

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simbol dan Fungsi Flowchart	35
Tabel 3. 1Storyboard Media Pembelajaran berbasis AR	48
Tabel 3. 2Tabel Instrumen Kelayakan untuk Ahli Materi	66
Tabel 3. 3Instrumen Kelayakan untuk Ahli Media	67
Tabel 3. 4Instrumen Kelayakan untuk Akseptansi Peserta Didik	68
Tabel 3. 5Interprestasi Kelayakan	71
Tabel 3. 6 Klasifikasi Reabilitas	74
Tabel 3. 7Kategori Tafsiran Epektifitas N-Gain	76
Tabel 4. 1Revisi media.....	82
Tabel 4. 2Hasil Uji Kelayakan Media.....	83
Tabel 4. 3Hasil Uji Kelayakan Media.....	84
Tabel 4. 4Data Hasil Uji Kelayakan Materi	85
Tabel 4. 5Uji Kelayakan Maateri.....	86
Tabel 4. 6Hasil Akseptansi Siswa Kelas Eksperimen	86
Tabel 4. 7Hasil Uji Akseptansi Siswa Kelas Eksperimen	87
Tabel 4. 8Hasil Uji Validasi Butir Soal	88
Tabel 4. 9Hasil Uji Reabilitas Soal.....	90
Tabel 4. 10Hasil Uji N-Gain	92

DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Penugasan Dosen Pembimbing Skripsi -----	107
2. Surat Izin Observasi -----	108
3. Hasil Angket Pertanyaan Guru -----	109
4. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) -----	111
5. Surat Balasan Observasi -----	114
6. Surat Izin Penelitian -----	115
7. Surat Balasan Selesai Penelitian -----	116
8. Surat Permohonan Validasi Media -----	117
9. Surat Permohonan Validasi Materi -----	118
10. Hasil Validasi Ahli Media -----	119
11. Hasil Validasi Ahli Materi -----	125
12. Hasil Pre-Test dan Post-Test -----	131
13. Hasil Uji Validasi Soal -----	131
14. Hasil Uji Homogenitas -----	132
15. Hasil Akseptansi Peserta Siswa -----	134
16. Dokumentasi -----	135
17. Sertifikat Ujian Komprehensif -----	135

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan pembelajaran dalam dunia pendidikan merupakan sebuah proses yang diatur secara terstruktur dengan tujuan mengasah keahlian, wawasan, perilaku, serta karakter para siswa. Pada dasarnya, pendidikan tidak sekadar menjadi alat untuk menyalurkan ilmu pengetahuan dari guru kepada murid di kelas. Lebih dari itu, pendidikan mengemban tugas utama untuk membentuk generasi muda yang mampu menyesuaikan diri dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Oleh sebab itu, peningkatan kualitas pendidikan menjadi hal yang mendasar agar dapat menciptakan lulusan yang kompeten, unggul, serta siap menghadapi persaingan di era digital saat ini.

Dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan, masih terdapat berbagai permasalahan yang dihadapi, seperti rendahnya kualitas proses pembelajaran, kurang optimalnya pemanfaatan teknologi dalam kegiatan belajar mengajar, serta masih terbatasnya penggunaan media pembelajaran yang dapat mendorong partisipasi aktif peserta didik selama proses belajar. Keberhasilan pelaksanaan proses pembelajaran tidak semata-mata ditentukan oleh kemampuan guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik. Faktor lain yang turut memengaruhi tercapainya tujuan pembelajaran adalah ketepatan dalam memilih serta memanfaatkan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi dan kebutuhan belajar peserta didik. Dengan demikian, penggunaan media

pembelajaran yang tepat dapat mendukung terciptanya proses pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna.

Usaha dalam meningkatkan mutu pendidikan saat ini masih menemui beraneka ragam kendala di lapangan. Beberapa hambatan yang sering muncul meliputi kegiatan belajar yang kurang menarik, penerapan teknologi yang belum maksimal, serta minimnya media pembelajaran yang bisa memicu keaktifan para siswa di kelas. Padahal, kelancaran sebuah proses pembelajaran tidak hanya bergantung pada kepiawaian guru saat memberikan penjelasan materi. Hal penting lainnya yang ikut menentukan tercapainya target belajar adalah kejelian guru dalam memilih serta menerapkan media pembelajaran yang cocok dengan jenis topik pelajaran dan kebutuhan siswa. Oleh karena itu, pemilihan media pembelajaran yang pas akan membantu mewujudkan suasana belajar yang lebih efisien serta mendalam.

Komponen utama yang menunjang kelancaran kegiatan belajar di kelas salah satunya adalah media pembelajaran. Penerapan alat bantu yang dikonsep secara kreatif dan interaktif terbukti mampu mempermudah para siswa dalam menyerap materi pelajaran, sekaligus memicu semangat dan keterlibatan mereka. Sejalan dengan hal tersebut, Sugiyono (2016) mengemukakan bahwa penyajian media pembelajaran yang menarik serta interaktif memiliki andil besar dalam memotivasi siswa saat belajar. Penambahan elemen visual seperti gambar, video, maupun animasi juga terbukti dapat membangun atmosfer kelas yang lebih hidup sehingga siswa terdorong untuk aktif berpartisipasi. Oleh karena itu, penentuan

media pembelajaran yang tepat menjadi langkah nyata bagi guru dalam mendongkrak capaian belajar serta memberikan pengalaman berharga bagi siswa.

Kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang berjalan cepat membuka kesempatan besar untuk meningkatkan mutu pengajaran di sekolah. Perkembangan ini mendorong penggunaan alat bantu belajar digital agar materi pelajaran dapat disampaikan secara lebih menarik, interaktif, serta gampang dipahami oleh para siswa. Keadaan tersebut mengharuskan para guru untuk dapat menerapkan teknologi dalam ruang kelas supaya kegiatan belajar mengajar menjadi lebih efisien, tepat sasaran, dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Akan tetapi, pelaksanaan sistem berbasis digital di sekolah ternyata masih menemui bermacam-macam hambatan. Beberapa penyebabnya antara lain adalah kemampuan guru yang masih terbatas dalam membuat media belajar digital, kurangnya program pelatihan mengenai pemanfaatan teknologi, serta belum lengkapnya sarana pendukung pembelajaran di sekolah.

Perkembangan teknologi modern, khususnya telepon pintar (*smartphone*) dengan sistem operasi Android, memberikan kesempatan besar untuk digunakan sebagai media pembelajaran di kelas. Banyaknya siswa yang menggunakan telepon pintar membuktikan bahwa fungsi alat tersebut sudah meluas, tidak lagi sekadar untuk mengobrol atau mencari hiburan, melainkan memiliki potensi besar dalam membantu proses belajar secara efektif. Oleh sebab itu, memaksimalkan penggunaan telepon pintar dalam dunia pendidikan menjadi sebuah langkah nyata yang harus diambil. Hal ini bertujuan untuk mendukung kelancaran aktivitas

belajar-mengajar serta memberikan dampak baik bagi peningkatan mutu pengajaran dan pencapaian nilai siswa.

Menurut Schmalstieg dan Hollerer (2016), *Augmented Reality* adalah teknologi yang memperkaya persepsi pengguna tentang dunia nyata dengan objek virtual, memungkinkan interaksi kontekstual dan real-time dengan lingkungan sekitarnya. Saat ini, teknologi *Augmented Reality* (AR) telah mengalami perkembangan di smartphone Android selain melalui komputer. Keunggulan utama dari smartphone Android adalah popularitasnya yang tinggi di Indonesia, serta sifatnya yang terbuka bagi pengembang untuk menciptakan berbagai aplikasi, hal ini menjadikannya sebagai platform yang sangat menguntungkan.

Sejumlah hasil penelitian membuktikan bahwa penggunaan media pembelajaran dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) mampu memberikan dampak baik bagi peningkatan mutu kegiatan belajar di kelas. Sebagai bukti, Alamin dan Pramana (2023) menyebutkan bahwa media belajar berbasis AR mendapatkan skor validasi sebesar 4,54 dengan predikat sangat valid. Di samping itu, penggunaan teknologi AR ini terbukti mendongkrak capaian nilai siswa, di mana sebanyak 85% dari total siswa berhasil melampaui Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM). Temuan serupa juga disampaikan oleh Puti dkk. (2023) yang menyatakan bahwa media AR meraih angka kelayakan sebesar 95% dari penilaian ahli materi dan skor sempurna 100% dari ahli media, sehingga masuk dalam kategori sangat layak dipakai. Melalui kedua rujukan tersebut, terlihat jelas bahwa teknologi AR mempunyai peluang besar sebagai alat bantu mengajar alternatif

karena mampu menampilkan model tiga dimensi secara nyata guna memudahkan siswa memahami pelajaran.

