjaan jarak jauh. Saat ini, salah satu pemanfaatan platform digital yang berkembang pesat di berbagai bidang kehidupan sampai bidang pendidikan yaitu Augmented Reality karena teknologi ini menawarkan potensi yang menarik dan jelas sebagai alat pembelajaran dan hingga detik ini hampir semua pelajar dan guru memiliki akses ke smartphone android sehingga penggunaan AR dalam kegiatan pembelajaran tidak akan mendapat kendala yang signifikan. Materi pembelajaran yang sulit untuk dijelaskan secara tertulis atau dalam gambar dua dimensi dapat dipresentasikan dengan cara yang efektif dengan adanya AR adar siswa dapat dengan mudah

memahami materi. Dengan adanya AR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan mengamati model yang ditampilkan dari berbagai sudut, sehingga meningkatkan pemahaman dan kemampuan peserta didik dalam mengingat informasi. Dengan bantuan AR, materi pembelajaran dapat dihidupkan secara visual dan interaktif, memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan mendalam serta berguna bagi peserta didik. AR memungkinkan para peserta didik untuk melihat dan berinteraksi langsung dengan objek virtual yang ditampilkan di lingkungan nyata disekitar mereka. Hal ini membantu mereka memvisualisasikan konsep yang abstrak, mengamati detail dari berbagai sudut pandang, dan meningkatkan pemahaman mereka secara keseluruhan. Dengan demikian, pemanfaatan AR dalam pembelajaran memberikan potensi yang menarik dan efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. AR membawa pengalaman belajar yang lebih mendalam dan interaktif, yang dapat meningkatkan minat dan pemahaman peserta didik. Pendidikan dapat menjadi lebih dinamis dan menarik bagi generasi pelajar dengan dukungan teknologi saat ini embelajaran topologi jaringan komputer merupakan aspek penting dalam memahami hubungan geometris unsur-unsur dasar penyusun jaringan, yaitu node, link, dan station yang menjadi dasar pembelajaran di bidang ilmu teknologi jaringan. Dalam pembelajaran tentang topologi jaringan komputer, siswa perlu memiliki pemahaman yang detail mengenai topologi jaringan komputer ini. Selain itu mereka juga perlu mengenali nama-nama topologi yang digunakan dalam jaringan. Materi ini merupakan dasar yang sangat penting dalam memahami fungsi dan susunan topologi jaringan komputer sehingga perlu dikuasai oleh para siswa. Dalam memperkenalkan topologi jaringan komputer, berbagai metode pembelajaran digunakan untuk memfasilitasi pemahaman siswa. Metode pembelajaran ini bervariasi dan disesuaikan dengan tingkat pendidikan dan kebutuhan siswa. Tujuannya adalah agar siswa dapat memahami dengan baik seperti apa topologi jaringan komputer dan mengenali macam-macam bentuk susunannya dengan cara yang menarik dan lebih efektif. Dengan demikian, pengenalan topologi jaringan komputer merupakan bagian penting dalam pembelajaran yang disampaikan secara bertahap sesuai tingkat pendidikan. Melalui berbagai metode pembelajaran yang berbeda, siswa dapat memperoleh pemahaman yang baik tentang topologi jaringan komputer dan dapat menghafal susunannya dengan lebih mudah.

Sekolah yang dilengkapi dengan fasilitas yang mendukung memiliki seperti properti serta alat peraga dalam membantu siswa memahami materi, dan sekolah yang tidak memiliki alat peraga menggunakan berbagai media pembelajaran alternatif seperti gambar yang ada dalam buku cetak, maupun video. Meskipun demikian, peserta didik masih menghadapi kesulitan dalam mengingat dan mempelajari setiap nama topologi jaringan karena tidak memiliki media yang lebih mendukung dalam pembelajaran. Selain itu, kendala lainnya adalah peserta didik tidak dapat mengulang pelajaran dengan baik di rumah karena alat peraga tersebut tidak dapat dibawa

pulang hanya untuk di sekolah saja tidak bisa untuk dipelajari masing-masing individu dirumah. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan solusi kreatif yang dapat membantu peserta didik dalam menguasai materi topologi jaringan komputer tidak hanya saat berada di lingkungan sekolah. Misalnya, penggunaan teknologi seperti augmented reality untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan mendalam bagi siswa. Dengan menggunakan teknologi ini, peserta didik dapat secara realistis menjelajahi topologi jaringan komputer dan akan lebih cepat di rekam oleh otak mereka dibandingkan harus menghafal teks dan mereka dapat mengingat atau menghafal masing-masing topologi dengan cara yang lebih menarik dan interaktif karena mereka melihat langsung bentuk 3D nya. Selain itu, materi pembelajaran yang dapat diakses secara digital juga memungkinkan peserta didik untuk mengulang dan memperdalam pelajaran di rumah dengan mudah.

Dengan demikian, pengembangan media pengenalan topologi jaringan komputer berbasis AR merupakan solusi yang inovatif dan efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman siswa di dalam kelas maupun di tempat tertentu dengan waktu pembelajaran yang fleksibel dan bisa di akses kapanpun dan di manapun. Teknologi AR memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan topologi jaringan komputer secara tiga dimensi, berinteraksi langsung dengan model atau bentuk-bentuk dari topologi jaringan komputer, dan memperoleh pemahaman yang lebih baik terhadap konsep tersebut. Selain itu, penggunaan teknologi AR juga dapat meningkatkan efektivitas pengajaran dan memudahkan guru untuk membuat pembelajaran menjadi lebih menarik bagi siswa di dalam kelas.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka penulis telah melakukan penelitian dengan membuat pengembangan media pembelajaran topologi jaringan komputer berbasis augmented reality di SMK Negeri 3 Tondano. Diharapkan dengan adanya penggunaan dan pemanfaatan teknologi ini dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan sumber daya manusia yang lebih baik lagi, dengan memanfaatkan platform AR yang dapat mempermudah peserta didik dalam mempelajari dan mengingat komunikasi antar jaringan dalam topologi jaringan komputer.

II. KAJIAN TEORI

A. Augmented Reality (AR)

Augmented Reality (AR) adalah sebuah istilah untuk lingkungan yang menggabungkan dunia nyata dan dunia virtual yang dibuat oleh komputer sehingga batas antara keduanya menjadi sangat tipis (Brian, 2012). Penjelasan tersebut terdapat pada buku "Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Menggunakan Unity" dan beberapa hal penting dari Augmented Reality yaitu penggabungan antara dunia nyata dan dunia maya, pengintegrasian benda maya ke dunia nyata, dibuat oleh komputer, dan lebih dengan dengan manusia. Augmented Reality telah banyak dimanfaatkan dalam bidang kehidupan untuk

mengembangkan produk produknya. Di bidang hiburan terdapat banyak produk mainan berbasis Augmented Reality yang telah terbiasa dimainkan oleh anak-anak. Salah satu produk terkenal adalah Pokemon Go tak hanya populer di kalangan anak-anak tetapi orang dewasa pun juga ikut memainkannya. Di bidang desain juga telah banyak dimanfaatkan terutama untuk membuat desain produk, arsitek bangunan maupun benda-benda industri. Di bidang militer, beberapa negara telah memanfaatkan Augmented Reality ini untuk membuat simulasi perang sehingga dapat menghemat biaya pelatihan perang bagi tentara. Dalam dunia pendidikan, Augmented Reality di manfaatkan sebagai media pembelajaran. menurut Ismayani (2020), Augmented Reality (AR) merupakan teknologi buatan komputer mengintegrasikan objek 2 atau 3 dimensi bersamaan dengan waktu yang sedang berlangsung di sekitar pengguna secara nyata.

