

Pembelajaran Interaktif Instalasi Kabel LAN Berbasis *Augmented Reality* pada Dasar-Dasar Jaringan Komputer dan Telekomunikasi

Maurah Tria Rahmayami¹, Dedy Irfan², Ika Parma Dewi³, Delvi Asmara⁴

Program Studi S1 Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Negeri Padang

Author: Maurah Tria Rahmayami, E-Mail: trirahmayami0711@gmail.com

Published: August, 2025

ABSTRAK

Pembelajaran pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Negeri 1 Padangsidimpuan masih didominasi oleh penggunaan *e-modul* berbasis PDF dan presentasi PowerPoint yang penyampaianya bersifat satu arah. Hal ini berdampak pada rendahnya partisipasi aktif dan pemahaman peserta didik, terutama dalam memahami materi teknis seperti instalasi kabel jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dapat meningkatkan visualisasi, keterlibatan, dan pemahaman siswa terhadap materi. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), yang terdiri dari enam tahap: konsep, perancangan, pengumpulan materi, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Media yang dikembangkan menggabungkan teknologi AR dengan elemen multimedia interaktif seperti teks, objek 3D, audio, dan simulasi perangkat jaringan yang dapat diakses melalui perangkat seluler. Hasil validasi dari ahli materi dan media menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 93% dan 97%, yang tergolong dalam kategori sangat layak digunakan. Uji kepraktisan terhadap 35 peserta didik menunjukkan persentase 88,83%, yang termasuk kategori sangat praktis dalam mencerminkan tingkat kemudahan penggunaan. Hasil ini menunjukkan bahwa media yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alternatif pendukung dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: Media Pembelajaran, *Augmented reality*, Dasar – Dasar Jaringan Komputer dan Telekomunikasi.

ABSTRACT

Learning in the subject of Basic Computer and Telecommunication Network Engineering at SMK Negeri 1 Padangsidimpuan is still dominated by the use of PDF-based e-modules and PowerPoint presentations delivered in a one-way manner. This condition has led to low student engagement and limited understanding, particularly in technical topics such as network cable installation. This study aims to develop an interactive learning medium based on Augmented Reality (AR) to enhance visualization, student involvement, and comprehension of the subject matter. The research employs a Research and Development (R&D) approach using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) model, which consists of six stages: concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. The developed media integrates AR technology with interactive multimedia elements such as text, 3D objects, audio, and network device simulations, all accessible via mobile devices. Validation results from subject matter and media experts show feasibility levels of 93% and 97%, respectively, indicating that the media is highly suitable for use. A practicality test involving 35 students resulted in a score of 88.83%, reflecting a high level of usability. These findings suggest that the developed media can serve as an effective alternative to support the learning process.

Keywords: Learning Media, *Augmented reality*, Fundamentals of Computer and Telecommunications Networks.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu fondasi utama dalam membentuk individu dan masyarakat yang adaptif terhadap perkembangan zaman. Seiring dengan kemajuan teknologi yang pesat, dunia pendidikan mengalami transformasi signifikan, khususnya dalam cara penyampaian materi dan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar. Teknologi digital telah memungkinkan terciptanya pengalaman belajar yang lebih dinamis, interaktif, dan kontekstual (Hamidah D et al., 2025). Salah satu inovasi teknologi yang semakin populer dan potensial dalam pembelajaran adalah *Augmented Reality* (AR), yaitu teknologi yang menggabungkan elemen digital dengan dunia nyata secara real-time untuk menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif (Wulandari, 2022).

Dalam konteks pendidikan vokasi, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki peran penting dalam menyiapkan lulusan yang terampil dan siap kerja. SMK menekankan penguasaan keterampilan praktis agar siswa dapat bersaing di dunia industri (Salma et al., 2025). Salah satu kompetensi inti dalam jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) adalah kemampuan dalam melakukan instalasi kabel jaringan lokal *Local Area Network* (LAN). Pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Negeri 1 Padangsidempuan, penguasaan terhadap perangkat jaringan seperti kabel UTP, tang crimping, konektor RJ-45, dan LAN Tester menjadi hal yang esensial. Namun, berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru, diketahui bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh media konvensional seperti PowerPoint dan *e-modul* dalam format PDF. Pendekatan ini bersifat satu arah dan kurang melibatkan siswa secara aktif, sehingga pemahaman siswa lebih bersifat teoretis dan kurang aplikatif.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan inovasi media pembelajaran berbasis teknologi yang mampu menyajikan materi secara visual dan kontekstual. *Augmented Reality* memberikan peluang bagi peserta didik untuk berinteraksi langsung dengan objek tiga dimensi melalui perangkat mobile seperti smartphone. Media pembelajaran berbasis AR dapat membantu siswa memahami konsep abstrak secara lebih nyata, meningkatkan motivasi belajar, serta menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan partisipatif. Penggunaan AR juga selaras dengan prinsip Kurikulum Merdeka yang mendorong pembelajaran aktif, kolaboratif, dan kontekstual (Setiawan & Sofyan, 2022), serta mendukung kebijakan PP Nomor 57 Tahun 2021 tentang Standar Nasional Pendidikan yang menekankan pentingnya suasana belajar yang interaktif, inspiratif, dan memotivasi siswa untuk berperan aktif (Zainuddin et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dengan pendekatan *Marker-Based AR*, yang memungkinkan pengguna menampilkan model 3D komponen jaringan menggunakan kamera perangkat Android. Media ini dirancang untuk memudahkan siswa memahami proses instalasi kabel LAN secara visual dan interaktif. Jenis AR yang digunakan, *Marker-Based AR*, memanfaatkan *marker* atau penanda visual tertentu yang dikenali oleh sistem untuk memunculkan objek digital. Pendekatan ini dipilih karena memiliki tingkat akurasi tinggi, mudah diimplementasikan, dan sesuai untuk lingkungan pendidikan (Arifitama et al., 2021).

Pengembangan media dilakukan menggunakan model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri dari enam tahap, yaitu konsep, desain, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Proses pengembangan memanfaatkan berbagai perangkat lunak pendukung. Unity digunakan sebagai game engine utama yang mendukung pengembangan aplikasi lintas platform dan terintegrasi dengan Vuforia SDK untuk proses pelacakan *marker* dan pemunculan objek 3D secara real-time (Reno, 2021). Blender 3D digunakan untuk membuat pemodelan objek tiga dimensi dari komponen jaringan secara detail, seperti konektor RJ-45 dan LAN Tester (Zebua et al., 2020). Selain itu, Adobe Illustrator digunakan untuk mendesain elemen grafis seperti ikon dan antarmuka pengguna, sementara Visual Studio Code dimanfaatkan untuk pengkodean dan pengintegrasian skrip dalam aplikasi.