Berbagai riset terdahulu membuktikan bahwa penggunaan media pembelajaran dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) sangat efektif dalam menaikkan mutu kegiatan belajar di kelas, tetapi pelaksanaannya selama ini masih sering terbatas pada materi yang bersifat teori saja. Di sisi lain, pembuatan media berbasis AR untuk mata pelajaran produktif di sekolah kejuruan yang mengharuskan siswa mengetahui bentuk fisik alat praktik secara langsung ternyata masih jarang dilakukan. Keadaan tersebut memperlihatkan bahwa penerapan teknologi AR pada ranah pendidikan vokasi masih terbuka lebar untuk diteliti lebih dalam sesuai dengan jenis materi dan keperluan belajar. Selain itu, kajian-kajian sebelumnya cenderung hanya fokus pada keindahan tampilan objek digital tanpa menghubungkannya dengan masalah konkret di sekolah, seperti minimnya jumlah alat praktik di laboratorium serta penggunaan telepon pintar siswa yang belum maksimal untuk belajar. Dampaknya, penyediaan alat bantu mengajar yang bisa memperlihatkan bentuk alat ukur jaringan secara interaktif sekaligus menjadi pengganti saat fasilitas praktik sekolah terbatas masih belum tersedia.

Keadaan ini memberikan kesempatan untuk membuat media pembelajaran menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) yang lebih nyata dan sesuai dengan ciri khas pendidikan vokasi, terutama pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Berdasarkan hasil analisis terhadap berbagai rujukan sebelumnya, belum ada media belajar berbasis AR

yang menyatukan tampilan model tiga dimensi alat ukur jaringan, ringkasan materi, tayangan video, panduan pemakaian, serta soal kuis ke dalam satu aplikasi Android yang sama untuk mata pelajaran ini. Perbedaan tersebut membuktikan bahwa pembuatan alat bantu mengajar yang lebih lengkap sangat dibutuhkan saat ini. Hal tersebut bertujuan agar keperluan belajar teori siswa dapat terpenuhi, sekaligus menjadi solusi dalam mengatasi masalah kurangnya fasilitas penunjang praktik di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

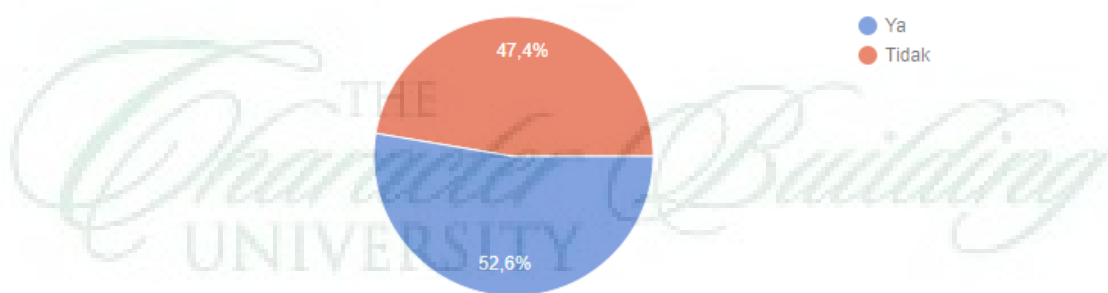
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) ialah tingkatan pendidikan yang menitikberatkan pada peningkatan keahlian para siswa sesuai dengan jurusan yang mereka ambil. Salah satu jurusan yang ada di SMK yaitu Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, yang bertujuan memberikan bekal wawasan serta keahlian dalam ranah jaringan komputer dan telekomunikasi kepada siswa. Di dalam jurusan ini, Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi menjadi mata pelajaran wajib yang mesti dipahami oleh seluruh siswa. Terutama pada bagian elemen kelima, siswa diwajibkan untuk bisa mengenali macam-macam alat ukur jaringan, mengerti kegunaan tiap-tiap alat, dan menggunakannya saat merawat jaringan komputer maupun sistem telekomunikasi. Topik bahasan tersebut memerlukan pemahaman mendalam mengenai rupa fisik, komponen alat, hingga petunjuk pemakaiannya, sehingga pengajaran materi ini tidak akan efektif bila hanya disampaikan lewat ucapan kata-kata atau ilustrasi dua dimensi saja.

Melalui kegiatan pengamatan langsung terhadap 19 siswa kelas X TKJ 2 di SMK Swasta Jambi Medan, diperoleh data bahwa semua siswa sudah

mempunyai telepon pintar Android. Hasil dari pengisian kuesioner membuktikan bahwa sebanyak 10 siswa (52,6%) lebih sering memakai perangkat tersebut untuk keperluan hiburan, seperti bermain gim dan membuka media sosial. Sementara itu, hanya 9 siswa (47,4%) yang menggunakannya sebagai alat bantu belajar. Kenyataan ini memperlihatkan bahwa penggunaan telepon pintar untuk mendukung kegiatan belajar masih belum berjalan maksimal, walaupun alat tersebut sudah dipegang oleh tiap-tiap siswa. Padahal, telepon pintar Android dilengkapi dengan beraneka macam fitur yang bisa menampilkan materi pelajaran secara lebih menarik lewat tulisan, gambar, tayangan video, animasi, hingga model tiga dimensi yang dapat dibuka kapan saja dan di mana saja. Oleh sebab itu, fungsi telepon pintar yang ada pada siswa sejauh ini belum dimanfaatkan secara penuh demi kelancaran proses pembelajaran.

Apakah kamu lebih sering menggunakan smartphone sebagai sarana hiburan daripada sarana untuk belajar?

19 jawaban



Gambar 1. 1 Data siswa mengenai penggunaan smartphone

Lewat kegiatan wawancara bersama guru mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, diketahui bahwa aktivitas pengajaran di kelas masih sering bertumpu pada metode ceramah serta

penggunaan buku paket. Khusus untuk topik pengenalan alat ukur jaringan, penyampaian materi biasanya hanya mengandalkan ilustrasi dua dimensi. Keadaan ini membuat para siswa kesulitan untuk mengetahui wujud asli, fungsi, komponen, dan petunjuk pemakaian alat ukur jaringan secara nyata. Ditambah lagi, minimnya jumlah alat ukur jaringan yang tersedia di sekolah membuat guru tidak bisa mempraktikkan cara kerja semua jenis alat tersebut di hadapan siswa secara langsung. Hal inilah yang mengakibatkan tingkat pemahaman siswa mengenai alat ukur jaringan belum maksimal. Adapun macam-macam alat ukur jaringan yaitu *Local Area Network Tester (LAN Tester)*, *Optical Time Domain Reflector (OTDR)*, *Optical Power Meter (OPM)*, *Multitester*, *Tespen*, *Spectrum Analyzer*, *Ampere Meter*, *Volt Meter*, *Ohm Meter*, dan *Wattmeter*. Berdasarkan masalah tersebut, sekolah membutuhkan alat bantu mengajar baru yang bisa memperlihatkan rupa objek secara nyata, interaktif, serta gampang dibuka oleh siswa demi kelancaran kegiatan belajar dan peningkatan pemahaman siswa.

