

Augmented Reality-Based Learning Media for Computer and Telecommunication Network Engineering in Vocational Schools

Gian Akhiru Ramadhan^{*1}, Rizkayeni Marta², Ilmiyati Rahmy Jasril³, Resmi Darni⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

^{*}Corresponding Author: gianakhiruramadhan14@gmail.com

Abstract - Hardware learning in the Computer and Network Engineering (CNE) Program at vocational high schools is often constrained by limited physical practice tools and media, such as static textbooks and 2D images, which are less effective in visualizing three-dimensional objects. This fails to provide an in-depth understanding of complex hardware components, a foundational skill in vocational education. Augmented Reality (AR) is one of the technologies with great potential to improve learning quality. This study is a Research and Development (R&D) project that aims to design and develop a comprehensive AR-based learning media. The development process was carried out using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method, consisting of concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. The novelty of this research lies in its integration of three domains—computer hardware, basic network devices, and fiber optic and telecommunication tools—aligned with the Kurikulum Merdeka learning outcomes. Application feasibility was evaluated in two stages: functional testing using the User Acceptance Testing (UAT) method involving 10 students and validation by media and material experts (two media experts and two material experts). The development resulted in a functional learning media containing 13 interactive 3D models and a quiz feature. Based on the UAT results, all main functionalities—including menu navigation, 3D object visualization, user interaction, and quiz systems—performed as expected. Furthermore, the expert validation yielded an average Aiken's V score of 0.90, categorizing the media as "highly valid". It is concluded that this AR-based learning media is both functionally feasible and highly valid as an innovative instructional tool to enhance students' understanding of computer and network hardware.

Keywords— Augmented Reality, Learning Media, Marker-Based AR, Android, Computer Hardware

I. PENDAHULUAN

Pada era Revolusi Industri 4.0, kemajuan teknologi yang sangat cepat telah berdampak besar pada banyak industri, termasuk pendidikan. Pandemi COVID-19 semakin mempercepat transformasi digital ini dengan mendorong peralihan proses pembelajaran konvensional menjadi pembelajaran berbasis daring. Perubahan mendadak tersebut menuntut pendidik dan peserta didik untuk beradaptasi secara cepat terhadap penggunaan berbagai teknologi pendidikan. Beragam platform seperti Zoom, Google Meet, dan Learning Management System (LMS), serta media pembelajaran berbasis permainan seperti Quizizz dan Kahoot, kini menjadi bagian penting dalam proses belajar-mengajar. Dengan demikian, media digital tidak lagi dipandang sebagai pelengkap, tetapi telah menjadi elemen utama yang mendukung efektivitas, interaktivitas, dan aksesibilitas pembelajaran di era modern.

DOI: <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v13i4.136078>

Received : 2025-10-24

Revised : 2025-10-27

Accepted : 2025-10-29

Published : 2025-12-29



For all articles published in VOTETEKNIKA
<https://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika>, © copyright is retained by the authors. This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Salah satu contoh digitalisasi pendidikan adalah penggabungan media pembelajaran interaktif. Media pembelajaran sangat penting untuk berkomunikasi dan memberi tahu guru dan siswa, menurut Sari et al. [1]. Ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya [2] yang menemukan bahwa media pembelajaran membantu siswa dan guru berkomunikasi dengan baik. Terbukti bahwa penggunaan media pembelajaran digital dapat membuat proses pembelajaran lebih menarik, terlibat, dan bermakna. E-book, video animasi, aplikasi edukatif, Augmented Reality (AR), dan Virtual Reality (VR) adalah beberapa contoh media tersebut. Media tersebut memungkinkan penyajian materi pembelajaran secara multimodal—menggabungkan teks, audio, dan visual—sehingga mampu meningkatkan pemahaman serta menyesuaikan dengan gaya belajar dan kebutuhan peserta didik yang beragam. Putri et al. [3] menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Informatika.

Kebutuhan akan media pembelajaran yang inovatif dan interaktif menjadi sangat penting, terutama dalam pendidikan vokasi yang menekankan pada penguasaan keterampilan praktis menjadi sangat penting. Siswa di sekolah menengah kejuruan (SMK), terutama di Program Keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), diharuskan untuk memahami bagian-bagian perangkat keras komputer sebelum mulai mempelajari konfigurasi jaringan yang lebih kompleks. Proses pembelajaran di SMK, bagaimanapun, seringkali terkendala oleh keterbatasan sarana praktik dan waktu yang dihabiskan di

laboratorium. Studi ini dilakukan di SMK Negeri 2 Lubuk Basung, di mana jurusan TKJ memiliki 12 rombongan belajar dengan total sekitar 30 siswa. Namun, hanya ada 30 unit perangkat utama yang tersedia untuk kegiatan praktik.

Ketidakseimbangan antara jumlah siswa dan ketersediaan alat praktik tersebut mengakibatkan kesempatan praktik menjadi terbatas. Selain itu, waktu penggunaan laboratorium yang sempit membuat kegiatan pembelajaran masih bergantung pada media statis seperti buku teks, slide presentasi, atau gambar dua dimensi. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan siswa dalam memvisualisasikan bentuk, ukuran, serta hubungan antar komponen perangkat keras, sehingga pemahaman konsep menjadi kurang mendalam.