B. Aplikasi

Aplikasi adalah sebuah software atau perangkat lunak yang beroperasi pada sebuah perangkat baik itu dalam smartphone ataupun komputer. Aplikasi dirancang agar dapat melakukan perintah kebutuhan pengguna. Aplikasi adalah program perangkat lunak yang dirancang untuk menjalankan tugas tertentu pada perangkat komputer, smartphone, tablet, atau perangkat lainnya. Selain itu aplikasi dapat berjalan di berbagai platform seperti Windows, macOS, Android, iOS, dan lainnya. Sebuah aplikasi dibangun atau dibuat untuk memberikan kenyamanan dan kemudahan bagi para pengguna salah satunya dalam bidang pendidikan yang mampu mempertemukan siswa dan pengajar secara online. Aplikasi adalah komponen yang berguna melakukan pengolahan data maupun kegiatan seperti pembuatan dokumen atau pengolahan data (Ali Zaki & Smitdev Community)

C. Android

Android adalah sistem operasi berbasis linux untuk ponsel. Android adalah subset perangkat lunak seluler yang mencakup sistem operasi, middleware, dan aplikasi inti yang di terbitkan oleh Google (Yuninda, 2020). Android adalah platform seluler generasi baru, platform yang memungkinkan pengembang untuk mengembangkan cara yang mereka inginkan. Menurut Abdurrahman dan Riswaya (2019) "Aplikasi merupakan program yang siap dipakai dan digunakan untuk menjalankan perintah user dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang tepat dan akurat sesuai dengan tujuan dari pembuatan aplikasi tertentu". Aplikasi merupakan salah satu proses pemecah salah satu masalah yang menggunakan teknik komputasi yang diinginkan dalam pemrosesan data.

D. Media Pembelajaran

Menurut Fadilah & Kanya (2023) Media pembelajaran adalah segala bentuk alat komunikasi yang dapat digunakan untuk menyampaikan informasi dari sumber pesan (pendidik) kepada penerima pesan (peserta didik), secara terencana sehingga tercipta lingkungan belajar

yang kondusif yakni penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif. Media pembelajaran digunakan untuk mempermudah proses pembelajaran dan sebagai alat bantu seseorang pendidik dalam menyampaikan sub pokok (Hasan dkk, 2021). Pada hakikatnya proses pembelajaran merupakan proses komunikasi atau menyampaikan pesan dari pengantar ke penerima.

E. Topologi Jaringan Komputer

Topologi Jaringan Komputer adalah metode atau cara yang digunakan agar bisa menghubungkan satu komputer dengan komputer lainnya. Struktur atau jaringan yang digunakan untuk menghubungkan satu komputer dengan komputer lainnya bisa dengan menggunakan kabel maupun nirkabel (tanpa kabel). Menurut Zymon Machajewski adalah seperangkat komputer yang saling terhubung secara bersamaan satu dengan lainnya dengan tujuan utama, yakni untuk saling berbagi sumber daya. Internet adalah salah satu sumber daya yang saat ini banyak digunakan di dalam suatu jaringan komputer. Dan menurut Umi Proboyekti adalah suatu sekumpulan komputer yang terpisah-pisah akan tetapi saling berhubungan dalam melakukan tugasnya. Conto, dua buah komputer dapat dikatakan terhubung jika keduanya bisa saling bertukar informasi. Bentuk koneksi tersebut bisa melalui kawat tembaga, fiber optik, gelombang mikro, satelit komunikasi. Sedangkan menurut Kristanto adalah sekelompok komputer otonom yang saling terhubung satu sama lain, dengan memakai satu protokol komunikasi sehingga semua komputer yang saling terhubung tersebut bisa berbagi informasi, program, sumber daya dan juga bisa saling menggunakan perangkat keras lainnya secara bersamaan, misalnya printer, harddisk, dan lain-lain. Dari beberapa pengertian media menurut para ahli, dapat disimpulkan bahwa topologi jaringan komputer adalah sekumpulan komputer yang saling berhubungan dengan tujuan utamanya adalah saling menukar data. Jenis-jenis topologi jaringan yaitu Topologi Bus, Topologi Star, Topologi Ring, Topologi Mesh, Topologi Tree, dan Topologi Hybrid. Topologi adalah suatu aturan/rules bagaimana menghubungkan komputer (node) satu sama lain secara fisik dan pola hubungan antara komponen-komponen yang berkomunikasi melalui media/peralatan jaringan, seperti : server, workstation, hub/switch, dan pengabelannya, sedangkan jaringan merupakan sebuah sistem yang terdiri atas komputer, perangkat komputer, tambahan dan perangkat jaringan lainnya yang saling berhubungan dengan menggunakan media tertentu dengan aturan yang sudah ditetapkan. Sedangkan jaringan komputer adalah suatu cara menghubungkan komputer satu dengan komputer lainnya sehingga membentuk sebuah jaringan. Dalam satu jaringan komputer jenis topologi yang dipilih akan mempengaruhi kecepatan komunikasi. Untuk itu maka perlu dicermati kelebihan/keuntungan dan kekurangan/kerugian dari masing-masing topologi berdasarkan karakteristiknya. Macam-macam topologi

jaringan : Topologi Bus, Topologi Star, Topologi Ring, Topologi Mesh (Setiawardhana et al, 2018). Jadi topologi jaringan komputer berfungsi untuk mengetahui bagaimana masing-masing komputer atau host dalam jaringan komputer dapat saling berkomunikasi.

F. Unity 3D

Unity merupakan aplikasi gratis yang dikembangkan oleh perusahaan unity yang berfokus dalam pengembangan game atau aplikasi multi platform. User Interface yang sederhana membuat Unity menjadi pilihan pengguna dalam pengembangan aplikasi multimedia dan tools yang tersedia juga sangat lengkap dan mudah digunakan di dalam unity (Bogar, 2023). Pada penelitian ini unity digunakan bukan untuk membuat game tetapi dipergunakan untuk membuat media pembelajaran tentang pengenalan Topologi Jaringan Komputer.

G. Vuforia SDK

Vuforia merupakan software untuk AR yang dikembangkan oleh Qualcomm, yang menggunakan sumber yang konsisten mengenai computer vision yang fokus pada image recognition. Vuforia mempunyai banyak fitur-fitur dan kemampuan yang dapat membantu pengembang untuk mewujudkan pemikiran mereka tanpa adanya batas secara teknis. Dengan support untuk iOS, Android, dan Unity 3D, platform Vuforia mendukung para pengembang untuk membuat aplikasi yang dapat digunakan di semua jenis smartphone dan tablet. Vuforia adalah Augmented Reality Software Development Kit (SDK) untuk perangkat mobile yang memungkinkan pembuatan aplikasi Augmented Reality. Vuforia SDK adalah Software Development Kit berbasis AR yang menggunakan layar perangkat mobile sebagai “lensa ajaib” atau kaca untuk melihat keladalam dunia AR dimana dunia nyata dan virtual muncul berdampingan (Harahap dkk, 2020).