Berdasarkan seluruh penjelasan tersebut, penelitian ini dilaksanakan untuk merancang sebuah media pembelajaran baru yang memiliki ciri khas tersendiri dibandingkan dengan kajian-kajian terdahulu. Unsur kebaruan dari riset ini terletak pada pembuatan alat bantu mengajar menggunakan teknologi *Augmented Reality (AR)* yang difokuskan pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan untuk mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Pemilihan bahasan ini didasarkan atas masih sedikitnya pembuatan media berbasis AR untuk materi tersebut, sehingga riset ini diharapkan mampu menyediakan pilihan media belajar baru yang sesuai dengan keperluan di SMK. Aplikasi ini

tidak sekadar memperlihatkan rupa model tiga dimensi dari bermacam-macam alat ukur jaringan, melainkan ikut menyatukan rangkuman materi, tayangan video, panduan pemakaian, serta soal kuis ke dalam satu sistem Android yang sama. Di samping itu, program ini dirancang sebagai pilihan jalan keluar guna mengatasi kekurangan alat laboratorium di sekolah dengan cara memanfaatkan telepon pintar Android kepunyaan siswa sebagai sarana belajar. Dengan begitu, riset ini diharapkan dapat ikut membantu kemajuan alat bantu mengajar berbasis digital yang lebih nyata, interaktif, serta pas dengan ciri khas pendidikan vokasi, khususnya Jurusan Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Hasil dari riset ini juga diharapkan bisa menjadi salah satu pilihan media belajar penunjang yang membantu meningkatkan mutu pengajaran serta mempermudah siswa dalam memahami materi secara lebih efektif.

Mengacu pada seluruh permasalahan yang telah dipaparkan, sekolah membutuhkan sebuah alat bantu mengajar yang bisa mempermudah siswa dalam memahami materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan secara lebih nyata, interaktif, serta gampang dibuka lewat perangkat pribadi mereka. Pembuatan media belajar berbasis *Augmented Reality* (AR) ini diharapkan mampu menjadi salah satu pilihan jalan keluar dalam meningkatkan mutu kegiatan belajar, mengatasi keterbatasan jumlah alat praktik di laboratorium, serta menunjang pelaksanaan sistem pengajaran berbasis digital di SMK Swasta Jambi Medan. Berdasarkan bermacam-macam pertimbangan itu, penulis bermaksud mengadakan penelitian dengan judul **"Pengembangan Media Pembelajaran Pengenalan Alat Ukur Jaringan Berbasis *Augmented Reality* pada Mata Pelajaran Dasar-dasar**

Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Swasta Jambi Medan."

1.2 Identifikasi Masalah

Merujuk pada seluruh penjelasan yang telah dipaparkan dalam latar belakang, terdapat beberapa permasalahan yang menjadi pusat perhatian dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Pemanfaatan smartphone berbasis Android sebagai media pembelajaran oleh peserta didik belum optimal karena perangkat tersebut masih lebih sering digunakan sebagai sarana hiburan daripada sebagai pendukung kegiatan belajar.
2. Media pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran masih didominasi oleh buku cetak dan metode ceramah, sehingga penyampaian materi belum mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik dan interaktif.
3. Keterbatasan jumlah alat ukur jaringan menyulitkan guru dalam memperkenalkan bentuk, bagian, fungsi, serta cara penggunaan alat ukur jaringan secara langsung kepada peserta didik.
4. Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami materi pengenalan alat ukur jaringan karena penyajiannya masih didominasi oleh teks dan ilustrasi dua dimensi.

5. Belum tersedia media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dapat digunakan sebagai media pendukung pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan di SMK Swasta Jambi Medan.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek sebagai berikut.

1. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*).
2. Produk yang dikembangkan berupa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dapat dijalankan pada perangkat smartphone berbasis Android.
3. Materi yang menjadi fokus pengembangan dibatasi pada Pengenalan Alat Ukur Jaringan dalam mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi sesuai dengan Capaian Pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka.
4. Visualisasi objek tiga dimensi yang disajikan dalam media pembelajaran dibatasi pada alat ukur jaringan yang sesuai dengan materi pembelajaran.
5. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas X TJKT 1 SMK Swasta Jambi Medan.
6. Efektivitas media pembelajaran diukur berdasarkan peningkatan hasil belajar peserta didik yang dianalisis menggunakan metode N-Gain.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah ditetapkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana proses pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan dalam mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Swasta Jambi Medan?
2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media?
3. Bagaimana efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan dalam mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Swasta Jambi Medan?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghasilkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan dalam mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Swasta Jambi Medan.
2. Menganalisis tingkat kelayakan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media.
3. Mengetahui efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan dalam mata pelajaran Dasar-

dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Swasta Jambi Medan.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi pendidikan melalui pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR). Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang mengkaji pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, terutama yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* dalam proses pembelajaran.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peserta Didik

Media pembelajaran yang dikembangkan diharapkan dapat membantu peserta didik memahami materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan melalui visualisasi objek tiga dimensi yang lebih realistis dan interaktif. Dengan demikian, media tersebut diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar, memperkuat pemahaman konsep, serta mendukung peningkatan hasil belajar peserta didik.

b. Bagi Guru

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif media pembelajaran yang interaktif untuk mendukung penyampaian materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan. Selain itu, media yang dikembangkan diharapkan dapat membantu guru mengatasi

keterbatasan ketersediaan alat praktik serta mempermudah penyampaian materi melalui visualisasi objek tiga dimensi yang lebih realistis.

c. Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran untuk mendukung penerapan pembelajaran berbasis teknologi di sekolah. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi terhadap peningkatan kualitas proses pembelajaran serta mendorong inovasi dalam pengembangan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan vokasi.

d. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) maupun penelitian sejenis pada materi pembelajaran atau bidang keahlian yang berbeda.

1.7 Spesifikasi Produk

Produk yang dihasilkan pada penelitian ini berupa aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dirancang untuk dijalankan pada perangkat Android. Aplikasi tersebut dikembangkan sebagai media

pembelajaran pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi bagi peserta didik di SMK Swasta Jambi Medan.

Spesifikasi produk yang dikembangkan dijelaskan sebagai berikut.

1. Fungsionalitas:

- a. Aplikasi dapat menampilkan objek virtual tiga dimensi (3D) dari alat ukur jaringan melalui pemindaian *marker* secara *real-time*.
- b. Dapat memberikan penjelasan mengenai jenis-jenis alat, materi pembelajaran, dan video pembelajaran.
- c. Memiliki fitur kuis atau latihan soal dalam bentuk pilihan berganda untuk mengukur pemahaman siswa setelah mempelajari materi.

2. Antarmuka (*User Interface*):

- a. Desain antarmuka sederhana, intuitif, dan mudah digunakan oleh siswa SMK.
- b. Tampilan menarik dengan elemen visual berupa objek 3D yang realistis untuk mendukung pengalaman belajar yang lebih konkret.

3. Kinerja Sistem

- a. Aplikasi dapat dioperasikan pada perangkat *smartphone* berbasis Android.
- b. Media pembelajaran menerapkan teknologi *Marker Based Augmented Reality* yang dikembangkan menggunakan perangkat lunak *Unity* dengan dukungan pustaka (*library*) *Vuforia*.

- c. Efisiensi penggunaan sumber daya perangkat agar tetap optimal saat digunakan di lingkungan sekolah.

4. Konten Pembelajaran

- a. Materi pembelajaran mencakup pengenalan berbagai alat ukur jaringan, seperti *LAN Tester*, *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR), *Optical Power Meter* (OPM), dan alat ukur jaringan lainnya yang disusun sesuai dengan Capaian Pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka.
- b. Materi pembelajaran dan soal kuis disusun berdasarkan buku teks serta referensi yang digunakan oleh guru mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Swasta Jambi Medan.

Dengan spesifikasi tersebut, aplikasi ini diharapkan menjadi media pembelajaran yang efisien dan membantu siswa mengenali alat ukur jaringan meskipun terdapat keterbatasan alat praktik secara fisik di sekolah.

1.8 Pentingnya Pengembangan

Pengembangan aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada perangkat Android menjadi penting untuk mendukung pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), khususnya pada Program Keahlian Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Pengembangan ini diharapkan mampu menjawab berbagai kebutuhan pembelajaran yang telah diidentifikasi pada tahap analisis. Adapun urgensi pengembangan produk tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Mendukung Implementasi Kurikulum Merdeka

Kurikulum Merdeka mendorong penerapan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik serta menekankan pentingnya fleksibilitas dan kemandirian dalam proses belajar. Media pembelajaran berbasis AR dapat membantu siswa belajar sesuai kecepatan mereka sendiri dengan mengeksplorasi objek virtual alat ukur jaringan secara mandiri tanpa ketergantungan penuh pada penjelasan guru di depan kelas.

2. Menjawab kebutuhan pembelajaran digital

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, siswa membutuhkan media pembelajaran yang inovatif untuk mengatasi keterbatasan alat praktik fisik yang belum lengkap di sekolah. Penggunaan aplikasi berbasis Android menjawab kebutuhan tersebut karena perangkat ini sudah dimiliki oleh mayoritas siswa sehingga materi dapat diakses kapan saja untuk memperjelas visualisasi gambar 2D pada buku cetak yang seringkali memiliki resolusi rendah.