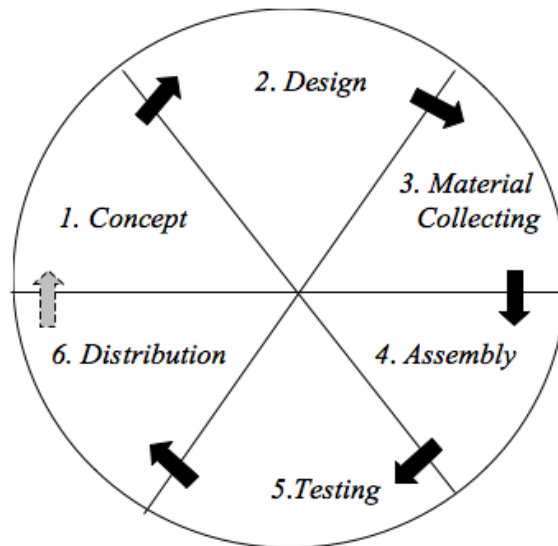
Untuk menyelesaikan masalah ini, pendekatan pembelajaran yang inovatif diperlukan. Pendekatan ini harus dapat menjembatani perbedaan antara praktik dan teori. Solusi yang mungkin termasuk penggunaan teknologi AR, yang merupakan teknologi yang menggabungkan objek *virtual* dengan dunia nyata secara real-time [4], [5]. Secara teoretis, AR dapat berkontribusi pada pembelajaran melalui beberapa cara. Pertama, AR mendukung teori pembelajaran konstruktivis (*constructivism*), di mana siswa secara aktif 'membangun' pengetahuan mereka sendiri. Media ini memungkinkan pengguna berinteraksi langsung dengan objek 3D —seperti memutar atau memperbesar komponen— sehingga mereka tidak lagi menjadi pembelajar pasif. Kedua, AR sejalan dengan Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia (*Cognitive Theory of Multimedia Learning*). Dengan menyajikan model 3D yang visual dan interaktif, AR membantu siswa mengolah informasi melalui saluran visual dan spasial secara bersamaan, yang terbukti dapat meningkatkan pemahaman konsep yang abstrak.

Penelitian sebelumnya [6], [7] telah membuktikan efektivitas AR, namun fokusnya masih terpisah-pisah (*parsial*). Riset oleh [9] dan [10], misalnya, berfokus pada perangkat keras komputer saja. Sementara riset lain [11] berfokus pada jaringan dasar. Hingga saat ini, terdapat celah penelitian berupa belum tersedianya media AR yang mengintegrasikan materi perangkat keras, jaringan dasar, dan teknologi telekomunikasi (seperti fiber optik) secara komprehensif dalam satu platform. Kebaruan (*novelty*) utama penelitian ini adalah menjembatani celah tersebut. Media yang dikembangkan secara spesifik mengintegrasikan tiga domain yang sebelumnya terpisah: (1) perangkat keras komputer, (2) perangkat jaringan dasar, dan (3) peralatan fiber optik serta telekomunikasi (termasuk OTDR). Selain integrasi materi tersebut, kebaruan juga terletak pada keselarasan media dengan Capaian Pembelajaran (CP) mata pelajaran Dasar-Dasar TJKT sesuai Kurikulum Merdeka, yang belum banyak disentuh oleh penelitian AR sebelumnya".

II. METODE

Model pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), yang dibuat oleh Luther dan diubah oleh Sutopo,

digunakan dalam penelitian ini. Model ini terdiri dari enam tahap utama: ide, desain, pengumpulan material, assembly, pengujian, dan penyebaran. Dalam model ini, setiap tahap berulang, yang berarti bahwa jika terjadi kesalahan atau diperlukan penyempurnaan selama proses pengembangan, setiap tahap dapat diulang. Selain itu, model ini telah digunakan dengan sukses dalam pembuatan aplikasi berbasis Android [12], [13], [14].



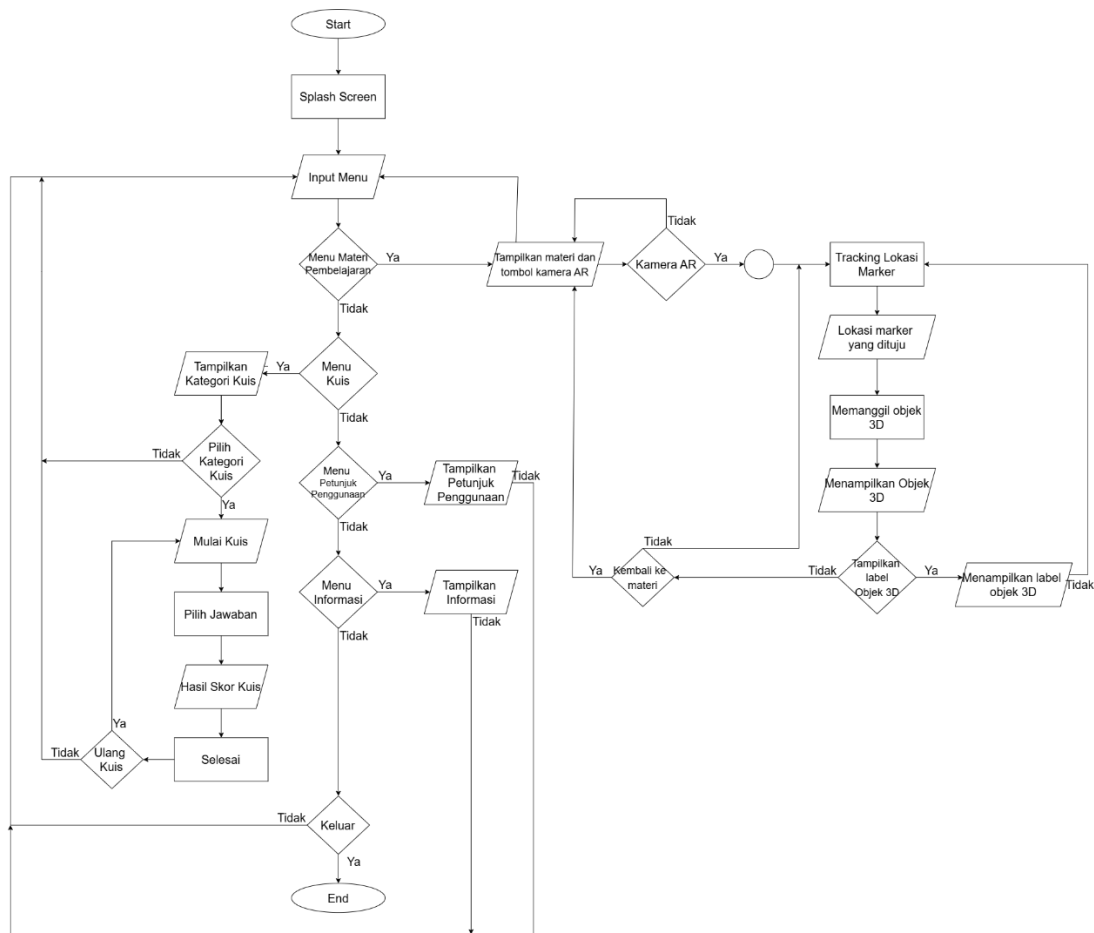
Gambar 1. Metode MDLC

A. Tahap Concept

Tahap ini dimulai dengan melakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi masalah dalam proses pembelajaran mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Hasil observasi dan wawancara dengan guru di SMK Negeri 2 Lubuk Basung menunjukkan bahwa pelajaran masih bergantung pada media statis seperti buku dan gambar dua dimensi. Hal ini menyebabkan siswa kesulitan memahami bentuk dan fungsi komponen perangkat keras jaringan. Oleh karena itu, tujuan ditetapkan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang memungkinkan penggunaan perangkat Android untuk menampilkan objek tiga dimensi secara interaktif.