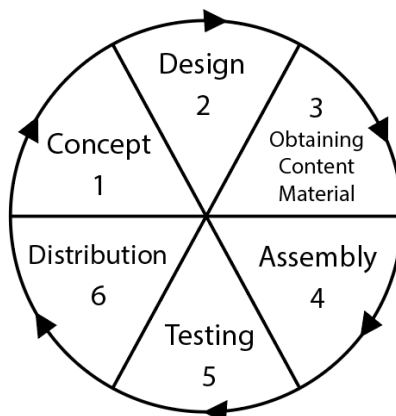
Aplikasi ini dirancang untuk berjalan pada sistem operasi Android, mengingat Android merupakan platform mobile yang paling banyak digunakan di kalangan siswa. Fleksibilitas Android dalam menampilkan konten digital menjadikannya media yang ideal untuk mendukung pembelajaran yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja (Wahyudi, 2022; Andriani & Suratman, 2021). Media pembelajaran ini diterapkan pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, khususnya di jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ). Jurusan TKJ sendiri bertujuan untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan dalam instalasi, konfigurasi, dan pemeliharaan jaringan komputer serta mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (Kristianingsih, 2020).

Melalui pengembangan media ini, diharapkan siswa dapat lebih memahami materi secara mendalam melalui pengalaman belajar yang interaktif. Media AR juga diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar siswa serta efektivitas pembelajaran, baik di lingkungan sekolah maupun dalam pembelajaran mandiri di luar kelas. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi AR tidak hanya menjawab tantangan pembelajaran di era digital, tetapi juga menjadi bagian dari strategi pembelajaran inovatif yang mendukung peningkatan kualitas pendidikan vokasi di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk merancang dan menghasilkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang valid, praktis, dan efektif untuk mendukung pembelajaran instalasi kabel LAN pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Pendekatan pengembangan yang digunakan adalah *Multimedia*

Development Life Cycle (MDLC), karena metode ini dianggap sesuai untuk merancang dan mengembangkan aplikasi berbasis multimedia interaktif, khususnya teknologi AR.



Gambar 1. Metode Pengembangan MDLC

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada metode MDLC yang dikembangkan oleh Luther dan dimodifikasi oleh Sutopo (Rahayu et al., 2019). Model ini terdiri atas enam tahapan utama, yaitu:

1. *Concept* (Konsep)

Tahap ini bertujuan untuk menentukan tujuan utama pengembangan aplikasi, target pengguna, serta spesifikasi dasar sistem. Dalam penelitian ini, aplikasi dirancang untuk siswa SMK Negeri 1 Padangsidimpuan, dengan tujuan menyediakan media pembelajaran AR yang interaktif mengenai praktik pembuatan kabel LAN (straight dan cross). Aplikasi ini berbasis Android dan menampilkan simulasi 3D yang diakses melalui perangkat mobile dengan sistem operasi minimal Android 11.

2. *Design* (Perancangan)

Tahapan ini melibatkan perencanaan elemen-elemen sistem, mulai dari desain alur kerja aplikasi (flowchart), blok diagram sistem, hingga desain antarmuka pengguna (UI). Sistem dirancang menggunakan teknologi *markerless* AR yang memanfaatkan Vuforia sebagai pelacak objek dan Unity sebagai platform pengembangan utama. Objek 3D seperti kabel, konektor, tang, dan tester dibuat menggunakan Blender, sedangkan antarmuka aplikasi dirancang dengan Adobe Illustrator agar tampilan menarik dan mudah digunakan. Flowchart aplikasi menggambarkan navigasi menu seperti materi, simulasi kabel straight dan cross, bantuan, serta profil pengguna.

3. *Material collecting* (Pengumpulan Bahan)

Material collecting adalah tahap pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan yang dikerjakan. Bahan-bahan tersebut antara lain seperti gambar clip art, foto, animasi, video, audio, dan lainnya, tahap ini dapat dikerjakan secara paralel dengan tahap *assembly*.

4. *Assembly* (Pembuatan)

Pada tahap ini, seluruh aset yang telah dikumpulkan diintegrasikan ke dalam platform Unity. Lisensi dan database *markerbased* dibuat melalui situs resmi Vuforia, kemudian dikaitkan ke dalam aplikasi melalui plugin Vuforia Engine. Seluruh objek 3D dan elemen antarmuka diatur sedemikian rupa dalam scene Unity untuk menghasilkan interaksi pembelajaran yang menyatu dan fungsional. Setelah itu, aplikasi dikompilasi menjadi file APK agar dapat dijalankan di perangkat Android.

5. *Testing* (Pengujian)

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam aplikasi berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya. Uji coba dilakukan secara terbatas kepada siswa untuk menguji aspek fungsionalitas, keterpahaman antarmuka, serta kestabilan sistem. Selain itu, pengujian kelayakan media juga dilakukan oleh ahli materi dan ahli media menggunakan instrumen validasi yang relevan.

6. *Distribution* (Distribusi)

Tahap akhir dari proses pengembangan ini adalah penyebaran atau instalasi aplikasi pada perangkat siswa untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Aplikasi diuji lebih lanjut dalam skala kelas untuk mengetahui aspek kepraktisan dan efektivitasnya dalam mendukung pemahaman siswa terhadap materi instalasi kabel LAN

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. *Concept (Konsep)*

Pada tahap awal pengembangan, dilakukan perancangan konsep media pembelajaran dengan menetapkan sasaran pengguna, jenis media, tujuan pengembangan, dan spesifikasi minimum perangkat. Media yang dikembangkan berupa aplikasi interaktif berbasis Android yang menampilkan simulasi pembuatan kabel LAN dalam bentuk objek 3D menggunakan teknologi Augmented Reality. Tujuan utamanya adalah membantu siswa belajar secara mandiri dan memahami materi praktik secara lebih visual dan kontekstual. Media ini ditujukan untuk siswa SMK pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, dan dirancang agar dapat dijalankan pada perangkat Android dengan sistem operasi minimal versi 11.

2. *Design (Perancangan)*

Pada tahap *design*, disusun storyboard yang berfungsi sebagai panduan visual dalam pengembangan aplikasi. Storyboard ini menggambarkan alur navigasi, tampilan antarmuka, dan interaksi pengguna dengan konten pembelajaran, seperti materi, video, serta objek 3D komponen instalasi kabel LAN. Perancangan ini dilakukan untuk memastikan aplikasi dibangun secara sistematis dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.