H. Marker

Menurut Rumanjar (Rachmanto dan Noval, 2018) Marker merupakan suatu penanda khusus yang mempunyai pola yang sudah ditentukan sehingga pada saat kamera di arahkan ke marker maka marker akan terdeteksi dengan objek 3D akan tampil. Augmented Reality terus menerus melakukan perkembangan, salah satunya perkembangan yang dilakukan adalah pada bagian marker. Marker yang pertama kali adalah based tracking. Marker based tracking ini biasanya merupakan suatu ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang yang berwarna putih. Melalui posisi yang dihadapkan pada sebuah kamera komputer atau smartphone, maka komputer atau smartphone akan melakukan proses menciptakan dunia virtual 2D atau 3D. Marker based Tracking ini sudah lama dikembangkan sejak tahun 1980-an dan pada awal tahun 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan Augmented Reality (Mufida & Harun, 2018). Dalam penelitian ini, untuk memvisualisasikan topologi jaringan komputer menggunakan teknik marker based tracking.

I. Blender 3D

Blender merupakan serangkaian kreasi 3D yang gratis serta open source. Blender mendukung konsep 3D secara keseluruhan seperti modeling, rigging, animasi, simulasi, rendering, compositing, dan motion tracking, bahkan video editing dan pembuatan game (Mongilala, dkk, 2019). Blender merupakan software yang dapat digunakan pada beberapa sistem operasi misalnya windows, macOS, dan Linux. . Blender dapat digunakan untuk merancang animasi. Ton Roosendaal, pendiri Not a Number Technologies (NaN) adalah orang yang memprakarsai penciptaan Blender. Blender dikembangkan bersama rumah produksi studio animasi di Belanda yaitu NeoGeo. Blender memiliki beberapa jendela atau window dalam tampilan utamanya. Setiap jendela memiliki tools-nya masing-masing yang dipisahkan oleh border. Untuk spesifikasi yang dibutuhkan untuk penginstallan software ini sangatlah sederhana diantaranya Intelpentium III atau lebih/ AMD, Ram 64Mb, VGA 4Mb, Disk Space 35Mb, Windows2000 dan lebih. Target di profesional media dan seniman, Blender dapat digunakan untuk membuat visualisasi 3D, stills serta siaran dan video berkualitas bioskop, sedangkan penggabungan mesin 3D real-time memungkinkan penciptaan konten 3D interaktif untuk pemutaran yang berdiri sendiri. Blender memiliki fitur intensif yang sama dan jangkauan yang kuat seperti perangkat lunak 3D kelas atas lainnya seperti Softimage|XSI, Cinema 4D, 3ds Max dan Maya. Blender tersedia untuk berbagai sistem operasi, yaitu Microsoft Windows, Mac OS X, Linux, IRIX, Solaris, NetBSD, FreeBSD, dan OpenBSD (Romdhoni, 2018)

J. Adobe Photoshop

Adobe Photoshop atau biasa disebut Photoshop adalah perangkat lunak editor citra buatan Adobe System yang di khususkan untuk pengeditan foto/gambar dan pembuatan efek. Hasil gambar yang diolah dengan Adobe Photoshop ini banyak digunakan mulai dari periklanan, fotografi, website hingga multimedia pembelajaran. Adobe Photoshop diperlukan dalam pengolahan dan pembuatan gambar, memperkecil, memperbesar, menggabungkan dan lain-lain dapat dilakukan dengan mudah. Gambar dalam hasil dari photoshop dapat diubah ke dalam format lain untuk digunakan pada pembuatan desain grafis, desain web dan lain-lain.

K. Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (suite) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Visual Studio mencakup compiler, SDK, Integrated Development Environment (IDE), dan dokumentasi (umumnya berupa MSDN Library). Kompiler yang dimasukkan kedalam paket Visual Studio antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe. Microsoft Visual Studio dapat digunakan

untuk mengembangkan aplikasi dalam native code (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas Windows) ataupun managed code (dalam bentuk Microsoft Intermediate Language di atas .NET Framework).

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dimulai pada bulan November tahun 2023 hingga bulan Februari tahun 2024 di SMK Negeri 3 Tondano, Rinegetan, Kec Tondano Barat, Sulawesi Utara.

B. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini terdapat dua perangkat yang digunakan, yaitu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

1. Perangkat Keras (hardware)

a) Laptop Asus X555Q ASUSTeK COMPUTER INC Model 112 dengan spesifikasi:

- (1) Processor AMD A9-9420 RADEON R5, 5 COMPUTE CORES 2C+3G (2 CPUs), ~ 3.00GHz
- (2) Display 15" HD, Max Resolution 1366 x 768
- (3) Memori 12 GB RAM
- (4) Tipe sistem 64-bit Operating System

b) Ponsel Samsung Galaxy M31 2020 dengan spesifikasi:

- (1) Super AMOLED, Exynos 9611
- (2) Octa-core (4x2.3 GHz Cortex-A73 & 4x1.7 GHz Cortex-A53)
- (3) Resolusi 1080 x 2340 pixels, rasio 19,5:9 (403 ppi)
- (4) Internal 128GB 6GM RAM

2. Perangkat Lunak (Software)

a) Laptop Asus Laptop Asus X555Q ASUSTeK COMPUTER INC Model 112:

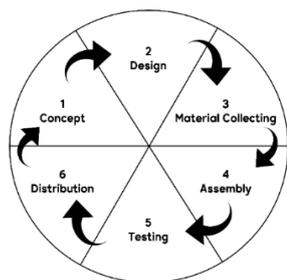
- (1) Sistem operasi: Windows 11 Home Single Language
- (2) Blender 3D
- (3) Photoshop
- (4) Unity 3D
- (5) Vuforia SDK
- (6) Visual Studio

b) Ponsel Samsung Galaxy M31

- (1) Android 12 (Snow Cone)
- (2) OS One UI 4.1

C. Metode Pengembangan Sistem

Pada gambar 1 menggambarkan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdiri dari 6 tahapan, yaitu Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution.



Gambar 1. Multimedia Development Life Cycle (MDLC)

1. Concept

Tahap concept (konsep) adalah tahanan untuk mengidentifikasi siapa yang akan menggunakannya. Selain itu, perlu untuk memilih jenis aplikasi yang sesuai, apakah itu berupa presentasi yang interaktif atau informatif yang mengikutsertakan audiens dalam pengalaman tersebut. Tujuan dari aplikasi tersebut juga harus ditetapkan dengan jelas, apakah itu untuk memberikan hiburan yang menyenangkan atau untuk tujuan pembelajaran yang mendidik.

2. Design

Design (perancangan) adalah tahap merinci spesifikasi terkait struktur program, estetika visual, tampilan, kebutuhan bahan atau material yang diperlukan dan pada tahap ini juga dilakukan pembuatan desain perancangan aplikasi serta storyboard yang memberikan gambaran secara visual tentang alur dan tampilan aplikasi yang akan dibuat. Design digunakan untuk membuat storyboard tampilan user interface (antar muka) aplikasi dan storyboard tombol yang akan digunakan.

3. Material Collecting

Tahap Pengumpulan Materi adalah saat dimana mengumpulkan bahan-bahan yang sesuai dengan kebutuhan proyek seperti teks, gambar, audio, dan objek 3D yang akan dipakai. Tahap ini dapat dikerjakan secara paralel dengan tahap perakitan. Namun dapat juga tahap pengumpulan material dan tahap perakitan akan dikerjakan secara linier dan tidak paralel

4. Assembly

Tahap Assembly (pembuatan) adalah tahap pembuatan semua objek atau bahan multimedia dibuat. Pembuatan aplikasi didasarkan pada tahap design, seperti storyboard.