B. Tahap Design

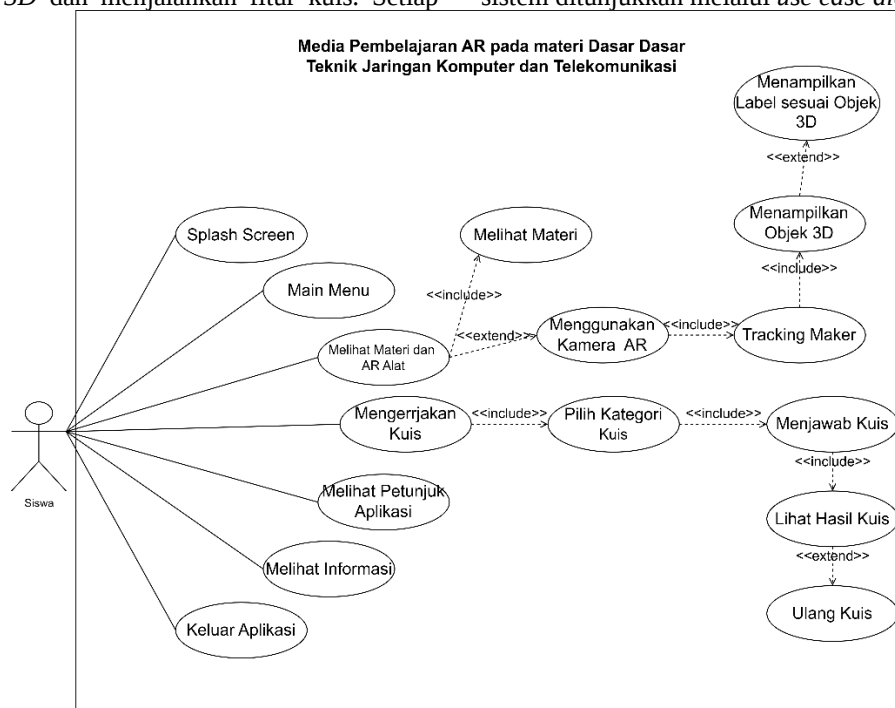
Pada tahap ini dilakukan perancangan alur sistem, antarmuka pengguna, dan struktur menu. Desain sistem menggambarkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi serta alur proses kerja dari media pembelajaran berbasis AR. Tahap perancangan dilakukan menggunakan *flowchart* dan *use case diagram* untuk memastikan hubungan logis antar komponen aplikasi dapat teridentifikasi dengan jelas. Alur sistem aplikasi digambarkan pada *flowchart* berikut:



Gambar 2. Flowchart Sistem Aplikasi Pembelajaran berbasis AR

Flowchart pada Gambar 2 menunjukkan tahapan proses utama dalam aplikasi, dimulai dari tampilan *splash screen*, navigasi ke menu utama, pemilihan modul pembelajaran, pelacakan penanda (*marker tracking*), hingga proses menampilkan objek 3D dan menjalankan fitur kuis. Setiap

percabangan menggambarkan keputusan pengguna terhadap menu yang dipilih, sedangkan proses akhir mengarahkan sistem untuk menampilkan hasil atau kembali ke menu sebelumnya. Selanjutnya, hubungan antara pengguna dengan sistem ditunjukkan melalui *use case diagram* berikut:



Gambar 3. Use Case Diagram media pembelajaran berbasis AR

Gambar 3 menjelaskan interaksi antara aktor (pengguna) dengan fungsi utama sistem. Pengguna dapat mengakses berbagai fitur, antara lain melihat modul pembelajaran, menjalankan kuis, menampilkan objek 3D, membaca petunjuk penggunaan, dan melihat informasi aplikasi. Setiap fungsi saling terhubung melalui relasi *include* dan *extend*, yang menggambarkan keterkaitan antara aktivitas utama dengan aktivitas tambahan di dalam sistem.

Aplikasi terdiri dari lima menu utama, yaitu *Learning Module*, *Quiz*, *Guide*, *Information*, dan *Exit*. Desain antarmuka pengguna (*user interface/UI*) dibuat menggunakan *Figma*, meliputi *splash screen*, menu utama, halaman pembelajaran, tampilan kamera AR, serta halaman kuis dan informasi. Objek tiga dimensi (*3D object*) dibuat dengan *Blender*, sedangkan penanda AR *marker* dirancang menggunakan *Canva* dan diintegrasikan melalui *Vuforia SDK*.

C. Tahap Material Collecting

Tahap ini melibatkan mengumpulkan bahan berupa teks, gambar, dan objek tiga dimensi. Materi diambil dari buku ajar, referensi daring, dan dokumen kurikulum. Konten mencakup tiga kategori utama, yaitu: (1) perangkat keras komputer, (2) perangkat jaringan dasar, dan (3) peralatan fiber optik serta telekomunikasi. Objek 3D disimpan dalam format *.fbx* dan *.obj* agar kompatibel dengan *Unity 3D*.

D. Tahap Assembly

Pada tahap ini seluruh elemen digabungkan dalam lingkungan pengembangan *Unity 3D*. Objek 3D diimpor, diberi tekstur, dan dihubungkan dengan skrip pemrograman menggunakan bahasa *C#* untuk mengatur deteksi penanda, interaksi pengguna, dan sistem kuis. Basis data *Vuforia* diintegrasikan melalui *license key* untuk mendeteksi penanda secara waktu nyata (*real-time*). Proyek akhir diekspor menjadi berkas aplikasi (*.apk*) yang dapat dijalankan di perangkat *Android*.