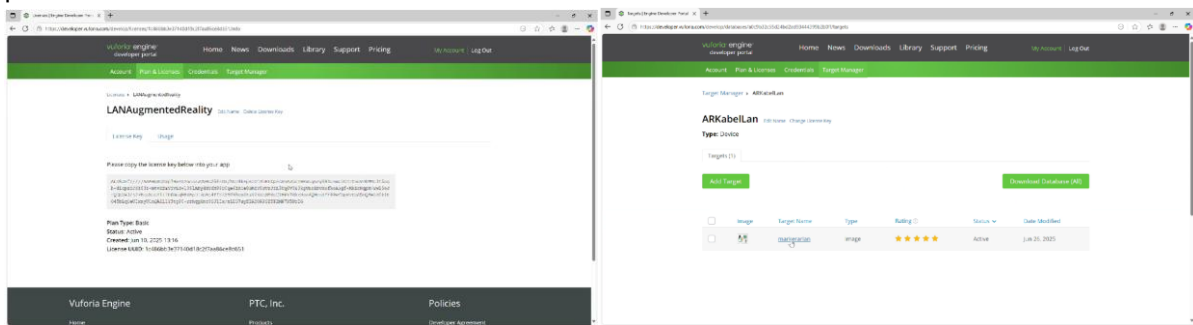
Gambar 2. Storyboard

3. *Material collecting (Pengumpulan Bahan)*

Pada tahap *material collecting*, dilakukan pengumpulan materi ajar terkait instalasi kabel LAN, termasuk kompetensi dasar, indikator pembelajaran, dan uraian materi. Selain itu, dikumpulkan referensi visual dan spesifikasi komponen jaringan seperti kabel UTP, konektor RJ-45, tang crimping, dan LAN tester sebagai acuan pembuatan model 3D. Sumber data diperoleh dari buku ajar, modul SMK, serta referensi daring yang valid untuk mendukung pengembangan media berbasis Augmented Reality.

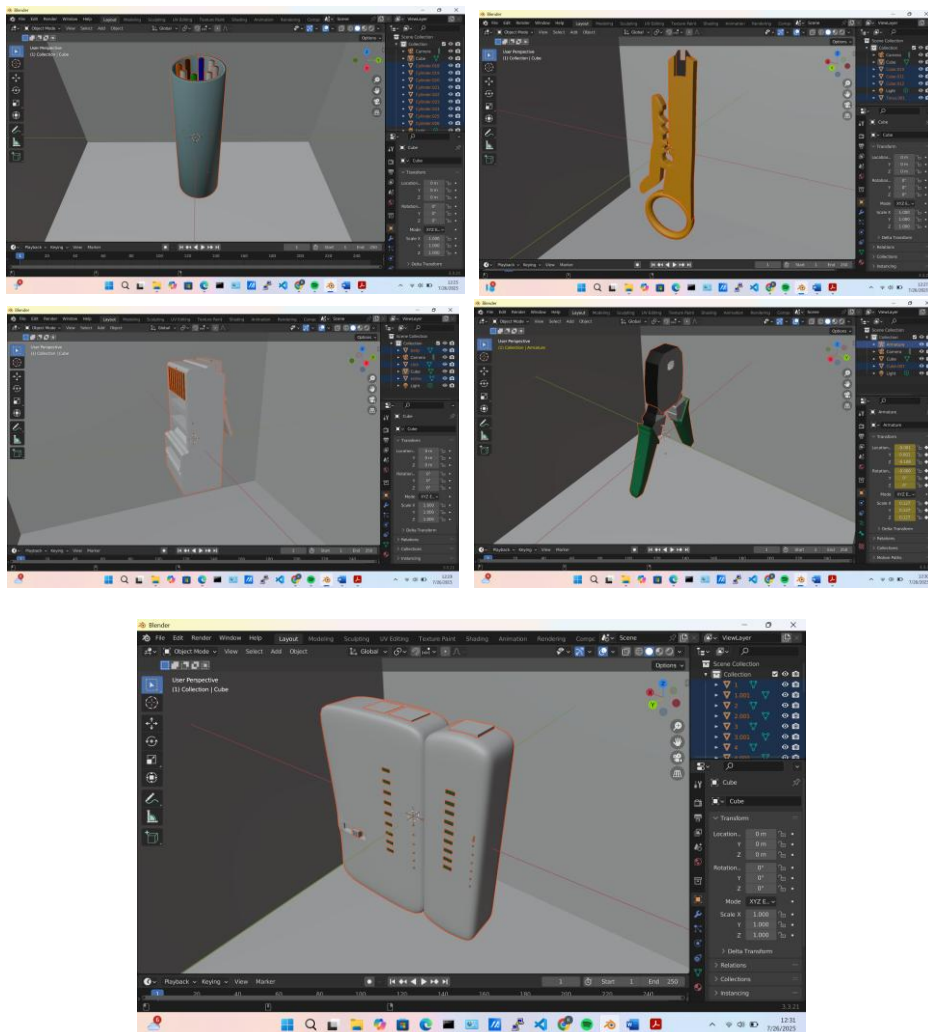
4. Assembly (Pembuatan)

Pada tahap *assembly*, dilakukan integrasi seluruh komponen media. Pembuatan lisensi dan database *marker* dilakukan melalui Vuforia untuk menampilkan objek 3D di Unity. Pada gambar berikut merupakan pembuatan lisensi dan database di vuforia



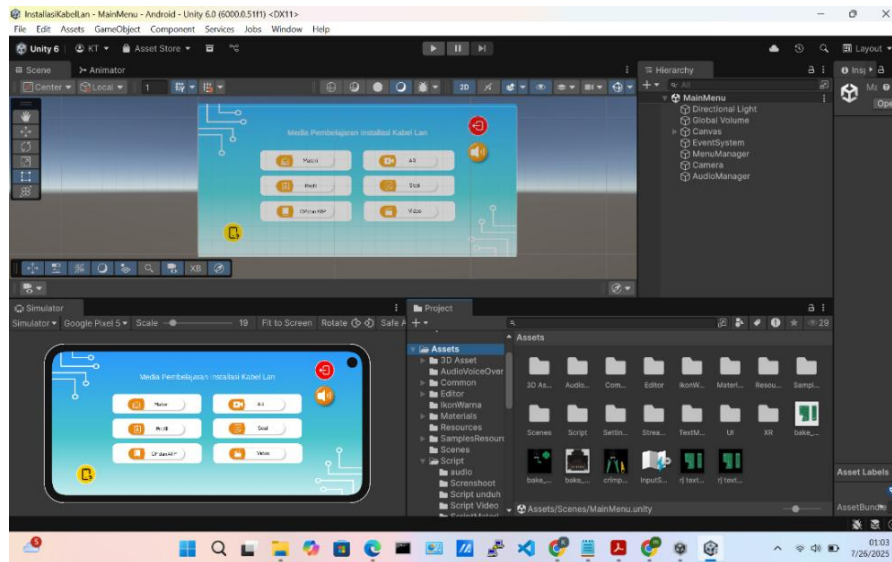
Gambar 3. Pembuatan Lisensi dan Database Vuforia

Objek 3D seperti kabel UTP, konektor RJ-45, tang crimping, dan LAN tester dibuat menggunakan Blender.