5. Testing

Setelah tahap perakitan telah selesai, dilakukan tahap pengujian yang melibatkan pengoperasian aplikasi untuk melihat apakah adanya kesalahan atau kekurangan pada aplikasi tersebut. Tahap awal dalam pengujian ini disebut sebagai uji alpha (alpha test) yang dilakukan oleh pengembang atau dalam lingkungan pengembangan itu sendiri. Tahap ini untuk melihat hasil proyek yang dikerjakan apakah telah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak, maka dibuat tabel pengujian.

6. Distribution

Pada tahap distribusi, aplikasi akan diarsipkan ke dalam media penyimpanan. Jika media penyimpanan tidak memiliki kapasitas yang cukup untuk menampung seluruh aplikasi, akan dilakukan kompresi terhadap aplikasi tersebut. Dengan demikian, aplikasi dapat disimpan secara efisien dalam media penyimpanan yang tersedia. Tahap ini juga dapat disebut sebagai tahap evaluasi untuk pengembangan produk yang sudah jadi agar menjadi lebih baik.

D. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi adalah salah satu cara untuk mendapatkan informasi apapun dari suatu peristiwa dengan cara mengamati secara langsung dan merupakan aktivitas pengamatan mengenai suatu objek tertentu secara cermat dan langsung di lokasi penelitian tersebut berada. Selain itu, observasi juga termasuk kegiatan pencatatan yang dilakukan secara sistematis tentang semua gejala objek yang diteliti.

2. Studi Pustaka

Studi Pustaka, dalam konteks penelitian, merujuk pada deskripsi dan analisis teori, temuan, dan sumber-sumber penelitian lain yang menjadi dasar bagi kerangka pemikiran dalam merumuskan masalah penelitian. Dalam proses penelitian, penulis menggunakan studi literatur untuk mengumpulkan data dan informasi mengenai pemodelan media pembelajaran berbasis augmented reality (AR) dari buku referensi peneliti lain dan sumber-sumber website yang relevan. Dalam Studi Pustaka ini, penulis mengeksplorasi hasil penelitian sebelumnya, dan memperoleh pemahaman mendalam tentang pemodelan media pembelajaran berbasis AR. Melalui pencarian literatur yang cermat dan pemilihan sumber yang relevan, penulis dapat mengumpulkan data yang diperlukan untuk membangun landasan penelitian yang kokoh.

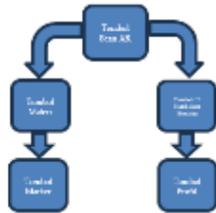
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdiri dari 6 tahapan yaitu Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution. Berikut ini adalah tahapan MDLC yang diterapkan dalam penelitian beserta pembahasannya:

1. Concept

Concept (konsep) adalah tahap untuk mengidentifikasi siapa yang akan menggunakannya (mengenali audiens). Yaitu aplikasi dibuat untuk memenuhi kebutuhan siswa dalam menyediakan media pembelajaran yang dapat menunjang proses pembelajaran dengan membuat sebuah aplikasi berbasis Augmented Reality yang berfungsi

untuk menampilkan objek 3D dari topologi jaringan komputer. Aplikasi ini dirancang dengan tampilan yang friendly dan colourfull untuk siswa agar siswa tidak bosan saat melihat desain aplikasi dan melekat pada siswa. Tujuan dari aplikasi ini adalah untuk membantu siswa dalam memahami materi tentang topologi jaringan komputer dan mempermudah siswa untuk mengingat macam-macam bentuk dari topologi jaringan komputer.



Gambar 2. Konsep Aplikasi

2. Design

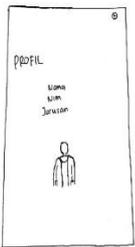
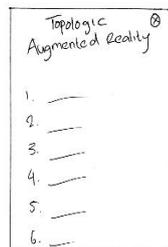
Design (perancangan) adalah tahap untuk merinci spesifikasi terkait struktur program, estetika visual, tampilan, dan kebutuhan bahan atau material yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan pembuatan desain perancangan aplikasi serta desain storyboard yang memberikan gambaran secara visual tentang alur dan tampilan aplikasi yang akan dibuat.

Tabel 1 menunjukkan User Interface media pengenalan topologi jaringan komputer berbasis augmented reality yang dikembangkan akan ditampilkan dalam bentuk storyboard di bawah ini.

Tabel 1. Draft Story Board

<p>Scene 1 : Splash Screen</p> <p>Pada bagian splash screen dibagian tengah atas terdapat nama aplikasi, dan bagian tengah ke bawah terletak nama pembuat aplikasi dan logo unity.</p>	<p>Scene 2 : Tampilan Menu Utama</p> <p>Pada tampilan menu utama terdapat nama aplikasi di bagian atas, kemudian ada logo unima dan jurusan di bagian kiri atas, kemudian terdapat tombol Scan, Materi, CP Kurikulum, Marker, Profil dan pada bagian</p>	<p>Scene 3 : Tampilan topologi jaringan komputer</p> <p>Pada tampilan topologi jaringan komputer terdapat kamera AR. Kemudian di bagian kanan atas terdapat tombol kembali ke menu, kemudian di bawah ada marker yang akan di scan kemudian muncul objek 3D topologi jaringan komputer</p>

	<p>bawah terdapat tombol on/off suara aplikasi, serta tombol exit atau keluar dari aplikasi.</p>	<p>dan penjelasan singkat.</p>
<p>Scene 4 : Tampilan menu materi topologi jaringan komputer Mesh, Star, Bus, Ring, Tree, Hybrid dan di bagian kanan atas ada tombol kembali ke menu utama. Di tengah atas ada nama scene tentang topologi jaringan komputer.</p>	<p>Scene 5 : Tampilan isi materi tentang topologi jaringan komputer mesh, di bagian atas tengah terdapat judul scene tentang topologi jaringan komputer, serta karakteristik dan kelebihan kekurangan pada bagian kanan atas terdapat tombol kembali untuk kembali ke scene menu materi topologi jaringan komputer.</p>	<p>Scene 6 : Tampilan isi materi tentang topologi jaringan komputer star, dibagian atas tengah terdapat judul scene tentang topologi jaringan komputer, serta karakteristik dan kelebihan kekurangan pada bagian kanan atas terdapat tombol kembali untuk kembali ke scene menu materi topologi jaringan komputer.</p>
<p>Scene 7 : Tampilan isi materi tentang topologi jaringan komputer bus, dibagian atas tengah terdapat judul scene tentang topologi jaringan komputer, serta karakteristik dan kelebihan kekurangan pada bagian kanan atas terdapat tombol kembali untuk kembali ke scene menu materi topologi jaringan komputer.</p>	<p>Scene 8 : Tampilan isi materi tentang topologi jaringan komputer ring, dibagian atas tengah terdapat judul scene tentang topologi jaringan komputer, serta karakteristik dan kelebihan kekurangan pada bagian kanan atas terdapat tombol kembali untuk kembali ke scene menu materi topologi jaringan komputer.</p>	<p>Scene 9 : Tampilan isi materi tentang topologi jaringan komputer tree, dibagian atas tengah terdapat judul scene tentang topologi jaringan komputer, serta karakteristik dan kelebihan kekurangan pada bagian kanan atas terdapat tombol kembali untuk kembali ke scene menu materi topologi jaringan komputer.</p>

	komputer.	
 <p>Scene 10 : Tampilan isi materi tentang topologi jaringan komputer hybrid, dibagian atas tengah terdapat judul scene tentang topologi jaringan komputer, serta karakteristik dan kelebihan kekurangan pada bagian kanan atas terdapat tombol kembali untuk kembali ke scene menu materi topologi jaringan komputer.</p>	 <p>Scene 11: Tampilan profil. Pada tampilan profil terdapat tombol kembali di bagian kanan atas untuk kembali ke menu utama, kemudian terdapat foto dan biodata singkat pembuat aplikasi.</p>	 <p>Scene 12 : Tampilan Info Pada tampilan info terdapat panduan untuk penggunaan aplikasi</p>

3. Material Collecting

Tahap ini adalah tahap pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan yang dikerjakan seperti teks, gambar, audio, objek 3D, dan lain-lain.