3. Meningkatkan efektivitas dan hasil belajar

Penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif melalui visualisasi objek tiga dimensi yang menyerupai kondisi nyata. Karakteristik tersebut memungkinkan peserta didik memahami materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan secara lebih konkret dibandingkan dengan pembelajaran yang

hanya mengandalkan metode ceramah dan media konvensional. Dengan demikian, pengembangan media ini diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar, menumbuhkan rasa ingin tahu, serta mendorong partisipasi aktif peserta didik selama proses pembelajaran.

Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) tidak hanya mendukung pencapaian tujuan pembelajaran, tetapi juga menjadi salah satu inovasi yang relevan dengan kebutuhan pendidikan vokasi dalam menghadapi perkembangan teknologi dan transformasi digital di dunia pendidikan.

1.9 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa asumsi yang mendukung pelaksanaan penelitian. Asumsi-asumsi tersebut diuraikan sebagai berikut. Selain itu, penelitian ini juga memiliki keterbatasan yang perlu dijelaskan agar ruang lingkup pengembangan menjadi jelas dan hasil penelitian dapat dipahami secara proporsional. Asumsi dan keterbatasan ini disusun untuk membatasi faktor-faktor diluar kendali peneliti serta sebagai acuan dan menafsirkan hasil pengembangan media pembelajaran yang dilakukan.

1. Asumsi

- a. Siswa memiliki perangkat Android dan akses internet yang stabil selama proses pembelajaran berlangsung.
- b. Guru dan siswa memiliki kemampuan dasar dalam menggunakan aplikasi berbasis Android.
- c. Materi alat ukur jaringan yang digunakan dalam *Augmented Reality* sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan pembelajaran di SMK Swasta Jambi Medan.
- d. Pihak sekolah mendukung penggunaan teknologi pembelajaran berbasis Android selama kegiatan belajar.

2. Keterbatasan Pengembangan

- a. Aplikasi ini menggunakan metode *Marker Based Augmented Reality*, sehingga memerlukan marker fisik (gambar pemicu) yang tercetak jelas agar objek 3D alat ukur dapat muncul pada layar perangkat.
- b. Ruang lingkup materi dalam aplikasi ini terbatas pada pengenalan alat ukur jaringan untuk siswa kelas X semester 1 elemen ke-5.
- c. Uji kelayakan dan efektivitas aplikasi dilakukan secara terbatas di SMK Swasta Jambi Medan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini belum dapat digeneralisasikan ke seluruh Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Pengertian Belajar dan Pembelajaran

Proses pendidikan pada dasarnya bertumpu pada dua konsep yang saling berhubungan erat, yaitu belajar dan pembelajaran. Menurut penjelasan Dr. H. Mulyasa (2013), belajar ialah sebuah proses terjadinya perubahan dalam hal tingkah laku, wawasan, keahlian, serta sikap seseorang yang didapatkan dari hasil hubungan dengan area sekitarnya. Pandangan ini menegaskan bahwa kegiatan belajar tidak sekadar berbicara tentang bagaimana seseorang mengumpulkan pengetahuan. Lebih dari itu, belajar juga meliputi perbaikan perilaku, keterampilan, dan sikap menjadi lebih positif sebagai dampak nyata dari interaksi terhadap lingkungan tempatnya berada.

Sejalan dengan konsep tersebut, Dr. Sugiyono (2016) mengemukakan bahwa pembelajaran ialah sebuah kegiatan aktif saat seseorang secara sengaja menyerap informasi serta pengalaman baru demi mendapatkan wawasan dan keahlian yang lebih bermutu. Pengertian ini memperlihatkan bahwa pembelajaran merupakan sebuah proses yang mengharuskan seseorang berperan aktif dalam membentuk wawasan serta kemampuannya lewat kegiatan belajar yang disadari. Melalui proses pembelajaran ini, individu akan terlibat langsung dalam mengolah data, membentuk pemahaman baru, serta mengasah keterampilan yang pas dengan target belajar yang ingin dicapai.

Melalui seluruh penjelasan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa belajar dan pembelajaran ialah dua hal yang saling berhubungan erat serta mempunyai pengaruh besar dalam pelaksanaan dunia pendidikan. Belajar pada dasarnya merupakan sebuah proses yang membawa perubahan dalam diri seseorang, baik dari segi wawasan, keahlian, sikap, maupun tingkah laku. Sementara itu, pembelajaran merupakan sebuah sistem yang menggerakkan individu agar ikut aktif dalam meraih serta mengasah pengetahuan dan keterampilan lewat kegiatan belajar yang dialami. Oleh karena itu, kedua hal ini akan saling mengisi dan sangat bergantung pada hubungan antara individu dengan area sekitarnya, serta didukung oleh beraneka macam faktor dari dalam maupun luar diri demi meraih target belajar yang ditentukan.

2.1.2 Pengertian Media Pembelajaran

Di masa modern saat ini, keberadaan media pembelajaran mempunyai fungsi yang sangat besar dalam menunjang kelancaran kegiatan pendidikan di sekolah. Menurut Sugiyono (2017), media pembelajaran tidak hanya berupa sarana konvensional, seperti buku dan papan tulis, tetapi juga mencakup pemanfaatan teknologi modern, seperti perangkat lunak pembelajaran interaktif dan multimedia, yang dapat menunjang efektivitas proses pembelajaran. Dalam mengembangkan pemahaman tentang penggunaan media dalam pembelajaran, penting untuk mempertimbangkan berbagai perspektif dan penelitian terkait.

Merujuk pada pemikiran Setiawan (2018), pemanfaatan media dalam kegiatan belajar ikut andil dalam membangun atmosfer kelas yang lebih hidup sekaligus memicu minat siswa sepanjang proses pembelajaran berlangsung. Di

samping itu, alat bantu tersebut mempermudah penyajian materi secara tepat sasaran, sehingga siswa dapat lebih gampang menyerap pelajaran yang diberikan. Lebih lanjut, Sanjaya (2019) menegaskan bahwa penentuan media pembelajaran harus diselaraskan dengan target belajar, ciri khas siswa, serta keadaan dan situasi kelas supaya pemanfaatannya bisa memberikan dampak yang maksimal.

Selama aktivitas pengajaran berlangsung, sarana belajar memegang andil besar dalam menyokong penerapan model pembelajaran yang lebih variatif serta selaras dengan kebutuhan siswa. Hamalik (2016) berpendapat bahwa alat peraga edukasi dapat dipakai demi menyuguhkan materi dengan cara yang lebih memikat, sehingga sanggup memicu siswa untuk ikut serta secara aktif dalam kelas. Oleh sebab itu, ketepatan dalam menentukan media yang sejalan dengan sasaran kurikulum menjadi salah satu penentu utama demi meraih hasil belajar yang paling maksimal.

Melalui seluruh paparan tersebut, dapat ditarik kesimpulan media pembelajaran mempunyai pengaruh besar dalam mendongkrak mutu kegiatan pengajaran di kelas. Lewat pemilihan media yang pas, guru mampu membangun atmosfer ruang kelas yang lebih hidup, saling berinteraksi, serta selaras dengan ciri khas maupun keperluan para siswa.

2.1.3 Manfaat Media Pembelajaran

Menurut Buchori, A., dan Kadarohman, A. (2017), penggunaan media pembelajaran di sekolah memberikan berbagai manfaat dalam mendukung proses pembelajaran, di antaranya sebagai berikut.

1. Meningkatkan Daya Ingat

Media Pembelajaran mempermudah siswa dalam menyimpan informasi secara lebih kuat lewat penggunaan elemen visual dan audiovisual yang memikat, sehingga bahan ajar menjadi lebih gampang dimengerti serta melekat dalam ingatan.

2. Mempermudah Penyampaian Materi yang Bersifat Abstrak

Media pembelajaran memudahkan pendidik dalam menjabarkan materi yang bersifat tidak nyata melalui tampilan ilustrasi, gambar bergerak, serta berbagai bentuk multimedia lainnya, sehingga bahasan pelajaran menjadi lebih gampang diserap oleh siswa.