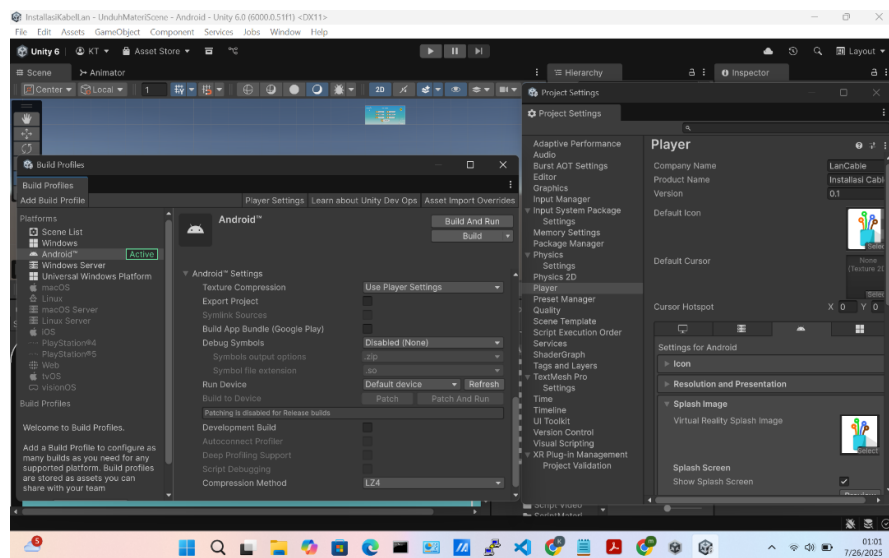
Gambar 4. Objek 3D Instalasi Kabel LAN

Seluruh aset kemudian diimpor ke dalam Unity, termasuk model 3D, *marker*, UI, gambar, dan audio.



Gambar 5. Memasukkan Semua Asset ke Unity

Setelah komponen terintegrasi, aplikasi dibangun menjadi file APK agar dapat dijalankan pada perangkat Android.



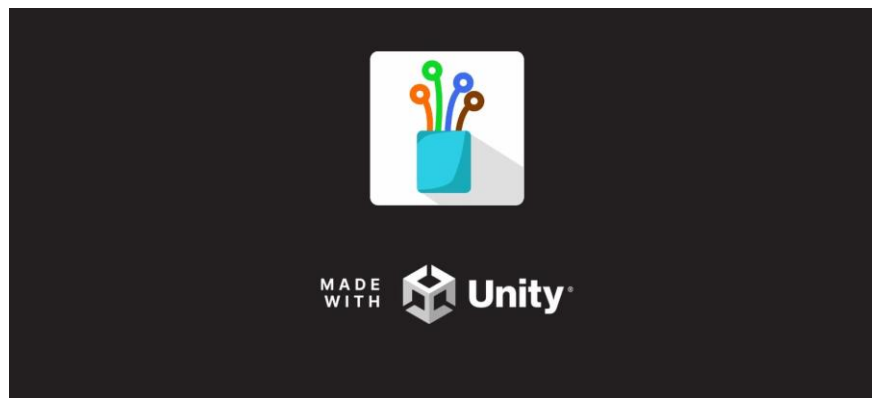
Gambar 6. Export APK Android

5. Testing (Pengujian)

Hasil perancangan berupa aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dapat dijalankan di perangkat Android. Aplikasi ini menampilkan model 3D interaktif instalasi kabel LAN melalui *marker* AR, dilengkapi dengan fitur menu utama, panduan penggunaan, materi, video pembelajaran, soal, serta CP dan ATP.

a. Halaman *Splash Screen*

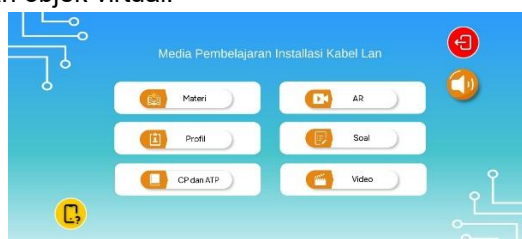
Halaman *Splash Screen* merupakan tampilan pembuka yang muncul secara otomatis saat aplikasi dijalankan. Pada tahap ini, pengguna akan disambut dengan tampilan animasi atau logo bawaan dari Unity sebagai penanda bahwa aplikasi dikembangkan menggunakan platform tersebut



Gambar 7. Tampilan Splashscreen

b. Halaman Menu Utama

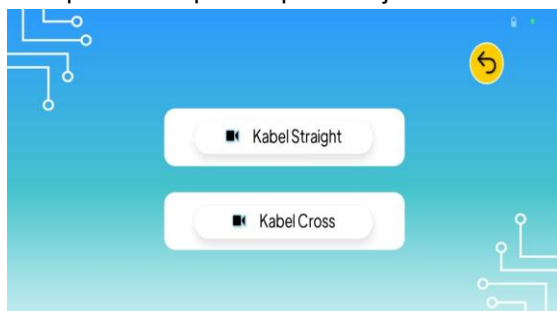
Menu utama merupakan tampilan awal aplikasi setelah *Splash Screen*, yang menyajikan berbagai fitur pembelajaran seperti materi, video, soal, profil, CP dan ATP, serta fitur AR. Terdapat pula panduan penggunaan aplikasi AR yang memberikan petunjuk interaktif cara mengarahkan kamera ke *marker* dan menggerakkan objek virtual.