Pada pembuatan aplikasi Topologic memerlukan software, seperti Adobe Photoshop dan Blender. Adobe Photoshop digunakan untuk membuat background, teks dalam tiap halaman di aplikasi, dan desain marker. Blender digunakan untuk membuat objek 3D, dan bahan-bahan lainnya diperoleh dari internet.

a. Teks

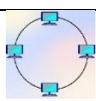
Semua teks yang digunakan dalam aplikasi Topologic, seperti judul pada layar splash screen, menu utama, menu masing-masing pengertian topologi jaringan, dan pada teks pada bagian profil di dalam aplikasi merupakan buatan penulis.

b. Gambar

Draft gambar yang ada di dalam aplikasi Topologic AR diambil dari berbagai sumber, seperti di internet buatan penulis. Draft gambar dapat dilihat pada tabel di bawah ini, tabel 2.

Tabel 2. Draft Gambar

No	Gambar	Keterangan
1		Sumber: Universitas Negeri Manado Format: PNG
2		Sumber: PNGTree.com Format: PNG

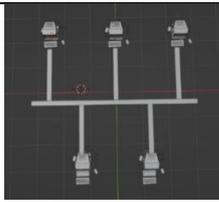
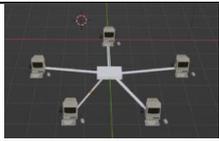
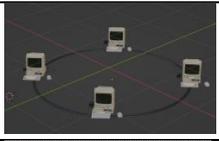
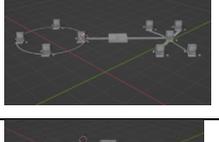
3		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG
4		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG
5		Sumber; Desain dari penulis Format: PNG
6		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG
7		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG
8		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG
9		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG
10		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG
11		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG

12		Sumber: Desain dari penulis Format: PNG
13		Sumber: Desain dari penulis Format : PNG

c. Objek 3D

Pada aplikasi Topologic Augmented Reality penulis menyediakan enam objek 3D topologi jaringan komputer, yaitu topologi jaringan ring, topologi jaringan mesh, topologi jaringan bus, topologi jaringan star, topologi jaringan hybrid, topologi jaringan tree yang merupakan hasil buatan penulis. Gambar objek 3D dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Draft Objek 3D

No	Gambar	Keterangan
1		Sumber: Desain dari penulis Format: FilmBox
2		Sumber: Desain dari penulis Format: FilmBox
3		Sumber: Desain dari penulis Format: FilmBox
4		Sumber: Desain dari penulis Format: FilmBox
5		Sumber: Desain dari penulis Format: FilmBox
6		Sumber: Desain dari penulis Format: FilmBox

d. Audio

Audio yang ada dalam aplikasi Topologic Augmented Reality terdiri dari audio backsound dan audio button.

Audio yang ditampilkan merupakan backsound no copyright disediakan dari channel youtube. Dan untuk Audio penjelasan dari deskripsi pada saat Scan Marker dan memunculkan objek 3D merupakan suara dari pembuat aplikasi.

e. Kontrol Navigasi

Pada aplikasi Topologic Augmented Reality penulis menyediakan 13 menu kontrol, yaitu menu scan AR, menu materi, capaian pembelajaran kurikulum, unduh marker, profil, menu pengertian topologi jaringan komputer (Mesh, Star, Bus, Ring, Tree, Hybrid), kembali, dan keluar yang disediakan oleh icon-icons.com di internet dan lainnya dibuat oleh penulis. Tabel 4 menunjukkan gambar dan keterangan dari tombol kontrol navigasi.

Tabel 4. Tombol Kontrol Navigasi

No	Gambar	Keterangan
1		Tombol AR berfungsi untuk masuk pada tampilan <i>augmented reality</i> dengan menampilkan layar kamera yang aktif dan untuk menampilkan objek 3D kamera harus diarahkan ke <i>marker</i> yang disediakan.
2		Tombol materi berfungsi untuk masuk pada halaman materi tentang topologi jaringan komputer.
3		Tombol CP Kurikulum Merdeka berfungsi untuk masuk pada tampilan <i>gdrive</i> yang di mana telah

		Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka di upload dalam gdrive.
4		Tombol marker berfungsi untuk masuk pada tampilan gdrive yang terdapat marker yang bisa di unduh oleh user.
5		Tombol profil berfungsi untuk menampilkan informasi profil dari pembuat aplikasi Topologic Augmented Reality.
6		Tombol Topologi Jaringan Mesh berfungsi untuk menampilkan materi tentang Topologi Jaringan Mesh.
7		Tombol Topologi Jaringan Star berfungsi untuk menampilkan materi tentang Topologi Jaringan Star.
8		Tombol Topologi Jaringan Bus berfungsi untuk

		menampilkan materi tentang Topologi Jaringan Bus.
9		Tombol Topologi Jaringan Ring berfungsi untuk menampilkan materi tentang Topologi Jaringan Ring.
10		Tombol Topologi Jaringan Komputer Tree berfungsi untuk menampilkan materi tentang Topologi Jaringan Tree.
11		Tombol Topologi Jaringan Komputer Hybrid berfungsi untuk menampilkan materi tentang Topologi Jaringan Hybrid.
12		Tombol kembali berfungsi agar user dapat kembali ke menu sebelumnya.
13		Tombol Kembali ke tampilan Menu Utama

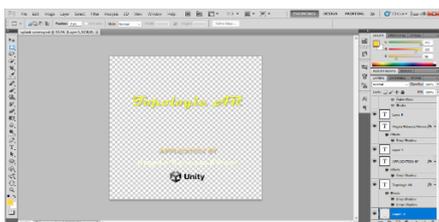
14		Tombol mute berfungsi untuk mematikan suara <i>backsound</i> .
15		Tombol suara berfungsi untuk mengaktifkan suara <i>backsound</i> .
16		Tombol exit atau keluar berfungsi keluar dari aplikasi.

4. Assembly

Tahap Assembly (pembuatan) merupakan tahap dimana semua objek atau bahan multimedia yang telah di kumpulkan akan dibuat menjadi aplikasi. Pembuatan aplikasi didasarkan pada tahap design, yaitu desain perancangan aplikasi dan storyboard.

a. Perancangan Interface

Pada perancangan interface menggunakan software, yaitu Adobe Photoshop dan Unity. Adobe Photoshop untuk pembuatan beberapa bahan yang diperlukan dalam aplikasi. Unity digunakan untuk menggabungkan bahan-bahan yang telah dipersiapkan untuk menjadi sebuah user interface.