E. Tahap Testing

Uji coba alfa dan beta adalah dua tahap uji coba sistem. *Alpha testing* dilakukan menggunakan metode *User Acceptance Testing (UAT)* untuk memvalidasi fungsionalitas aplikasi dari sisi pengguna, serta memastikan aplikasi telah memenuhi kebutuhan dan harapan calon pengguna. Pengujian ini melibatkan total 10 orang siswa kelas X jurusan TKJ dari SMK Negeri 2 Lubuk Basung.

Pemilihan subjek UAT ini menggunakan teknik *purposive sampling* (pengambilan sampel bertujuan). Kriteria pemilihan subjek adalah merupakan siswa aktif Kelas X TKJ yang menjadi target utama pengguna media dan memiliki kemampuan akademik yang beragam (mewakili kelompok kemampuan tinggi, sedang, dan rendah). Pengambilan sampel dari satu kelas ini dianggap representatif untuk kebutuhan evaluasi formatif, karena mewakili karakteristik populasi target yang akan menggunakan media tersebut. Instrumen yang digunakan untuk *User Acceptance Testing (UAT)* adalah angket/kuesioner yang menggunakan skala Likert 4 poin untuk mengukur penerimaan pengguna. Kategori skor yang digunakan adalah Sangat Tidak Baik, Tidak Baik, Baik, dan Sangat Baik.

Lalu *Beta testing* dilakukan melalui validasi ahli untuk menilai kelayakan media. Validator dipilih secara purposif

berdasarkan kriteria keahlian yang spesifik. Validasi melibatkan dua ahli media, yaitu 2 dosen dari Jurusan Teknik Elektronika Universitas Negeri Padang. Kriteria pemilihan ahli media adalah memiliki keahlian di bidang rekayasa perangkat lunak dan media pembelajaran interaktif (termasuk AR) dan memiliki pengalaman dalam perancangan dan evaluasi media pembelajaran.

Validasi juga melibatkan dua ahli materi, yaitu 2 guru TKJ dari SMK Negeri 2 Lubuk Basung. Kriteria pemilihan ahli materi adalah menguasai materi Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, memahami Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka di SMK, dan memiliki pengalaman mengajar siswa Kelas X TKJ minimal 3 tahun.

Instrumen untuk validator ahli (ahli media dan ahli materi) juga menggunakan *rating scale* 4 poin untuk menilai kelayakan setiap *item* pada media. Kategori skor yang digunakan adalah: Tidak Valid/Tidak Relevan, Kurang Valid/Kurang Relevan, Cukup Valid/Cukup Relevan, dan Sangat Valid/Sangat Relevan. Hasil penilaian validator ahli dianalisis menggunakan rumus *Aiken's V* [6]. Analisis data hasil validasi ahli media dan ahli materi menggunakan perhitungan koefisien validitas *Aiken's V*. Rumus *Aiken's V* yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

Keterangan:

V = Indeks kesepakatan responden mengenaivaliditas butir
s = skor yang ditetapkan responden dikurangi skor terendah (s = r-1)

r = skor kategori pilihan pada responden

n = jumlah responden

c = jumlah kategori pilihan yang diisi responden

Hasil perhitungan koefisien V kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori validitas yang telah ditetapkan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel I:

TABEL 1. KATEGORI INTERPRETASI KOEFISIEN AIKEN'S V

No	Rata Skor	Tingkat Validitas
1	$0,8 < V \leq 1,0$	Sangat Valid
2	$0,4 < V \leq 0,8$	Cukup Valid
3	$0 < V \leq 0,4$	Kurang Valid

F. Tahap Distribution

Tahap akhir dilakukan dengan mendistribusikan aplikasi dalam bentuk berkas *.apk* kepada pihak sekolah untuk diuji coba dalam kegiatan pembelajaran. Aplikasi disertai dengan panduan penggunaan dan video tutorial agar mudah diimplementasikan oleh guru dan siswa di lingkungan kelas.

G. Perangkat Lunak

Dalam proses pengembangan digunakan perangkat keras berupa laptop dengan spesifikasi prosesor *AMD Ryzen 5 4600H*, RAM 16 GB, GPU *NVIDIA GTX 1650*, dan penyimpanan SSD 500 GB. Perangkat pengujian menggunakan ponsel *Android* minimal versi 10 dengan RAM 3 GB dan kamera belakang berfungsi baik.

Perangkat lunak yang digunakan meliputi *Unity 3D* sebagai platform pengembangan utama, *Vuforia SDK* untuk pelacakan penanda (*marker tracking*), *Blender* untuk pembuatan model 3D, *Figma* untuk perancangan antarmuka pengguna dan *Visual Studio* sebagai lingkungan pengkodean dan pengujian skrip.

III. HASIL DAN PEMNBAHASAN

A. Hasil Media Pembelajaran

Akhir dari proses perancangan dan pengembangan ini adalah sebuah aplikasi media pembelajaran berbasis AR yang dapat dijalankan pada perangkat Android. Aplikasi ini dirancang untuk menampilkan model 3D dari komponen komputer, jaringan, dan fiber optic serta materi pendukungnya melalui teknologi AR.

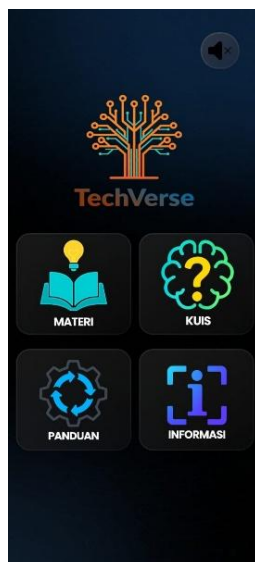
1. Halaman Splash Screen



Gambar 4. Halaman *Splash Screen*

Halaman *splash screen* adalah halaman pertama yang ditampilkan selama proses inisialisasi aplikasi. Yang pertama muncul adalah *splash screen* default dari Unity Engine, dan yang kedua adalah *splash screen* khusus yang dirancang.