Gambar 8. Tampilan Menu Utama dan Panduan penggunaan APK

c. Halaman Menu AR Alat

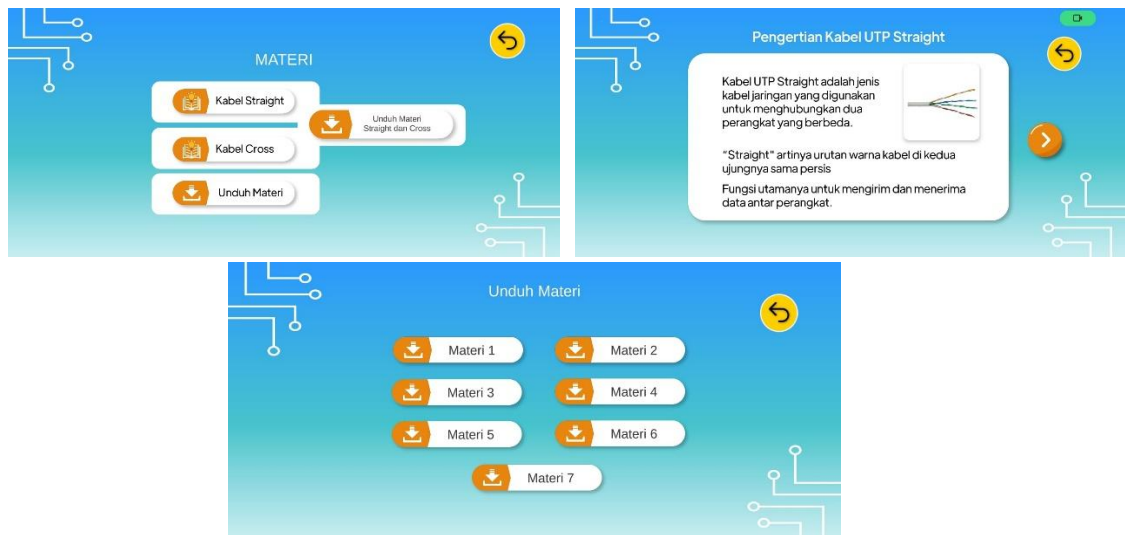
Halaman ini menampilkan model 3D interaktif dari alat instalasi kabel LAN seperti kabel UTP, tang kupas, RJ-45, tang crimping, dan LAN tester. Pengguna cukup mengarahkan kamera ke *marker* untuk menampilkan objek. Fitur ini dilengkapi penjelasan audio (voice note) dan tombol navigasi untuk mempermudah proses pembelajaran.



Gambar 9. Tampilan Alat AR

d. Halaman Menu Materi

Halaman ini menyajikan materi instalasi jaringan komputer, khususnya jenis kabel jaringan seperti kabel Straight dan Cross. Tersedia penjelasan fungsi, penggunaan, serta langkah pembuatannya. Fitur unduh materi memungkinkan siswa mengakses file PDF lengkap untuk pembelajaran mandiri di luar aplikasi.



Gambar 10. Tampilan Materi

e. Halaman Menu Profile

Menu Profil berisi informasi identitas pengguna aplikasi, yang mencakup nama lengkap, nomor induk mahasiswa (NIM), program studi, dan nama dosen pembimbing



Gambar 11. Tampilan Profile

f. Halaman Menu CP dan ATP

Menu ini menyediakan dokumen capaian pembelajaran (CP) dan alur tujuan pembelajaran (ATP) sebagai acuan belajar satu semester, sehingga siswa dapat memahami arah pembelajaran secara terstruktur sesuai Kurikulum Merdeka.

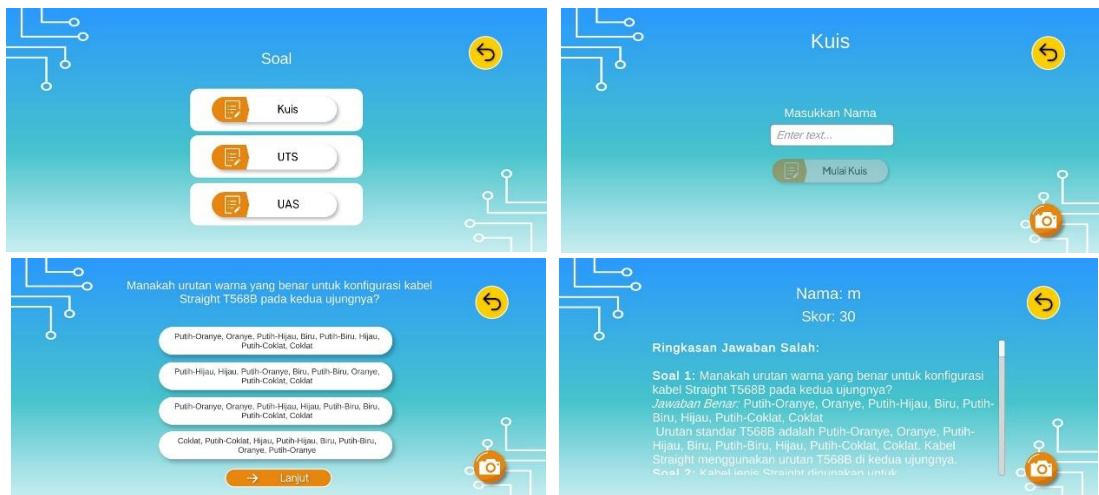


Gambar 12. Tampilan CP dan ATP

g. Halaman Menu Soal

Menu Soal menyediakan tiga jenis latihan evaluasi, yaitu Kuis, UTS, dan UAS, untuk mengukur pemahaman siswa secara bertahap. Setelah memilih jenis soal, pengguna mengisi nama dan langsung diarahkan ke soal pilihan ganda yang disusun interaktif. Setiap soal memiliki beberapa opsi jawaban, dan pengguna cukup memilih jawaban lalu menekan "Lanjut" untuk berpindah ke soal berikutnya. Setelah

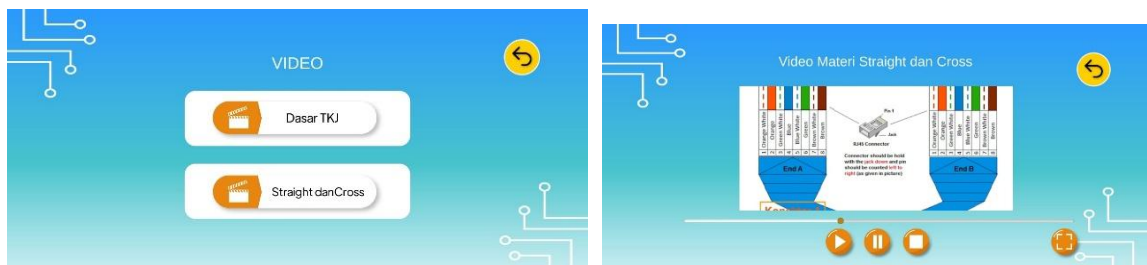
semua soal dijawab, aplikasi menampilkan ringkasan soal yang dijawab salah, lengkap dengan jawaban benar dan penjelasan singkat sebagai umpan balik pembelajaran.