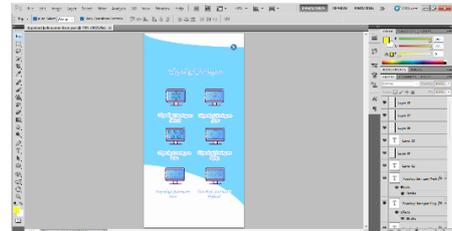
Gambar 3. Perancangan Splash Screen

Gambar 3 merupakan perancangan splash screen menggunakan Adobe Photoshop, untuk perancangan terdapat atribut logo aplikasi, nama aplikasi, nama pembuat aplikasi, dan logo unity.



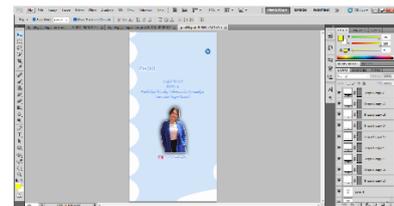
Gambar 4. Perancangan Menu Utama

Dalam proses perancangan menu utama terdapat background papan biru bercorak putih dan beberapa atribut seperti logo universitas negeri manado, dan tombol dll. Background dan atribut tersebut digabungkan menggunakan Adobe Photoshop, lalu ditambah teks sehingga seperti pada gambar 4.



Gambar 5. Perancangan Menu Materi Topologi Jaringan Komputer

Dalam proses perancangan menu materi topologi jaringan komputer menggunakan Adobe Photoshop yang menggabungkan gambar dan tulisan seperti pada gambar 5.



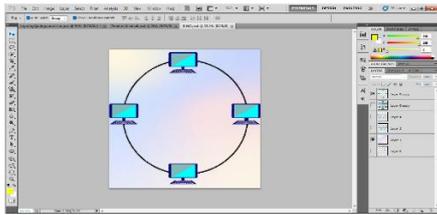
Gambar 6. Perancangan Menu Profil Pembuat Aplikasi

Dalam proses perancangan menu profil menggunakan Adobe Photoshop, untuk perancangan terdapat background, judul, isi tentang profil pembuat aplikasi dan gambar yang berkaitan dengan isi halaman tersebut seperti pada gambar 6.



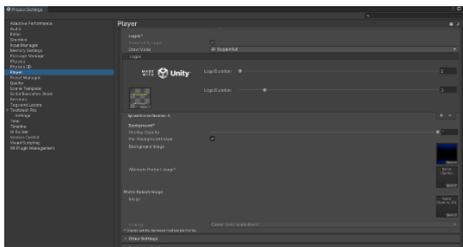
Gambar 7. Perancangan Tombol Kontrol Navigasi

Dalam proses perancangan tombol kontrol navigasi terdapat ikon kembali yang telah disediakan di unduh seperti yang ada pada gambar 7.



Gambar 8. Perancangan Marker

Dalam proses perancangan marker terdapat nama topologi jaringan ring, pada Adobe Photoshop warna background campuran warna antara biru, merah muda, dan putih seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.



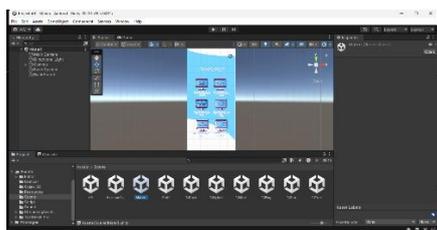
Gambar 9. Perancangan Splash Screen di Unity

Dalam proses perancangan splash screen di Unity, bahan yang telah dipersiapkan pada Adobe Photoshop dimasukkan pada assets, lalu di players dalam project setting terdapat splash image untuk memasukkan logo dan pengaturan lainnya pada tampilan splash screen seperti yang ditunjukkan oleh gambar 9.



Gambar 10. Perancangan Menu Utama di Unity.

Dalam proses perancangan menu utama di Unity, bahan yang telah dipersiapkan pada Adobe Photoshop dimasukkan pada assets, lalu pada hierarchy memilih game object yang sesuai seperti image dan button seperti yang ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 11. Perancangan Menu Materi Topologi Jaringan di Unity

Dalam proses perancangan menu materi topologi jaringan di Unity, bahan yang telah dipersiapkan pada Adobe Photoshop dimasukkan pada assets, lalu pada hierarchy memilih game object yang sesuai seperti image dan button seperti yang ada pada gambar 11.



Gambar 12. Perancangan Penjelasan Materi Topologi Jaringan Komputer

Dalam perancangan halaman materi tentang topologi jaringan komputer, bahan yang telah disiapkan pada Adobe Photoshop dimasukkan pada assets, lalu pada hierarchy memilih game object yang sesuai seperti image dan button seperti pada gambar 12.



Gambar 13 Perancangan Halaman Profil di Unity

Dalam perancangan halaman tentang profil di Unity, bahan yang telah dipersiapkan pada Adobe Photoshop dimasukkan pada assets, lalu pada hierarchy memilih game object yang sesuai seperti image dan button seperti yang ada pada gambar 13.

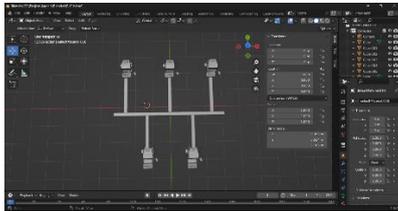


Gambar 14. Perancangan halaman AR di Unity

Gambar 14 menunjukkan proses perancangan halaman AR di Unity, bahan yang telah dipersiapkan pada Adobe Photoshop dimasukkan pada assets, lalu pada hierarchy memilih game object button, kemudian tambahkan panel pada canvas kemudian tambahkan teks untuk membuat materi singkat yang akan muncul pada saat mendeteksi marker secara bersamaan.

b. Perancangan Objek 3D

Gambar 15 merupakan perancangan objek 3d buatan penulis menggunakan aplikasi Blender untuk merancang objek 3D topologi jaringan komputer, seperti topologi jaringan bus, topologi jaringan star, topologi jaringan tree, topologi jaringan ring, topologi jaringan mesh dan topologi jaringan hybrid.



Gambar 15. Perancangan Object 3D

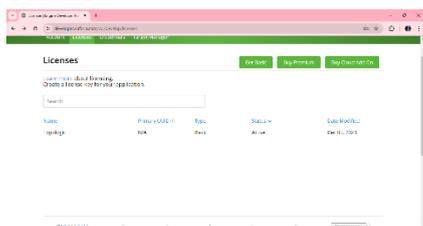
Gambar 16 setelah objek 3D telah selesai dirancang lalu di simpan dengan format FilmBox (*.fbx).



Gambar 16. Penyimpanan Objek 3D dengan format Film Box (*.fbx)

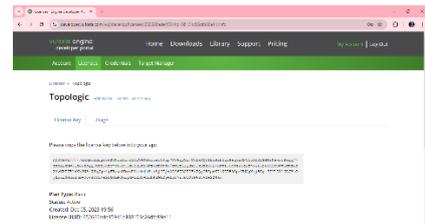
c. Perancangan objek 3D ke marker

Dalam merancang objek 3D ke marker penulis menggunakan VuforiaSDK dan software Unity. Vuforia berfungsi untuk mengaktifkan marker agar dapat terdeteksi layar kamera agar menampilkan objek 3D. Project Unity yang telah berisi Vuforia package dapat digunakan dalam pembuatan augmented reality.