2. Halaman Menu Utama

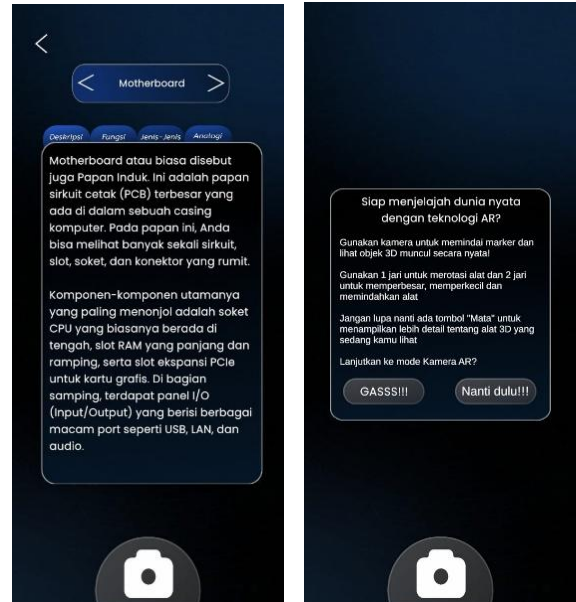


Gambar 5. Halaman Menu Utama

Dengan menggunakan tema teknologi kontemporer, halaman ini dibuat sebagai pusat navigasi yang mudah digunakan. Logo "TechVerse" meningkatkan identitas

visual aplikasi di bagian atas, dan di bawahnya terdapat empat tombol fungsional utama yang disusun secara sistematis. Materi termasuk akses ke konten dan materi AR, kuis untuk menilai pengguna, Panduan Aplikasi, dan informasi detail. Aplikasi ini memiliki fitur kontrol background musik di pojok kanan atas selain navigasi inti.

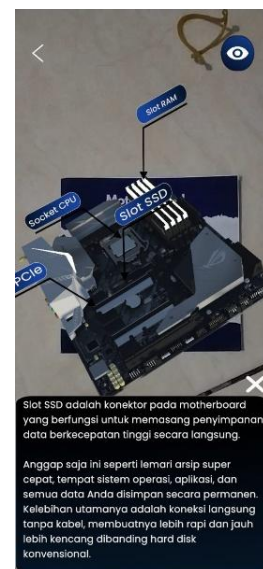
3. Halaman Materi



Gambar 6. Halaman Materi

Halaman materi yang berfungsi menyajikan informasi pendidikan secara terorganisir dengan navigasi panah untuk beralih antar topik dan sistem tab seperti deskripsi, fungsi, jenis-jenis, dan analogi untuk memberikan penjelasan lebih lanjut tentang setiap pembahasan. Salah satu fitur utamanya adalah tombol kamera di tengah bawah, yang berfungsi sebagai pintu masuk ke mode AR.

4. Halaman Kamera AR

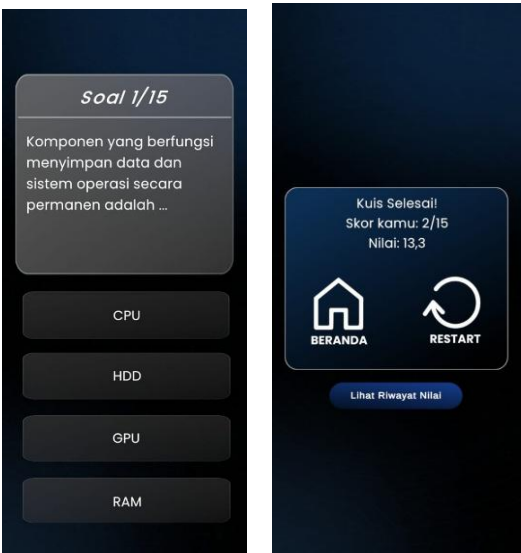


Gambar 7. Halaman Kamera AR

Halaman kamera AR yang dimaksudkan untuk memberikan pengalaman belajar yang fleksibel dan bebas

hambatan. Setelah kamera mendeteksi *marker* dan menampilkan model 3D, pengguna dapat menekan tombol ikon "mata" untuk menampilkan atau menyembunyikan semua label anotasi yang ada di objek 3D tersebut. Selain itu, tombol kembali di pojok kiri atas memudahkan pengguna untuk keluar dari halaman ini. Jika pengguna menekan tombol label maka pop up informasi label akan muncul dari bawah.

5. Halaman Kuis



Gambar 8. Halaman Kuis

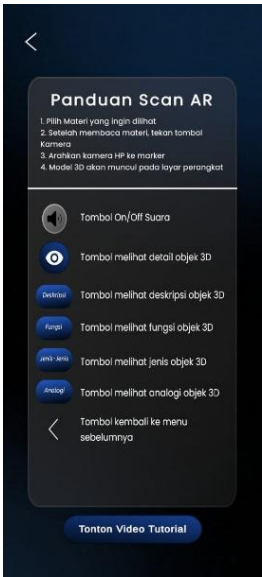
Halaman kuis yang digunakan untuk menilai pengguna. Desain yang informatif dan hierarkis dimulai dengan indikator progres di bagian atas, panel pertanyaan, dan empat opsi jawaban pilihan ganda yang disusun vertikal untuk memudahkan interaksi dengan perangkat mobile. Tidak ada tombol untuk kembali ke menu utama jika tidak selesai. Setelah semua soal diselesaikan, pop-up akan muncul untuk menunjukkan skor akhir kuis. Setelah selesai menjawab semua soal, akan muncul pop up yang memberikan informasi tentang kuis yang baru saja dikerjakan.



Gambar 9. Halaman *History* Nilai

Selanjutnya jika pengguna menekan tombol “Lihat Riwayat Nilai, maka akan muncul pop up riwayat nilai yang menggantikan pop up hasil kuis. Pengguna bisa melihat tanggal dan waktu ketika mengerjakan kuis, benar/salah soal yang dijawab dan total nilai dari kuis yang telah diselesaikan.