Gambar 13. Tampilan Soal

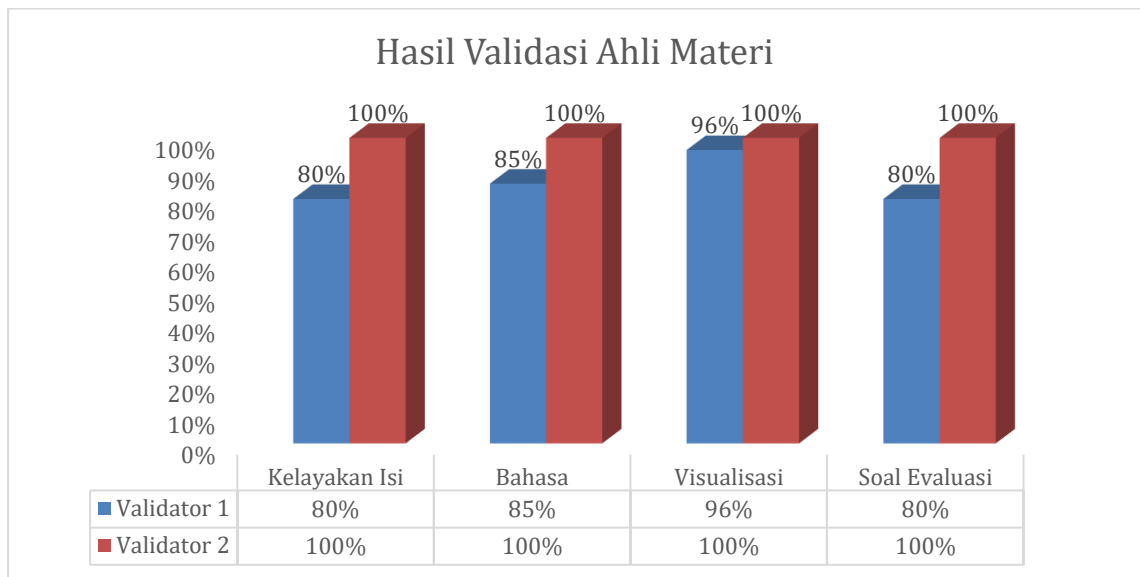
h. Halaman Menu Video

Menu Video menyediakan konten pembelajaran interaktif berbentuk video untuk membantu siswa memahami materi Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) secara visual dan menyenangkan. Pengguna dapat memilih topik seperti "Dasar TKJ" atau "Straight dan Cross" melalui tombol bergambar ikon klakset film berwarna oranye. Setelah dipilih, video akan diputar melalui tampilan pemutar yang dilengkapi tombol Play, Pause, dan Stop, serta progress bar untuk navigasi durasi. Tersedia pula tombol zoom untuk memperbesar tampilan video, dan tombol panah kuning di pojok kanan atas untuk kembali ke menu utama. Fitur ini mendukung variasi gaya belajar siswa dan memperkuat pemahaman konsep secara praktis.



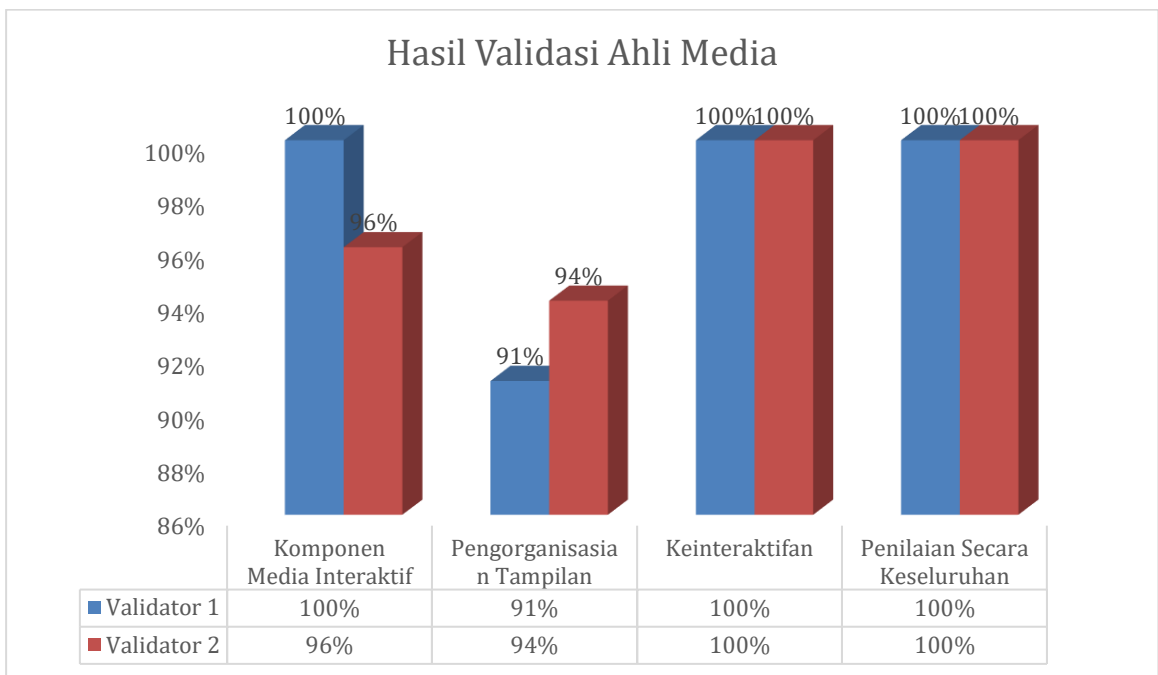
Gambar 14. Tampilan Video Pembelajaran

Setelah media dirancang, dilakukan proses validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kelayakan isi, bahasa, tampilan visual, dan interaktivitas. Hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan bahwa media berada dalam kategori "Sangat Layak", dengan persentase total kelayakan sebesar 93%. Penilaian ini meliputi aspek kelayakan isi, bahasa, visualisasi, dan soal evaluasi. Berikut detail penilaian ahli materi terhadap setiap aspek.