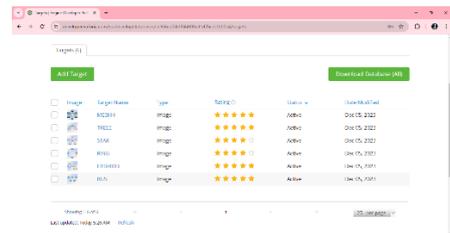
Gambar 17. Pembuatan License Key Pada Vuforia Engine

Dalam pembuatan augmented reality pada software Unity, penulis memerlukan license key. Gambar 17 menunjukkan license key yang dapat diperoleh dari web Vuforia dengan cara log in pada web, lalu masuk pada menu develop dan pilih get basic untuk license gratis.



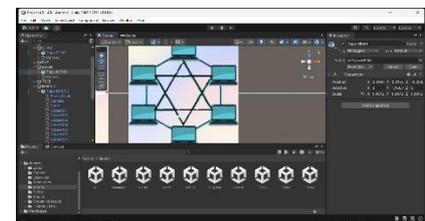
Gambar 18. License Key Berhasil dan Aktif

Gambar 18 license key berhasil dibuat dan dapat diambil dengan cara di salin kode lisensinya.



Gambar 19 Pemasukan Marker Pada Database di Akun Vuforia Engine

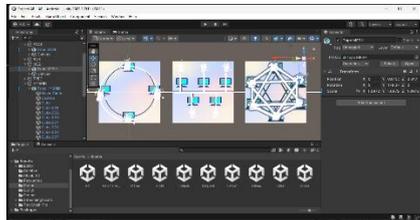
Gambar 19 menampilkan ketika marker akan dimasukkan dalam database di web Vuforia melalui menu target manager, pilih add database masukkan nama dan pilih device, jika sudah masuk pada database yang sudah dibuat pilih add target dan masukkan marker, dilanjutkan hingga semua target berhasil masuk pada database. Jika semua target sudah masuk pada database, pilih download database (All) dan pilih unity editor, maka marker siap untuk dimasukkan pada software Unity. Pada software Unity yang harus dilakukan yang pertama adalah memasukkan Vuforia package (jika belum tersedia pada Unity) dan database yang sudah di download. Kemudian, pilih AR camera, add component, cari vuforia behavior. Pada vuforia behavior pilih open vuforia engine configuration, lalu pada app license key masukkan link license yang sudah dibuat pada akun web Vuforia. Untuk memasukan marker pada tampilan Unity, klik kanan pada mouse di bagian sample scene, pilih vuforia engine, lalu image target.



Gambar 20. Perancangan Marker di Unity

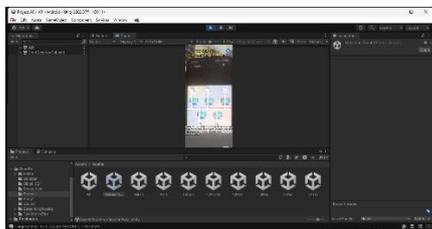
Gambar 20 dilanjutkan dengan menekan image target yang sudah ada pada sample scene, tekan kotak kosong pada image di inspector dan pilih marker yang ingin dimasukkan. Jika marker sudah berhasil

ditampilkan pada layar Unity, berikutnya objek 3D yang sudah di export dalam bentuk format FilmBox (*.fbx) dimasukkan pada folder di dalam software Unity.



Gambar 21. Penggabungan objek 3D ke Marker di Unity

Gambar 21 objek 3D yang berhasil dimasukkan diseret dan dimasukkan pada image target yang sudah ada sample scene maka akan muncul di atas marker.

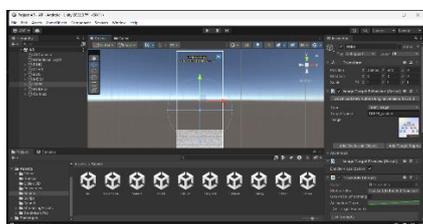


Gambar 22. Penggabungan Objek 3D ke Marker Berhasil dan Berjalan

Gambar 22 penulis melakukan demo pada scene AR, kemudian Unity menampilkan Ar camera, penulis mengarahkan marker pada camera, sistem berhasil membaca marker dan menampilkan objek 3D.

d. Pembuatan Deskripsi Topologi Jaringan Komputer saat Marker Terdeteksi

Perancangan deskripsi untuk menampilkan penjelasan tentang topologi jaringan komputer ketika marker terdeteksi.

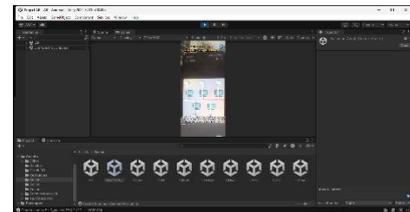


Gambar 23. Perancangan Deskripsi



Gambar 24. Perancangan Deskripsi

Gambar 24 Perancangan deskripsi dengan menggunakan panel lalu buat text yang tidak membutuhkan coding pada bagian ini untuk menampilkan dan menghilangkan deskripsi pada objek 3D.



Gambar 25. Menampilkan Deskripsi

Gambar 25 berhasil menampilkan Deskripsi atau penjelasan singkat dan demo dilakukan untuk menguji coba fungsi yang telah dibuat, deskripsi pada Objek 3D berhasil ditampilkan dan dalam mengikuti objek 3D dengan baik.

5. Testing

Tahap testing ini dilakukan setelah menyelesaikan tahap assembly dengan menjalankan aplikasi dan dilihat apakah ada kesalahan atau tidak dalam aplikasi tersebut. Tahap pengujian ini menggunakan metode pengujian black box testing yang pengujiannya akan dilakukan oleh pembuat atau lingkungan pembuatnya sendiri.

a. Developer Test

Pengujian pada aplikasi ini menggunakan Ponsel Samsung Galaxy M31 dengan spesifikasi, sebagai berikut:

Ponsel Samsung Galaxy M31 2020 dengan spesifikasi:

1. Super AMOLED, Exynos 9611
2. Octa-core (4x2.3 GHz Cortex-A73 & 4x1.7 GHz Cortex-A53)
3. Resolusi 1080 x 2340 pixels, rasio 19,5:9 (403 ppi)

Tabel 5. Hasil Pengujian Developer dengan Pendekatan Black Box Testing

No	Fungsi	Pertanyaan	Hasil
1	Tombol "Scan" di sentuh	Menampilkan halaman Scan AR untuk mendeteksi marker	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai
2	Tombol "Materi" di sentuh	Menampilkan menu materi topologi jaringan	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai
3	Tombol "kembali menu"	Menampilkan halaman menu utama	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai
4	Tombol "CP"	Menampilkan halaman	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai

	Kurikulum” di sentuh	drive untuk mengunduh atau melihat CP Kurikulum Merdeka	[] Tidak Sesuai
5	Tombol “Marker”	Menampilkan halaman drive untuk mengunduh marker	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
6	Tombol “Profil”	Menampilkan halaman profil singkat pembuat aplikasi	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
7	Tombol “kembali pengertian topologi jaringan”	Menampilkan halaman menu topologi jaringan	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
8	Tombol “Topologi Jaringan Mesh”	Menampilkan halaman penjelasan tentang topologi jaringan mesh	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
9	Tombol “Topologi Jaringan Hybrid”	Menampilkan halaman penjelasan tentang topologi jaringan hybrid	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
10	Tombol “Topologi Jaringan Star”	Menampilkan halaman penjelasan tentang topologi jaringan star	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
11	Tombol “Topologi Jaringan Bus”	Menampilkan halaman penjelasan tentang topologi jaringan bus	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
12	Tombol “Topologi Jaringan Ring”	Menampilkan halaman penjelasan tentang topologi jaringan ring	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
13	Tombol “Topologi Jaringan Tree”	Menampilkan halaman penjelasan tentang topologi jaringan tree	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
14	Tombol “kembali”	Menampilkan halaman menu topologi jaringan	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
15	Tombol “Suara”	Mengaktifkan backsound	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
16	Tombol “Mute”	Menonaktifkan suara	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai
17	Tombol “Exit”	Keluar dari aplikasi Topologic Augmented Reality	[√] Sesuai [] Tidak Sesuai

b. End-User Test

Setelah penulis melakukan pengujian pada Topologic Augmented Reality, maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian dengan pendekatan black box testing di lingkungan Jurusan Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado.