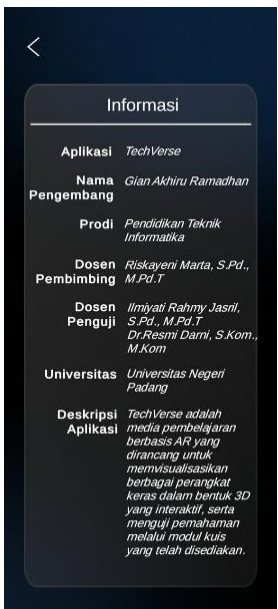
6. Halaman Panduan



Gambar 10. Halaman Panduan

Halaman Panduan Aplikasi menunjukkan cara menggunakan *marker* dan fungsi masing-masing tombol aplikasi. Selanjutnya, ada tombol "Tonton Video Tutorial" yang mengarahkan pengguna ke video tutorial penggunaan aplikasi yang sudah ada di YouTube.

7. Halaman Informasi



Gambar 11. Halaman Informasi

Halaman Informasi adalah halaman yang berisi informasi tentang developer dan aplikasi yang digunakan.

B. Hasil Pengujian

1. User Acceptance Testing (UAT)

Pengujian dilaksanakan pada 20 Oktober 2025 di Laboratorium TKJ SMK Negeri 2 Lubuk Basung. Setelah diberi instruksi tentang tujuan pengujian, setiap responden diminta untuk mencoba semua fitur aplikasi, termasuk navigasi menu utama, mengeksplorasi modul pembelajaran AR, dan menyelesaikan kuis. Setelah menggunakan aplikasi, mereka diminta untuk mengisi instrumen, yang terdiri dari sejumlah pernyataan tertutup.

TABEL 2. REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN UAT

No	Pernyataan/Aspek Penilaian	Skor Rata-Rata	Kategori
1	Desain visual aplikasi "TechVerse" terlihat modern dan profesional.	3.80	Sangat Baik
2	Pemilihan warna dan jenis huruf (font) mendukung keterbacaan dan kenyamanan visual.	3.70	Sangat Baik
3	Ikon dan tombol-tombol pada setiap menu mudah saya kenali fungsinya.	3.90	Sangat Baik
4	Tata letak (layout) setiap halaman terasa rapi dan terstruktur secara logis	3.80	Sangat Baik
5	Saya tidak merasa kesulitan saat pertama kali menggunakan aplikasi ini.	3.70	Sangat Baik
6	Cara memunculkan objek 3D dengan mengarahkan kamera ke <i>marker</i> mudah untuk dilakukan.	3.60	Sangat Baik
7	Interaksi dengan objek 3D (rotasi, zoom, dan melihat info) berjalan lancar dan responsif.	3.90	Sangat Baik
8	Semua tombol dan fitur pada aplikasi berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.	4.00	Sangat Baik
9	Aplikasi berjalan dengan stabil tanpa <i>lag</i> atau error yang mengganggu.	3.80	Sangat Baik
10	Fitur kuis berjalan dengan baik dan cara menjawabnya mudah diikuti.	4.00	Sangat Baik
11	Melihat perangkat keras dalam bentuk 3D AR lebih menarik daripada melihat gambar di buku.	4.00	Sangat Baik
12	Aplikasi ini membantu saya lebih mudah membayangkan bentuk asli dari komponen komputer dan jaringan.	3.70	Sangat Baik
13	Saya merasa termotivasi untuk belajar lebih banyak tentang perangkat keras setelah menggunakan aplikasi ini.	3.70	Sangat Baik
14	Fitur kuis membantu saya untuk menguji pemahaman saya terhadap materi.	3.80	Sangat Baik
Rata – Rata Keseluruhan		3.80	Sangat Baik

Aplikasi media pembelajaran berbasis Augmented Reality ini memiliki kelayakan yang tinggi dan diterima dengan baik oleh siswa sebagai pengguna utama, menurut hasil pengujian UAT yang mencakup 10 siswa yang disurvei. Aplikasi ini dikategorikan sebagai Sangat Baik dengan skor rata-rata keseluruhan 3.80 dari skala maksimum 4.00, yang secara signifikan menunjukkan bahwa aplikasi telah memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pembelajaran siswa.

2. Uji Validasi Media

Proses validasi ini melibatkan dua orang dosen dari Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang (UNP). Instrumen yang digunakan adalah angket penilaian ahli media yang terdiri dari 15 pernyataan. Selanjutnya, data yang dikumpulkan dianalisis untuk menentukan tingkat kelayakan media yang dibuat.

TABEL 3. HASIL VALIDASI MEDIA

No	Pernyataan/Aspek Penilaian	Skor Rata-Rata	Kategori
1	Aplikasi dapat diinstal dan dijalankan dengan lancar pada perangkat Android yang sesuai spesifikasi.	1.00	Valid
2	Fungsi deteksi dan pelacakan <i>marker</i> Augmented Reality (AR) berjalan dengan stabil dan responsif.	1.00	Valid
3	Media pembelajaran berjalan lancar tanpa adanya <i>hang</i> , <i>crash</i> , atau <i>lag</i> yang signifikan.	1.00	Valid
4	Visualisasi model 3D telah merepresentasikan bentuk fisik alat yang sesungguhnya dengan benar dan proporsional.	0.67	Cukup Valid
5	Gambar dan model 3D yang digunakan memiliki kualitas visual yang baik dan sesuai dengan materi yang disampaikan.	0.67	Cukup Valid
6	Desain tampilan media pembelajaran menarik dengan pemilihan warna yang tepat dan harmonis.	0.83	Valid
7	Tata letak (layout) elemen pada setiap halaman (menu, kuis, AR) terstruktur dengan baik dan rapi.	1.00	Valid
8	Teks (tipografi) di dalam aplikasi mudah dibaca dari segi jenis, ukuran, dan warna.	0.83	Valid
9	Ikon dan tombol yang digunakan jelas, menarik, dan sesuai dengan fungsinya masing-masing.	0.83	Valid
10	Aplikasi mudah dioperasikan oleh pengguna awam (siswa).	1.00	Valid
11	Tombol navigasi mudah diakses dan alur penggunaan aplikasi bersifat intuitif.	1.00	Valid
12	Media pembelajaran ini bersifat interaktif dan komunikatif dalam menyampaikan informasi.	1.00	Valid
13	Aplikasi ini dapat diakses dan digunakan di mana pun (portabel).	0.83	Valid
14	Konten yang disajikan berpotensi untuk meningkatkan rasa ingin tahu dan motivasi belajar siswa.	1.00	Valid
15	Secara keseluruhan, aplikasi ini layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk materi yang telah ditentukan.	1.00	Valid
Rata – Rata Keseluruhan		0.90	Valid

Menurut hasil perhitungan Aiken's V, nilai rata-rata Aiken's V untuk seluruh item adalah 0.90, yang menunjukkan bahwa media pembelajaran ini sangat valid dari sudut pandang ahli media. Ini menunjukkan bahwa dosen ahli setuju sepenuhnya tentang kelayakan dan kualitas aplikasi dalam hal fungsionalitas, desain, dan pengalaman pengguna. Dengan demikian, berdasarkan penilaian ahli media, aplikasi media

pembelajaran berbasis AR ini telah valid dan sangat layak untuk digunakan sebagai media pendukung pembelajaran.