3. Mendorong Keaktifan Peserta Didik

Pemakaian media pembelajaran yang interaktif mampu mendorong keterlibatan siswa dengan cara membuka peluang bagi mereka untuk ikut serta secara langsung sepanjang aktivitas pengajaran berlangsung.

4. Mendukung Pembelajaran Kolaboratif

Keberadaan media pembelajaran mampu menunjang penerapan sistem belajar kelompok lewat aktivitas yang memotivasi siswa untuk bergotong royong menyelesaikan tugas, proyek, ataupun memecahkan masalah secara berkelompok.

5. Meningkatkan Motivasi Belajar

Bentuk media pembelajaran yang memikat serta interaktif sanggup mendongkrak gairah belajar siswa lantaran bisa membangun atmosfer kelas yang lebih menghibur sekaligus memicu keterlibatan nyata sepanjang aktivitas pengajaran berjalan.

6. Mengakomodasi Beragam Gaya Belajar

Karakteristik media pembelajaran dapat diselaraskan dengan beraneka macam tipe belajar siswa, mulai dari visual, auditori, hingga kinestetik, sehingga masing-masing siswa mendapatkan peluang belajar yang pas dengan ciri khas serta kecenderungan belajar mereka.

2.1.4 Fungsi Media Pembelajaran

Menurut Sanjaya, W. (2017), penggunaan media pembelajaran di sekolah memberikan berbagai manfaat dalam mendukung proses pembelajaran, di antaranya sebagai berikut.

1. Menyampaikan Informasi

Peran utama media pembelajaran ialah sebagai alat untuk menyalurkan informasi serta materi pelajaran secara gamblang, memikat, sekaligus gampang diserap oleh para siswa.

2. Meningkatkan Motivasi Belajar

Pemakaian media pembelajaran yang memikat serta interaktif mampu mendongkrak gairah dan ketertarikan siswa dalam mengikuti aktivitas pengajaran di kelas.

3. Membantu Pemahaman Konsep

Keberadaan media pembelajaran membantu siswa dalam menyerap materi yang bersifat tidak nyata atau rumit melalui tampilan yang lebih nyata serta kasat mata.

4. Meningkatkan Retensi Informasi

Penggunaan elemen visual serta audiovisual di dalam media pembelajaran mampu mempermudah siswa dalam melekatkan materi, sehingga daya simpan ingatan mereka terhadap informasi menjadi lebih kuat.

5. Mengembangkan Keterampilan

Media pembelajaran dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan berbagai keterampilan peserta didik, seperti keterampilan teknologi, berpikir kritis, dan kemampuan bekerja sama.

6. Mendukung Evaluasi Pembelajaran

Media pembelajaran bisa dimanfaatkan sebagai instrumen penilaian guna menakar tingkat pemahaman dan capaian belajar siswa lewat beraneka ragam bentuk ujian atau kuis yang dikemas secara interaktif.

2.1.5 Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) kini menjadi salah satu terobosan teknologi yang mencuri perhatian di ranah pendidikan lantaran berpotensi besar untuk dijadikan sebagai media pembelajaran yang inovatif. Prof. Dr. Bambang Suryadi (2019) mengemukakan bahwa *Augmented Reality* merupakan sebuah teknologi yang

mengintegrasikan komponen digital ke dalam lingkungan riil, sehingga mampu melahirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif serta memikat. Penerapan teknologi ini pada sektor pendidikan membuka kesempatan besar untuk mendongkrak keterlibatan siswa sekaligus memperluas wawasan belajar lewat tampilan objek yang lebih nyata dan sesuai konteks.

Wawasan yang lebih luas terkait kontribusi *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran bisa digali melalui beraneka ragam acuan yang sejalan. Suryadi (2019) menggarisbawahi kemampuan AR dalam mendongkrak interaksi antara siswa dengan bahan ajar. Di sisi lain, Setiawan (2018) memaparkan bahwa AR sanggup membangun suasana belajar yang lebih hidup dan memikat. Sejalan dengan hal itu, Sanjaya (2017) menyebutkan bahwa penggunaan AR mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif sekaligus menarik bagi para siswa. Kendati demikian, Hamalik (2016) menjabarkan bahwa integrasi AR di dalam kelas pun tidak luput dari bermacam hambatan yang mesti diantisipasi lewat taktik penggunaan yang pas. Walaupun teknologi ini menawarkan banyak keuntungan, kendala di lapangan tetap harus dicermati. Beberapa di antaranya meliputi besarnya anggaran operasional serta keterikatan pada spesifikasi gawai yang memadai. Hamalik (2016) menegaskan kembali bahwa segala rintangan dalam mengadopsi AR di dunia pendidikan menuntut adanya persiapan yang matang dan siasat yang jitu supaya pendayagunaannya bisa berjalan optimal selama aktivitas pengajaran berlangsung.

Melalui seluruh paparan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa *Augmented Reality* (AR) mempunyai prospek yang cerah untuk dijadikan sebagai

media pembelajaran inovatif. Kelebihan AR dalam membangun pengalaman belajar yang interaktif dan memikat membuka peluang bagi siswa untuk mendalami materi secara lebih luas, sehingga mampu mendongkrak mutu pengajaran. Kendati demikian, bermacam rintangan dalam penerapannya di lapangan tetap harus diwaspadai, sehingga menuntut adanya persiapan yang matang agar pendayagunaan AR di ranah pendidikan bisa berlangsung secara maksimal.

2.1.6 Pengertian *Augmented Reality*

Secara menyeluruh, *Augmented Reality* (AR) ialah sebuah teknologi yang mengintegrasikan ruang digital dua maupun tiga dimensi ke dalam lingkungan riil tiga dimensi, lalu menampilkan objek visual tiruan tersebut secara langsung pada waktu yang sama (Putu Angga Sudyatmika, Darmawiguna, & Kesiman, 2014). Imam dan Usep (2019) menjelaskan bahwa AR adalah teknologi yang mengintegrasikan lingkungan nyata dengan objek virtual melalui sistem komputer sehingga keduanya dapat saling berinteraksi secara langsung (real-time). Integrasi tersebut menghasilkan tampilan yang menyerupai kondisi nyata, di mana objek virtual seolah-olah menjadi bagian dari lingkungan sebenarnya.

Menilik dari sejumlah pandangan yang sudah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa *Augmented Reality* (AR) ialah teknologi yang sanggup menyatukan objek digital dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam ranah riil secara langsung pada waktu yang sama. Teknologi ini memberikan kesempatan bagi pemakai untuk menyaksikan kombinasi antara lingkungan nyata dan ruang virtual secara serempak, sehingga melahirkan tampilan yang lebih interaktif,

tampak nyata, serta menunjang penyaluran informasi dan kegiatan belajar secara lebih berdaya guna.

2.1.7 Jenis-jenis *Augmented Reality*

Berdasarkan beberapa penjelasan mengenai *Augmented Reality* (AR), dapat diketahui bahwa teknologi ini memiliki beberapa jenis atau metode yang berbeda, tergantung pada cara penerapannya. Adapun beberapa jenis atau metode *Augmented Reality* adalah sebagai berikut.

a. *Marker Based AR*

Metode ini sering disebut sebagai pengenalan berbasis penanda (*marker-based*) karena memanfaatkan objek visual tertentu yang dipindai menggunakan kamera. Penanda tersebut dapat berupa kode QR atau simbol khusus lainnya yang telah dirancang sebelumnya. Sistem *Augmented Reality* kemudian mendeteksi posisi serta orientasi penanda untuk menampilkan konten digital yang sesuai. Melalui proses ini, penanda dapat memicu munculnya animasi atau objek tiga dimensi, sehingga gambar pada media cetak seperti majalah dapat berubah menjadi model 3D yang dapat dilihat secara interaktif oleh pengguna.

b. *Markless AR*

Pada jenis ini marker tidak digunakan untuk menampilkan item digital. Jenis Ar ini berbasis lokasi atau posisi menggunakan GPS, kompas, giroskop, dan akselerometer untuk memberikan data sesuai dengan lokasi pengguna. Jenis *Augmented Reality* ini bekerja dengan memanfaatkan data lokasi untuk menentukan konten AR yang dapat diakses pada area tertentu. Dengan

bantuan perangkat smartphone, teknologi ini umumnya menyediakan fitur berupa peta, petunjuk arah, serta informasi mengenai lokasi atau layanan di sekitar pengguna. Penerapannya dapat ditemukan pada sistem navigasi, informasi acara, hingga iklan atau layanan berbasis lokasi yang muncul sesuai dengan posisi pengguna secara real-time.