Pengujian aplikasi Topologic Augmented Reality di uji oleh validator ahli media dan validator ahli materi untuk membuktikan kelayakan pada aplikasi agar dapat di distribusikan.

Setelah penulis melakukan pengujian dan telah mendapatkan data hasil dari pengujian pada aplikasi Topologic Augmented Reality, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi Topologic Augmented Reality ini layak untuk digunakan dan di distribusikan pada peserta didik maupun masyarakat luas.

c. Uji Kompability

Tabel 6. Hasil Uji Kompabilitas menggunakan Beberapa Perangkat Android

No	Perangkat Smartphone Android	Spesifikasi Perangkat	Hasil Pengujian
1.	Poco X3	- Os Android 12, Snow Cone - Octa-core (2x2.3 GHz Kryo 470 Gold & 6x1.8 GHz Kryo 470 Silver) - Ram 6GB, memori 64GB	Berhasil
2	Redmi Note 11	- Os Android 11, Red Velvet Cake - Octa-core (4x2.4 GHz Kryo 256 Gold & 4x1.9 GHz Kryo 265 Silver - Ram 6GB, memori 128GB	Berhasil
3	Samsung Galaxy M31	- Os Android 12, Snow Cone - Octa-core (4x2.3 GHz Cortex -A73 & 4x1.7 GHz Cortex - A55) - Ram 6GB, memori 128GB	Berhasil
4	Tecno Spark 20	- Os Android 13, Tiramisu - Octa-core (2x2.0 GHz Cortex - A75 & 6x1.8 GHz Cortex - A55) - Ram 8GB, memori 256GB	Berhasil
5	Real Me C3	- Os Android 10, Quince Tart - Octa-core (2x2.0 GHz Cortex - A75 & 6x1.7 GHz Cortex - A55) - Ram 3GB, memori 32GB	Berhasil
6	Samsung Galaxy A31	- Os Android 12, Snow Cone - Octa-core (2x2.0 GHz Cortex - A75 & 6x1.7 GHz Cortex - A55) - Ram 6GB, memori 128GB	Berhasil

6. Distribution

Tahap Pada tahap ini penulis melakukan proses penyaluran aplikasi Topologic Augmented Reality ini pada peserta didik dan guru di lokasi penelitian, yaitu SMK Negeri 3 Tondano, Jl. Gunung Agung, rinegetan, Kec. Tondano Barat, Sulawesi Utara. Jika diperlukan aplikasi yang di salurkan akan di tinjau kembali, untuk pengembangan aplikasi yang lebih baik. Pada gambar 26 siswa mengikuti instruksi dan petunjuk penginstalan serta cara penggunaan aplikasi. Pada gambar 27 setelah aplikasi sudah terinstal, siswa dapat menggunakan aplikasi.



Gambar 26. Distribusi Aplikasi Topologic Augmented Reality kepada siswa/i SMK Negeri 3 Tondano



Gambar 27. Siswa menggunakan Aplikasi Topologic Augmented Reality

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka diambil suatu kesimpulan bahwa aplikasi Topologic Augmented Reality yang telah dibuat sudah sesuai berdasarkan tahapan metode penelitian yang digunakan yaitu Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdiri dari 6 tahapan yaitu Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution. Aplikasi Topologic AR sudah melewati metode tahap black box testing yang telah diuji oleh penulis, pakar dan mahasiswa sehingga terbukti dapat disalurkan kepada guru dan peserta didik di SMK Negeri 3 Tondano sebagai media pengenalan topologi jaringan komputer di dalam kelas.

DAFTAR ACUAN

Afandi Nur Aziz Thohari (2021). JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan) Vol 10 No 1 Tahun 2021. Pengenalan Perangkat Jaringan Komputer Menggunakan Teknologi Augmented Reality, 58-66.
 Agung Kharisma Hidayah, Muhammad Husni Rifqo, Dandi Sunardi, Rahmad Aminudin. (2024). Jurnal Media Informatika Vol 20 No 1 Tahun 2024. PENGEMBANGAN TEKNOLOGI AUGMENTED

REALITY UNTUK MEDIA PEMASARAN FURNITURE MURIA JAYA BERBASIS ANDROID, 147-153.

Diki Arisandi (2022). Jurnal Ilmu Pendidikan Vol 4 No 1 Tahun 2022. Perancangan Media Pembelajaran Topologi Jaringan Dengan Augmented Reality di Pogram Studi Teknik Informatika, 1487-1497.

Husnaini, N. H. (2023). PENGEMBANGAB BAHAN AJAR BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) PADA MATA PELAJARAN IPA SISWA DI MIN 1 KOLAKA UTARA. Vol. 10 No. 2, Desember 2023, pp. 224-232, 10, 224-232.

Laurens Rezaldi, M. A. (2023). Implementasi Vuforia Pada Aplikasi Augmented-Reality Pembelajaran Sistem Tata Surya. Vol 1, No 2 Februari, e-ISSN: 2962-4118, 1, 72-78.

Laurens Rezaldi, Muhammad Agung Nugroho, Pius Dian Widi Anggoro. JuTI "Jurnal Teknologi Informasi" Vol 1 No 2 Februari. Implementasi Vuforia Pada Aplikasi Augmented-Reality Pembelajaran Sistem Tata Surya, 72-78.

Lena Magdalena, Kusnandi, Muhammad Kahfi. Penerapan Teknologi Augmented Reality Untuk Pengenalan Komponen Jaringan dan Cara Kerja TCP/IP berbasis Android.

Riyanto, Singgih S.R. JUITA ISSN Vol 3 Nomor 4 November. Pemanfaatan Augmented Reality pada Media Pembelajaran Interaktif Peredaran Planet Utilization of Augmented Reality in Interactive Learning Media of Planet Revolution, 187-192

Romdhoni, A. (2018). Penjelasan Software Blender. Ilmu Teknologi Informasi, 2-3.

Roni Wibowo (2020). RAINSTEK Vol 2 No 4 Tahun 2020. PENERAPAN AUGMENTED REALITY SEBAGAI PEMBELAJARAN KONEKSI JARINGAN, 310-319.

Siti Nazila, F. S. (2021). Jurnal IKRA-ITH INFORMATIKA Vol 5 No 2 JULI 2021. Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Untuk Pengenalan Landmark Negara-Negara ASEAN Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Marker Based Tracking, 5, 99-107.

Wijay, I. M. (2022). Vol 5 No 2 Tahun 2022. APLIKASI AUGMENTED REALITY PENGENALAN HEWAN BERBASIS ANROID MENGGUNAKAN LIBRARY VUFORIA, 5, 173-181.

Zacky Ahmad (2020). Jurnal IKRAITH-INFORMATIKA Vol 6 No 1 Maret 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Augmented Reality Pada Materi Instalasi Jaringan Komputer, 90-99.

..