3. Uji Validasi Materi

Setelah aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* melewati tahap validasi oleh ahli media, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi oleh ahli materi. Validasi ini bertujuan untuk mengukur kelayakan dan kesesuaian konten materi perangkat keras yang disajikan dalam aplikasi, memastikan akurasi, relevansi, dan kemudahan pemahaman bagi siswa SMK. Proses validasi ini melibatkan dua orang guru mata pelajaran TKJ SMK Negeri 2 Lubuk Basung.

TABEL 4. HASIL VALIDASI MATERI

No	Pernyataan/Aspek Penilaian	Skor Rata-Rata	Kategori
1	Media Pembelajaran berbasis <i>Augmented Reality</i> pada Materi Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi sudah sesuai dengan CP dan ATP mata pelajaran Dasar-Dasar TJKT untuk Kelas X	1.00	Valid
2	Cakupan dan kedalaman materi (model-model alat yang ditampilkan) sudah relevan dan memadai untuk tingkat pemahaman siswa Kelas X.	1.00	Valid
3	Soal-soal pada modul kuis relevan dan sesuai dengan materi pembelajaran yang disajikan.	0.83	Valid
4	Semua informasi, deskripsi, dan fungsi dari setiap perangkat keras yang ditampilkan adalah akurat secara teknis.	0.83	Valid
5	Penggunaan istilah teknis dan nomenklatur sudah konsisten dan sesuai dengan standar kurikulum/industri.	0.83	Valid
6	Visualisasi model 3D telah merepresentasikan bentuk fisik alat yang sesungguhnya dengan benar dan proporsional.	1.00	Valid
7	Pelabelan pada setiap komponen model 3D sudah tepat dan jelas dalam penunjukannya.	1.00	Valid
8	Bahasa yang digunakan dalam deskripsi dan penjelasan materi mudah dipahami oleh siswa Kelas X.	0.67	Cukup Valid
9	Informasi disajikan secara ringkas, padat, dan tidak menimbulkan makna ganda (ambigu).	0.85	Valid
10	Struktur penyajian informasi (misal: Deskripsi, Fungsi, Jenis-jenis, Analgoi) terorganisir dengan baik dan logis.	0.85	Valid
11	Visualisasi teks dan gambar/model 3D pada setiap halaman materi saling mendukung dan tidak tumpang tindih.	0.85	Valid
12	Media AR ini efektif membantu memperjelas konsep-konsep fisik perangkat keras yang sulit dijelaskan secara konvensional.	1.00	Valid
13	Penggunaan teknologi AR berpotensi meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa terhadap materi ini.	1.00	Valid
14	Tingkat kesulitan soal kuis sudah sesuai untuk evaluasi pemahaman dasar siswa.	1.00	Valid

15	Aplikasi ini dapat digunakan sebagai alat bantu guru dalam menyampaikan materi, serta sebagai media belajar mandiri siswa.	1.00	Valid
Rata – Rata Keseluruhan		0.90	Valid

Berdasarkan hasil perhitungan Aiken's V pada Tabel 9, terdapat ada kesepakatan yang kuat antara kedua ahli materi tentang akurasi, relevansi, dan kesesuaian konten dengan kurikulum serta kebutuhan siswa SMK. Hasil perhitungan Aiken's V yang ditunjukkan pada Tabel 9 menunjukkan bahwa materi pembelajaran dalam aplikasi ini sangat valid dari perspektif ahli materi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa materi pembelajaran dalam aplikasi ini sangat valid dari perspektif ahli materi.

C. Pembahasan

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa penerapan teknologi AR pada pembelajaran vokasi efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual terhadap komponen perangkat keras dan jaringan komputer. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya Putri *et al.* [15] yang menyatakan bahwa efektivitas media AR dalam meningkatkan hasil belajar pada mata pelajaran yang sama di lingkungan SMK. Namun, tidak seperti penelitian sebelumnya [9], [10] yang berfokus secara parsial (terpisah) hanya pada perangkat keras PC atau jaringan dasar [11], media ini terbukti valid untuk *domain* materi yang lebih luas dan terintegrasi (Perangkat Keras, Jaringan, dan Telekomunikasi Fiber Optik).

Keberhasilan validasi ini kemungkinan besar disebabkan oleh kemampuan AR dalam menyajikan representasi visual 3D yang otentik. Sesuai dengan Teori Beban Kognitif, media ini mengurangi beban kognitif (*cognitive load*) siswa yang biasanya kesulitan memvisualisasikan objek 3D dari gambar 2D di buku. Siswa tidak lagi hanya pasif membaca, tetapi dapat berinteraksi (memutar, memperbesar) objek, yang sejalan dengan prinsip pembelajaran konstruktivis.

Meskipun skor total sangat valid ($V=0.90$), sebuah analisis perlu dilakukan terhadap temuan Uji Validasi, di mana *item* "Visualisasi model 3D" (item 5) hanya mendapat skor 0.67 ("Cukup Valid"). Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya *trade-off* (pertukaran) antara kualitas visual dan performa aplikasi. Untuk memastikan media berjalan lancar (*runtime*) di beragam spesifikasi *smartphone* Android siswa dan memiliki ukuran *file* yang ringan, dilakukan kompresi tekstur dan pengurangan *polygon* pada model 3D. Keputusan teknis ini berdampak pada sedikit penurunan realisme visual, yang ditangkap oleh validator ahli.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis langsung bagi guru SMK. Guru dapat memanfaatkan media pembelajaran ini dalam berbagai skenario pembelajaran. Sebagai contoh skenario: (1) Guru dapat menggunakan fitur *screen mirroring* dari *smartphone* ke proyektor untuk mendemonstrasikan komponen yang mahal atau langka (seperti OTDR) secara 3D kepada seluruh kelas. (2) Siswa dapat menggunakan media ini secara mandiri di rumah untuk mengeksplorasi komponen sebelum melakukan praktik pembongkaran PC di laboratorium. Guru dapat mengintegrasikan media ini ke dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (*lesson plan*) pada tahap eksplorasi konsep.