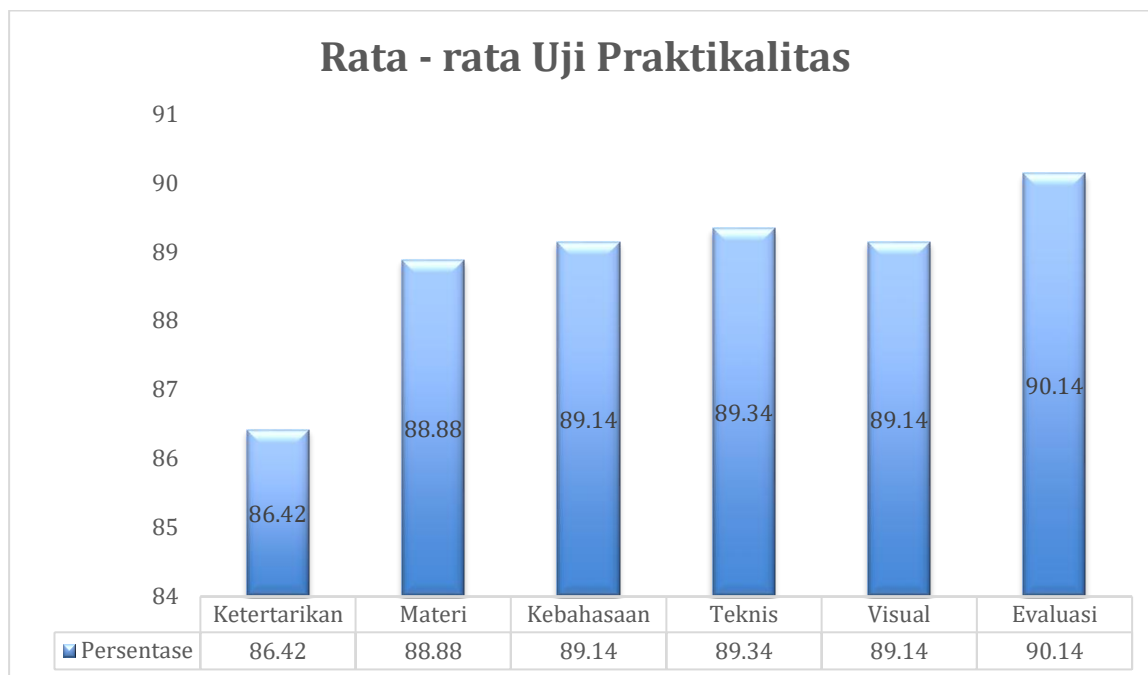
Gambar 15. Grafik Hasil Validasi oleh Ahli Materi

Selanjutnya, validasi oleh ahli media menghasilkan persentase total sebesar 97%, yang juga termasuk dalam kategori "Sangat Layak". Penilaian ini mencakup aspek komponen media interaktif, pengorganisasian, keinteraktifan, dan penilaian secara keseluruhan. Berikut detail penilaian ahli media terhadap setiap aspek.



Gambar 16. Grafik Hasil Validasi oleh Ahli Media

Untuk mengetahui kepraktisan media dalam penggunaan langsung, dilakukan uji coba terbatas kepada 35 peserta didik. Hasil uji praktikalitas menunjukkan nilai rata-rata sebesar 88,83%, yang termasuk kategori "Sangat Praktis". Aspek yang dinilai meliputi ketertarikan, materi, kebahasaan, teknis, visual, dan evaluasi. Berikut rata-rata uji praktikalitas terhadap setiap aspek.



Gambar 17. Grafik Hasil Uji Praktikalitas oleh Peserta Didik

Setelah melalui proses validasi oleh ahli materi dan ahli media yang menunjukkan bahwa media pembelajaran telah memenuhi aspek kelayakan isi dan tampilan, serta uji praktikalitas oleh siswa yang menunjukkan media mudah digunakan dan menarik, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian fungsionalitas sistem. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa seluruh fitur dan fungsi dalam media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) berjalan sesuai dengan yang dirancang dan tidak mengalami kesalahan selama digunakan.

Pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box testing*, yaitu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsi-fungsi eksternal dari sistem tanpa melihat struktur internal kode program. Melalui pendekatan ini, setiap fitur yang ada diuji berdasarkan input yang diberikan dan output yang dihasilkan, untuk memastikan bahwa aplikasi AR dapat menampilkan objek 3D dengan benar saat *marker* dipindai, navigasi antar menu berfungsi sesuai perintah, serta semua komponen bekerja secara optimal di perangkat Android.

Dengan demikian, pengujian *Black Box* berfungsi sebagai tahap akhir untuk memastikan bahwa media pembelajaran tidak hanya layak dan praktis dari sisi materi dan pengguna, tetapi juga berfungsi secara teknis sesuai tujuan pengembangannya. Hasil dari pengujian ini disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Black Box*

No	Fitur yang Diuji	Deskripsi Uji Coba	Langkah / Input	Hasil yang Diharapkan	Status
1	<i>Splash Screen</i>	Menampilkan <i>Splash Screen</i> saat aplikasi dibuka	Buka aplikasi	<i>Splash Screen</i> tampil lalu masuk ke menu utama	Pass
2	Navigasi Menu Utama (Materi, AR, Profil, Soal, Video, CP/ATP, Keluar)	Mengakses semua tombol pada menu utama	Klik masing-masing tombol	Menu atau halaman terkait tampil sesuai fungsinya	Pass
3	Fitur AR – Pengenalan <i>Marker</i>	Kamera mengenali <i>marker</i> dan menampilkan objek 3D	Arahkan kamera ke <i>marker</i>	Objek 3D alat jaringan muncul di atas <i>marker</i>	Pass

No	Fitur yang Diuji	Deskripsi Uji Coba	Langkah / Input	Hasil yang Diharapkan	Status
4	Fitur AR – Drag and Drop	Alat (misalnya kabel) dapat dipindahkan ke posisi yang benar	Drag kabel ke port tester	Kabel berhasil terhubung	Pass
5	Fitur AR – Animasi Interaksi	Menampilkan animasi saat alat digunakan	Hubungkan kabel dan tunggu proses	Animasi pengujian kabel muncul	Pass
6	Fitur AR – Panduan Suara	Panduan audio terdengar saat tahap instalasi	Arahkan kamera ke alat dan tunggu	Panduan suara sesuai tahapan terdengar	Pass
7	Fitur AR – Reset	Mengatur ulang posisi alat	Klik tombol Reset	Semua objek AR kembali ke posisi awal	Pass
8	Fitur AR – Navigasi Kembali	Kembali ke menu utama dari AR	Klik tombol Back (ikon panah)	Aplikasi kembali ke menu utama	Pass
9	Materi AR Kabel Straight & Cross	Menampilkan materi kabel straight dan cross dalam mode AR	Klik tombol Kabel Straight / Cross	Tampilan AR kabel sesuai pilihan muncul	Pass
10	Unduh Materi PDF	Mengunduh materi PDF (Gabungan + Materi 1–7)	Klik tombol Unduh	File PDF berhasil terunduh	Pass
11	Menu Profil	Menampilkan data pengguna dan navigasi kembali	Buka menu Profil, klik tombol kembali	Profil ditampilkan, dan kembali ke menu utama jika tombol diklik	Pass
12	Menu CP dan ATP	Menampilkan dan mengunduh Capaian & Alur Tujuan Pembelajaran	Klik tombol unduh / navigasi kembali	File berhasil diunduh, tampilan muncul dengan benar	Pass
13	Menu Soal dan Kuis	Menampilkan soal, validasi nama, evaluasi hasil, dan navigasi kembali	Akses kuis, isi nama, jawab soal	Hasil skor dan penjelasan jawaban tampil	Pass
14	Menu Video	Menampilkan dan mengontrol video pembelajaran (play, pause, stop, fullscreen)	Klik tombol video, kontrol pemutaran	Video tampil sesuai kontrol dan tombol navigasi berfungsi	Pass