c. *Projection-based AR*

Jenis *Augmented Reality* ini bekerja dengan memproyeksikan cahaya buatan ke permukaan fisik, sehingga memungkinkan interaksi antara pengguna dan proyeksi tersebut. Teknologi ini sering dikaitkan dengan konsep hologram yang menampilkan objek visual tiga dimensi di ruang nyata. Sistem ini juga dapat mendeteksi interaksi pengguna berdasarkan perubahan pada proyeksi yang ditampilkan, sehingga memungkinkan adanya respons visual secara dinamis.

d. *Superimposition-based AR*

Jenis *Augmented Reality* ini bekerja dengan menggantikan atau menambahkan tampilan pada objek asli, baik secara penuh maupun sebagian, dengan visual yang telah ditingkatkan. Pengenalan objek menjadi komponen penting dalam konsep ini, karena tanpa proses tersebut sistem tidak dapat menampilkan objek virtual secara tepat pada lingkungan nyata. Salah satu contoh penerapannya adalah aplikasi katalog IKEA yang memungkinkan pengguna menempatkan furnitur virtual dari katalog ke dalam ruangan nyata secara langsung (Filahi & Krit, 2018).

2.1.8 Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi

Mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK dirancang guna membekali siswa dengan keahlian yang meliputi keterampilan teknis (*hard skills*) maupun keterampilan interpersonal (*soft skills*) sebagai modal untuk terjun ke dunia kerja ataupun meneruskan studi ke perguruan tinggi. Adapun kompetensi yang ditargetkan dapat tumbuh melalui mata pelajaran ini meliputi:

- a. Memahami tata kelola dan alur bisnis di sektor teknik jaringan komputer dan telekomunikasi.
- b. Mengetahui tren inovasi serta pembaruan teknologi pada peranti teknik jaringan komputer dan telekomunikasi.
- c. Mengidentifikasi pelbagai ragam profesi, karakteristik kewirausahaan (*job profile* dan *technopreneurship*), pembangunan citra diri (*personal branding*), hingga potensi bisnis di ranah teknik jaringan komputer dan telekomunikasi lewat metode pembelajaran berbasis proyek riil.
- d. Menjelaskan batasan kerja pada bidang teknik jaringan komputer dan telekomunikasi sekaligus mempraktikkan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan (K3LH) di tempat kerja.
- e. Menelaah implementasi media pembelajaran, alat transmisi, serta jaringan telekomunikasi.
- f. Mengerti tata cara pengoperasian instrumen pengukuran di dalam lingkup teknik jaringan komputer dan telekomunikasi.

2.1.9 Unity

Unity merupakan sebuah platform pengembangan permainan dan aplikasi yang banyak digunakan dalam industri game serta pengembangan konten interaktif lainnya. Platform ini mendukung pembuatan aplikasi berbasis dua dimensi maupun tiga dimensi sehingga sering dimanfaatkan dalam pengembangan media interaktif. Dalam buku "Panduan Lengkap Unity 3D: Membuat Game 3D dengan Unity" karya Anton Susanto (2019), Unity dijelaskan sebagai alat yang sangat fleksibel dan kuat, memungkinkan pengembang untuk membuat berbagai jenis permainan dan aplikasi, baik untuk platform desktop, web, maupun mobile. Keunggulan utama Unity adalah kemampuannya dalam mendukung pengembangan lintas platform, artinya pengembang dapat membuat satu proyek dan mempublikasikannya ke berbagai platform tanpa perlu menulis ulang kode dari awal. Selain itu, Unity memiliki komunitas pengembang yang besar dan aktif, sehingga pengguna dapat dengan mudah menemukan dukungan dan sumber daya untuk memecahkan masalah atau mempelajari hal baru dalam pengembangan.

2.1.10 Vuforia

Vuforia merupakan perangkat lunak pengenalan citra yang banyak digunakan dalam pengembangan konten *Augmented Reality*. Dalam buku *Teknologi dan Pengembangan Augmented Reality*, Setiawan (2020) menjelaskan bahwa Vuforia merupakan alat yang memudahkan pengembang dalam menambahkan fitur *Augmented Reality* ke dalam aplikasi. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan untuk mengenali dan melacak objek di lingkungan nyata, seperti gambar, marker, maupun objek tiga dimensi, kemudian menampilkan konten digital yang sesuai pada layar perangkat pengguna. Keunggulan utama

Vuforia adalah kemampuannya dalam mendukung pengembangan *Augmented Reality* tanpa perlu pengetahuan khusus tentang pengenalan citra atau pengembangan komputer vision, sehingga memudahkan pengembang untuk menciptakan pengalaman *Augmented Reality* yang menarik dan interaktif.

2.1.11 UML (*Unified Modeling Language*)

Berdasarkan pandangan Rosa A.S. dan M. Shalahudin (2015:133), *Unified Modeling Language* (UML) ialah spesifikasi bahasa baku yang diimplementasikan secara masif pada industri perangkat lunak guna menjabarkan spesifikasi kebutuhan, menjalankan tahapan analisis dan desain, serta mengilustrasikan arsitektur sistem pada pemodelan yang berorientasi objek.

Adapun jenis-jenis diagram pada UML yaitu:

1. *Use Case Diagram*

Use case diagram mengilustrasikan fungsi-fungsi yang ditargetkan dari sebuah sistem dengan menitikberatkan pada hubungan timbal balik antara aktor dan sistem itu sendiri. Representasi ini berpusat pada aspek apa saja yang dikerjakan oleh sistem, bukan pada cara mekanisme tersebut dijalankan.

2. *Class Diagram*

Class diagram merupakan sebuah diagram yang memperlihatkan arsitektur sistem dengan cara memetakan kelas, atribut, metode operasional, serta keterkaitan antarkelas tersebut. Model ini menjadi

fondasi utama dalam perancangan sistem berbasis objek lantaran menjabarkan kerangka struktur dari objek yang hendak diciptakan.

3. **Statechart Diagram**

Statechart diagram mengilustrasikan transisi atau perubahan kondisi (*state*) yang dialami oleh suatu objek di dalam sistem sebagai reaksi atas kejadian maupun stimulus tertentu. Sebuah kelas diperbolehkan mempunyai lebih dari satu *statechart diagram* tergantung pada tingkat kerumitan perilaku objek tersebut.

4. **Activity Diagram**

Activity diagram merupakan diagram yang memetakan rangkaian kegiatan di dalam sebuah sistem, mulai dari satu tahapan hingga ke tahapan berikutnya. Bagan ini menitikberatkan pada urutan tindakan serta alur kerja yang berlangsung hingga mampu membuahkan suatu hasil (*output*) tertentu.

5. **Sequence Diagram**

Sequence diagram merupakan diagram interaksi yang memperlihatkan kronologi pengiriman pesan antarkomponen objek dalam kurun waktu spesifik. Bagan ini dimanfaatkan guna memperlihatkan runtutan proses, mulai dari peristiwa yang memicu aktivitas hingga mampu menelurkan hasil (*output*) yang ditargetkan.

6. **Collaboration Diagram**

Component diagram memperlihatkan tatanan organisasi dari setiap komponen di dalam sistem beserta hubungan saling ketergantungan antarkomponen tersebut. Skema ini memiliki keterkaitan erat dengan *class diagram* lantaran sebuah komponen dapat direpresentasikan ke dalam bentuk kelas, antarmuka (*interface*), ataupun kolaborasi.

7. **Component Diagram**

Component diagram memperlihatkan tatanan organisasi dari setiap komponen di dalam sistem beserta hubungan saling ketergantungan antarkomponen tersebut. Skema ini memiliki keterkaitan erat dengan *class diagram* lantaran sebuah komponen dapat direpresentasikan ke dalam bentuk kelas, antarmuka (*interface*), ataupun kolaborasi.

8. **Deployment Diagram**

Deployment diagram mengilustrasikan tata letak fisik sistem ketika dioperasikan, termasuk peranti (*node*) serta komponen yang tertanam di dalamnya. Bagan ini memiliki kegunaan yang tinggi pada sistem yang berjalan dalam lingkungan komputasi terdistribusi, lantaran mampu memperlihatkan cara aplikasi diterapkan pada pelbagai perangkat keras yang berbeda. (Zufria, 2013).