Penting untuk dicatat bahwa penelitian ini berfokus pada uji kelayakan (*feasibility*) dan validasi, bukan uji efektivitas

(effectiveness) pembelajaran. Penelitian ini membuktikan bahwa media ini layak digunakan, namun belum mengukur secara kuantitatif seberapa besar dampaknya terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk berfokus pada desain *quasi-experiment* dengan kelompok kontrol dan eksperimen untuk menguji efektivitas media pembelajaran berbasis AR secara statistik.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang dinyatakan layak untuk pembelajaran Dasar-Dasar TJKT. Kelayakan ini dibuktikan dengan hasil UAT yang hampir mencapai 100% dan hasil validasi ahli gabungan (media dan materi) yang memperoleh nilai *Aiken's V* = 0,91 dengan kategori "sangat valid".

Lebih dari sekadar kelayakan teknis, kontribusi pedagogis utama dari penelitian ini adalah menyediakan alat bantu ajar yang mampu mengurangi beban kognitif (*cognitive load*) siswa dalam memvisualisasikan objek 3D yang kompleks dan abstrak. Dengan fitur interaktifnya (rotasi, zoom), media ini mendukung prinsip pembelajaran konstruktivis, mentransformasi siswa dari pembelajar pasif menjadi pembelajar aktif, dan secara efektif menjembatani kesenjangan antara pemahaman teoretis dan praktik di pendidikan vokasi.

Penelitian ini terbatas pada uji kelayakan (*feasibility*). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya (*future work*) disarankan untuk fokus pada uji lapangan yang lebih luas, seperti melakukan penelitian *quasi-experiment* dengan kelompok kontrol, untuk mengukur efektivitas dan dampak media secara kuantitatif terhadap hasil belajar siswa. Peningkatan konten media di masa depan juga dapat dilakukan dengan menambahkan koleksi model 3D yang lebih beragam, khususnya untuk peralatan telekomunikasi *fiber optic* yang lebih canggih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Sari, N. Utami, and R. Fadhillah, "Efektivitas media pembelajaran digital interaktif dalam meningkatkan motivasi belajar siswa," *Jurnal Pendidikan Vokasi*, vol. 12, no. 1, pp. 65–74, 2022.
- [2] A. Fadilah, K. R. Nurzakiah, N. A. Kanya, S. P. Hidayat, and U. Setiawan, "Pengertian media, tujuan, fungsi, manfaat dan urgensi media pembelajaran," *Journal of Student Research (JSR)*, vol. 1, no. 2, pp. 1–17, 2023.
- [3] T. Y. Putri, R. Jasril, and R. Marta, "Pengaruh media pembelajaran interaktif dalam problem based learning terhadap hasil belajar pada mata pelajaran informatika di SMA Negeri 1 Sutera," *Educational Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 46–54, 2025.
- [4] H. F. Dalimunthe and P. Simanjuntak, "Aplikasi pengenalan perangkat keras komputer berbasis Android menggunakan AR," *COMASIE*, vol. 9, no. 2, pp. 40–45, 2023.
- [5] G. Molina and T. Thamrin, "Pengembangan media pembelajaran komponen elektronika berbasis augmented reality," *Jurnal VOTETEKNIKA (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, vol. 9, no. 4, pp. 1–2, 2021.
- [6] R. Agustian and Y. Arafat, "Pemanfaatan teknologi augmented reality untuk pembelajaran interaktif di SMK," *Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 9, no. 2, pp. 150–160, 2021.
- [7] R. Murfi and K. Rukun, "Augmented reality (AR)-based learning media on the subject of computer network installation," *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, vol. 53, no. 2, pp. 213–226, 2020.
- [8] H. Retnawati, *Validitas, Reliabilitas, dan Karakteristik Butir*, Yogyakarta: Parama Publishing, 2016.
- [9] B. Agustian and M. Y. Arafat, "Implementasi augmented reality pada mata pelajaran komputer dan jaringan dasar di SMK Nufa Citra Mandiri berbasis Android," *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, vol. 5, no. 4, p. 553, 2021.
- [10] H. Menrisal and H. Wijaya, "Pengembangan media pembelajaran AR untuk komponen perangkat keras komputer di SMK," *Jurnal VOTETEKNIKA (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, vol. 10, no. 1, pp. 45–54, 2022.
- [11] M. A. Haekal, N. Sari, and D. Rahman, "AR-based interactive media for basic network device learning at vocational high school," *Journal of Vocational and Technical Education*, vol. 12, no. 3, pp. 102–110, 2022.
- [12] A. Hidayat, A. Ikhwan, and M. Alda, "Aplikasi virtual tour manasik haji menggunakan metode MDLC berbasis Android," *Resolusi: Rekayasa Teknik*, vol. 3, no. 5, pp. 364–371, 2023.
- [13] F. Firmansyah and A. Hadi, "Pengembangan aplikasi e-modul interaktif untuk mata pelajaran komputer dan jaringan dasar," *Jurnal VOTETEKNIKA (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, vol. 10, no. 4, pp. 107–118, 2022.
- [14] I. M. E. Warmanto, A. Lahinta, and M. S. Tuloli, "Penerapan teknologi augmented reality dengan metode marker based tracking," *DIFFUSION Journal of System and Information Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 13–23, 2021.
- [15] D. H. Putri, Y. Hendriyani, M. Adri, and B. R. Fajri, "Pengembangan media pembelajaran berbasis AR pada mata pelajaran dasar-dasar teknik jaringan komputer dan telekomunikasi," *Jurnal Teknik Komputer dan Informatika (JTeKI)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2024.