6. Distribution (Distribusi)

Tahap distribusi merupakan proses akhir dalam pengembangan media, di mana aplikasi yang telah dirancang dikemas dalam bentuk file APK dan disebarluaskan kepada pengguna. Penyebaran dilakukan melalui kegiatan uji coba yang melibatkan dosen Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, guru, dan siswa kelas X TKJ pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Negeri 1 Padangsidimpuan. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh umpan balik awal terkait kualitas, keterpakaian, dan efektivitas aplikasi sebagai media pembelajaran berbasis Augmented Reality.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi instalasi kabel LAN memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan keterlibatan peserta didik. Hal ini terlihat dari validasi ahli materi dan media yang menunjukkan tingkat kelayakan sangat tinggi, serta hasil uji praktikalitas yang mendapatkan respons sangat baik dari peserta didik. Media ini dinilai mampu mengubah cara belajar yang sebelumnya bersifat satu arah dan teoritis menjadi lebih interaktif dan aplikatif.

Penerapan AR memungkinkan peserta didik melihat dan memanipulasi model 3D dari komponen-komponen jaringan secara langsung melalui perangkat Android. Fitur seperti drag and drop dan animasi interaktif tidak hanya menambah daya tarik visual, tetapi juga memfasilitasi proses pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*). Peserta didik dapat mengeksplorasi bentuk fisik, posisi, dan fungsi alat secara mandiri tanpa harus bergantung pada ketersediaan perangkat nyata di laboratorium.

Hasil ini sejalan dengan prinsip *constructivist learning*, di mana siswa membangun pemahaman mereka melalui pengalaman langsung dan interaksi dengan lingkungan belajar yang kaya secara visual. Dalam konteks pembelajaran teknik jaringan, di mana materi bersifat teknis dan membutuhkan pemahaman spasial yang baik, media AR terbukti dapat menjadi solusi untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik.

Selain itu, respon peserta didik terhadap media ini menunjukkan bahwa pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan mudah dipahami. Dengan tingkat praktikalitas sebesar 88,83%, peserta didik merasa bahwa penggunaan AR membantu mereka memahami langkah-langkah instalasi kabel LAN secara lebih konkret. Hal ini mengindikasikan bahwa media tidak hanya efektif secara teoritis, tetapi juga praktis untuk diterapkan dalam konteks kelas nyata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, media ini dirancang berbasis Android dan mampu memvisualisasikan objek-objek instalasi kabel LAN dalam bentuk model 3D interaktif. Kehadiran fitur seperti drag and drop dan animasi interaktif memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata, menarik, dan aplikatif bagi peserta didik.

Hasil pengujian fungsionalitas melalui *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur dalam aplikasi dapat berjalan sesuai dengan rancangan. Media pembelajaran ini memperoleh skor rata-rata 97% dari ahli materi dan 93% dari ahli media, yang termasuk dalam kategori "Sangat Layak". Sementara itu, uji praktikalitas oleh 35 peserta didik menghasilkan skor rata-rata 88,83%, yang dikategorikan "Sangat Praktis". Dengan demikian, media pembelajaran berbasis AR ini layak digunakan sebagai alternatif pendukung dalam proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

Arifitama, B., Hanan, G., & Rofiqi, M. H. (2021). Mobile *Augmented Reality* for Campus Visualization Using *Markerless Tracking* in an Indonesian Private University. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(11), 21–33. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i11.20697>

Hamidah D, Diya Andini, Ledy Sukma, & Lukita Triandini. (2025). Peran Inovasi Pendidikan pada Pembelajaran Berbasis Digital. *Mimbar Kampus: Jurnal Pendidikan Dan Agama Islam*, 24(2), 173–184. <https://doi.org/10.47467/mk.v24i2.7370>

Rahayu, S. L., Fujiati, & Dewi, R. (2019). Educational Games as A learning media of Character Education by Using *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2018, Citsm*, 7–10. <https://doi.org/10.1109/CITSM.2018.8674288>

Reno, R. (2021). Pembuatan Game Balap Kelinci Dengan Unity Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*, 7(1), 19. <https://doi.org/10.24014/rmsi.v7i1.10531>

Salma, F., Safitri, A., & Sutadji, E. (2025). *Strategi Pengembangan Kompetensi Lulusan Pendidikan Kejuruan Guna Meningkatkan Daya Saing Global*. 14(1), 1507–1522.

Setiawan, N., & Sofyan, H. (2022). *Implementasi kurikulum merdeka belajar di SMK Pusat Keunggulan Implementation of the Independent Learning Curriculum at the Center of Excellence Vocational High School*. 10(November 2019), 31–37.

Wulandari, D. R. (2022). Penanganan Bullying Melalui Penguatan Karakter Pada Anak Usia Sekolah Dasar. *Jurnal Paradigma*, 14(1), 177–194.

Zainuddin, M., Sadiyah, K., Wardana, S. K., Zainuddin, M., Islam, U., & Ulama, N. (2021). *REKONSTRUKSI PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 57 TAHUN 2021 TENTANG STANDAR PENDIDIKAN NASIONAL lebih lanjut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2021 tentang 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan . Regulasi tentang Standar Nasional*. 1(01), 68–76.

Zebua, T., Nadeak, B., & Sinaga, S. B. (2020). Pengenalan Dasar Aplikasi Blender 3D dalam Pembuatan Animasi 3D. *Jurnal ABDIMAS Budi Dharma*, 1(1), 18–21.