2.1.12 Flowchart

Berdasarkan pemikiran Sitorus (2015), *flowchart* dapat dimaknai sebagai urutan tahapan dalam memecahkan suatu masalah yang diekspresikan lewat lambang-lambang khusus. Diagram alir ini memperlihatkan rangkaian logika

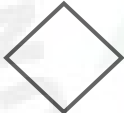
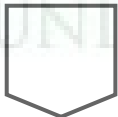
dari sebuah program secara teratur dan sistematis. Adapun regulasi atau ketentuan dalam menyusun *flowchart* meliputi:

- a. Penyusunan *flowchart* didesain dengan arah alur yang bergerak dari atas menuju ke bawah atau dari sisi kiri mengarah ke kanan.
- b. Tiap tahapan kegiatan atau proses di dalam diagram alir wajib didefinisikan secara gamblang agar tidak memicu makna ganda.
- c. Masing-masing diagram alir diharuskan memiliki satu titik mula (start) dan diselesaikan dengan satu atau beberapa titik batas akhir (end/terminator/halt state).
- d. Pemanfaatan simbol penghubung (on-page connector dan off-page connector) wajib disematkan penanda (label) yang identik guna menegaskan kelanjutan alur sewaktu skema terpisah karena keterbatasan ruang atau pergantian halaman.

Target utama dari pembuatan *flowchart* ialah untuk memetakan rangkaian solusi pemecahan masalah secara ringkas, teratur, dan gamblang memakai lambang-lambang yang baku. Adapun representasi simbol yang dipakai untuk mengilustrasikan algoritma di dalam diagram alir beserta kegunaannya meliputi:

Tabel 2. 1 Simbol dan Fungsi Flowchart

No	Simbol	Nama	Fungsi
----	--------	------	--------

1		<i>Terminal</i>	Menandai titik awal (<i>start</i>) maupun batas akhir (<i>end</i>) dari eksekusi sebuah program atau urutan prosedur di dalam diagram alir (<i>flowchart</i>).
2		<i>Input/output</i>	Proses pemasukan data (<i>input</i>) atau pengeluaran hasil (<i>output</i>) dalam suatu sistem, tanpa memperhatikan jenis perangkat yang digunakan.
3		<i>Procces</i>	Merepresentasikan sebuah instruksi kerja atau tahapan kalkulasi yang dieksekusi secara otomatis oleh sistem komputer.
4		<i>Decision</i>	Melambangkan suatu titik percabangan atau pengujian kondisi yang melahirkan dua alternatif pilihan kelanjutan alur, yakni "ya" (<i>true</i>) atau "tidak" (<i>false</i>).
5		<i>Connector</i>	Menandakan titik temu atau jembatan penghubung yang mengaitkan satu tahapan proses dengan proses berikutnya yang masih terletak pada lembar halaman yang identik di dalam diagram alir (<i>flowchart</i>).
6		<i>Offline connector</i>	Digunakan sebagai tanda penyambung yang mengintegrasikan satu rangkaian proses ke tahapan berikutnya ketika alur diagram alir (<i>flowchart</i>) terputus dan berlanjut pada lembar halaman yang berbeda.
7		<i>Predefined Process</i>	Merepresentasikan alokasi ruang memori atau penyimpanan untuk

			menjalankan suatu tahapan pemrosesan sekaligus menetapkan nilai awal (<i>inisialisasi</i>).
8		<i>Punched Card</i>	Simbol yang digunakan untuk menunjukkan suatu proses atau prosedur yang telah didefinisikan sebelumnya dan dapat digunakan kembali dalam diagram alir (<i>flowchart</i>).
9		<i>Punched Tape</i>	-
10		<i>Document</i>	Simbol yang digunakan untuk menunjukkan keluaran (<i>output</i>) yang dihasilkan sistem dalam bentuk dokumen, baik untuk ditampilkan maupun dicetak melalui perangkat pencetak (<i>printer</i>).
11		<i>Flow</i>	Simbol yang digunakan untuk menunjukkan arah aliran atau urutan proses dalam diagram alir (<i>flowchart</i>).

2.1.13 Model Pengembangan ADDIE

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE karena merupakan salah satu model yang banyak diterapkan dalam pengembangan instruksional. Model ini juga dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai jenis produk pendidikan, seperti bahan ajar, model pembelajaran, strategi pembelajaran, maupun media pembelajaran. Selain memiliki cakupan penggunaan

yang luas, model ADDIE disusun dengan prosedur yang sederhana, sistematis, dan mudah diterapkan dalam proses pengembangan produk (Cahyadi, 2019).

Model pengembangan ADDIE merupakan sebuah akronim yang merepresentasikan lima fase berurutan, meliputi *Analyze* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), serta *Evaluation* (evaluasi). Adapun uraian terperinci mengenai masing-masing tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

a. *Analyze* (Analisis)

Fase analisis diorientasikan untuk memetakan faktor pemicu munculnya celah (*gap*) antara target pembelajaran ideal dengan realitas yang terjadi di lapangan. Pada urutan ini, kegiatan difokuskan pada pemetaan kebutuhan, pelacakan kendala utama, serta pengujian kelayakan terhadap urgensi pembuatan media pembelajaran baru berdasarkan sasaran yang telah dirumuskan. Produksi inovasi media tersebut baru akan dieksekusi jika sarana edukasi terdahulu dinilai tidak lagi mampu mengakomodasi kebutuhan instruksional secara optimal.

b. *Design* (Desain)

Di dalam fase perancangan, cetak biru (*blueprint*) media pembelajaran mulai disusun dengan mengacu pada poin-poin hasil pemetaan kebutuhan yang telah diperoleh sebelumnya. Agenda utama pada fase ini mencakup perumusan indikator capaian belajar, pengorganisasian materi, skenario aktivitas instruksional, perakitan alat ukur evaluasi, hingga visualisasi konsep antarmuka media. Dokumen rancangan yang

dihasilkan pada poin ini masih berada pada level konseptual dan diplot sebagai pemandu utama bagi jalannya proses produksi di tahap berikutnya.

c. *Development* (Pengembangan)

Fase pengembangan merupakan proses untuk mengefektifkan serta merealisasikan konsep rancangan yang telah disusun sebelumnya menjadi suatu produk yang siap dioperasikan. Aktivitas pada tahapan ini mencakup kodifikasi atau pembuatan media pembelajaran, pengujian fungsionalitas sistem, serta uji validasi oleh para pakar guna mengukur tingkat kelayakan media sebelum didistribusikan kepada target pengguna. Rekomendasi serta hasil dari penilaian ahli tersebut dijadikan sebagai landasan utama dalam mengeksekusi revisi dan penyempurnaan produk agar selaras dengan target pembelajaran yang telah dirumuskan.

d. *Implementation* (Implementasi)

Fase implementasi merupakan tahapan untuk mengaplikasikan produk media pembelajaran yang telah selesai diproduksi dan dinyatakan valid ke dalam aktivitas instruksional yang sesungguhnya. Agenda di tahapan ini meliputi pengondisian ruang atau lingkungan belajar serta pelibatan aktif peserta didik selaku target audiens. Setelah itu, media dioperasikan dengan berpedoman pada skenario pembelajaran yang telah dirancang sebelumnya agar dapat dievaluasi dalam kondisi kelas yang nyata. Melalui langkah ini, transfer materi edukasi dilakukan dengan

mengoptimalkan peran media baru guna menguji efektivitasnya dalam menunjang proses pembelajaran.

e. *Evaluation* (Evaluasi)

Pada fase kelima ini, penilaian dilakukan secara menyeluruh terhadap produk yang telah diciptakan, baik pada rentang waktu sebelum maupun sesudah pengoperasian media baru tersebut. Proses pengujian ini dikenal sebagai evaluasi produk. Target utama dari tahapan evaluasi ini ialah untuk mengukur serta menakar kualitas dari siklus pengembangan sistem sekaligus efektivitas capaian belajar yang dihasilkan sebelum dan setelah mengimplementasikan inovasi produk tersebut. (Mulyatiningsih, 2011).

2.2 Penelitian Relevan

Berikut adalah beberapa penelitian relevan yang mengkaji tentang pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*, yaitu:

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Research Gap/Kebaruan
1	Febyola & Aswardi (2021)	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik	Studi tersebut menerapkan model pengembangan 4D dalam pelaksanaannya. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa media yang	Pada studi terdahulu, pengembangan media pembelajaran untuk mata pelajaran Instalasi Motor Listrik dieksekusi dengan mengadopsi model

			diproduksi telah memenuhi indikator valid, memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi, serta sangat efektif, sehingga dinilai representatif untuk dioperasikan sebagai sarana instruksional pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik di jenjang SMK.	pengembangan 4D. Kontras dengan hal tersebut, penelitian ini menerapkan model pengembangan ADDIE yang difokuskan pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan dalam ruang lingkup mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Di samping itu, kebaruan dari media yang dirancang ini terletak pada integrasi visualisasi objek tiga dimensi (3D), substansi materi, video edukasi, panduan operasional, hingga instrumen kuis evaluasi yang dirangkum secara komprehensif ke dalam satu aplikasi
--	--	--	---	--

				berbasis Android.
2	Mohammad Haris Kurniawan (2022)	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Sistem Tata Surya Kelas VI SD	Media memperoleh validasi media sebesar 90,38%, validasi materi 87,5%, dinyatakan praktis, serta efektif berdasarkan hasil analisis N-Gain.	Penelitian ini berfokus pada pembelajaran IPA tingkat sekolah dasar, sedangkan penelitian yang dilakukan penulis ditujukan pada pendidikan vokasi (SMK) dengan materi pengenalan alat ukur jaringan yang memerlukan visualisasi alat praktik secara langsung.
3	Fajar Dwi Mukti (2019)	Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality (AR) di Kelas V MI Wahid Hasyim	Penelitian menggunakan model 4D dan menunjukkan bahwa media memperoleh respons positif dari guru dan peserta didik sehingga layak digunakan dalam pembelajaran.	Penelitian terdahulu hanya berfokus pada kelayakan media di jenjang sekolah dasar, sedangkan penelitian ini mengembangkan media AR untuk pembelajaran vokasi yang disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik SMK

				serta menguji efektivitasnya melalui analisis N-Gain.
4	Alamin & Pramana (2023)	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality	Media memperoleh tingkat validitas sebesar 4,54 (sangat valid) dan 85% peserta didik mencapai nilai di atas KKM sehingga media dinyatakan efektif digunakan dalam pembelajaran.	Penelitian tersebut membuktikan efektivitas AR secara umum, sedangkan penelitian ini lebih difokuskan pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan, dikembangkan berdasarkan kebutuhan nyata di SMK Swasta Jambi Medan sebagai solusi atas keterbatasan alat praktik.
5	Puti dkk. (2023)	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality	Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memperoleh tingkat kelayakan sebesar 95% berdasarkan penilaian ahli materi dan 100%	Penelitian terdahulu hanya berfokus pada pengujian tingkat kelayakan media pembelajaran. Sementara itu, penelitian ini tidak hanya menguji kelayakan media,

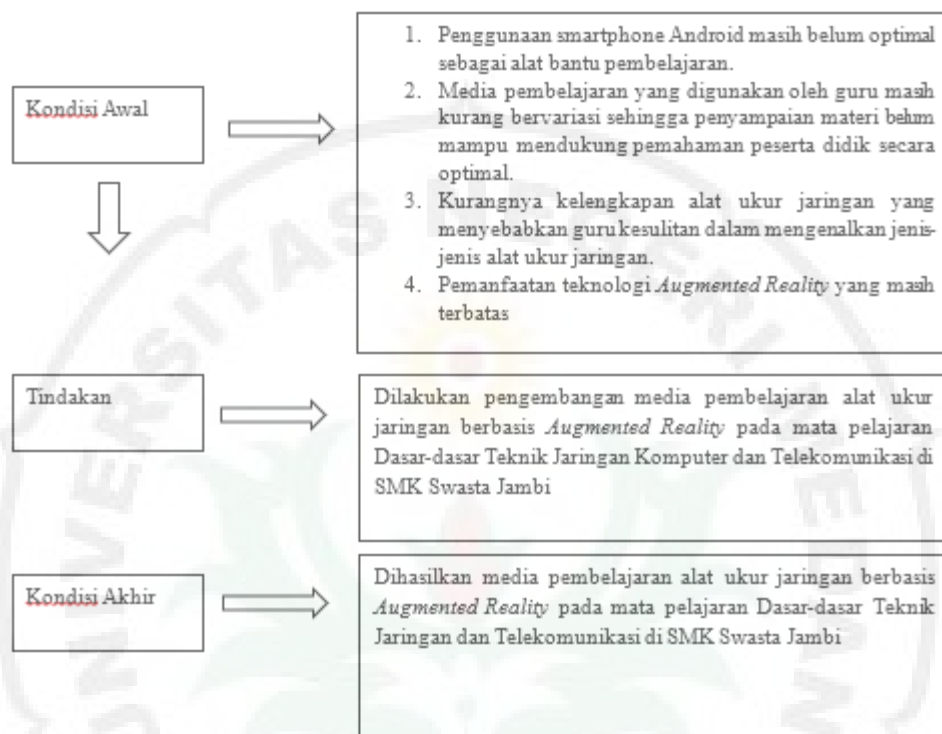
			berdasarkan penilaian ahli media. Berdasarkan hasil tersebut, media dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.	tetapi juga menganalisis efektivitas penggunaannya terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik menggunakan analisis <i>N-Gain</i>. Selain itu, penelitian ini mengembangkan aplikasi berbasis Android yang mengintegrasikan visualisasi objek tiga dimensi (3D), materi pembelajaran, video pembelajaran, petunjuk penggunaan, serta kuis evaluasi dalam satu media pembelajaran.
--	--	--	---	---

2.3 Kerangka Berpikir

Alur kerangka berpikir dalam penelitian dan pengembangan (*R&D*) ini diinisiasi oleh akselerasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang memicu kemunculan pelbagai terobosan teknologi guna menyokong berbagai lini

kehidupan, tidak terkecuali sektor pendidikan. Dinamika kemajuan teknologi ini, utamanya pada peranti gawai pintar (*smartphone*), membuka peluang akses yang masif untuk dioptimalisasikan sebagai sarana instruksional. Berbekal ragam fitur serta kapabilitas yang tertanam di dalamnya, gawai pintar diproyeksikan mampu memberikan stimulan positif dalam menciptakan proses pembelajaran yang lebih interaktif, efektif, serta relevan dengan karakteristik peserta didik. Kendati demikian, pada realitasnya, lompatan teknologi tersebut belum sepenuhnya dieksplorasi secara maksimal di dalam ranah pendidikan.

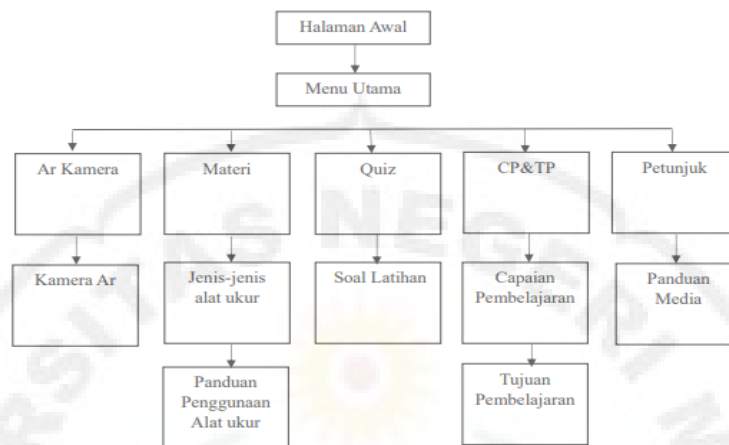
Merujuk pada hasil observasi dan pengamatan langsung di SMK Swasta Jambi Medan, ditemukan sejumlah kendala dalam aktivitas instruksional. Hambatan tersebut meliputi pemanfaatan gawai pintar (*smartphone*) yang belum dieksplorasi secara optimal sebagai instrumen penunjang kelas, minimnya variasi penggunaan media pembelajaran yang berimplikasi pada rendahnya pemahaman materi oleh peserta didik, serta keterbatasan sarana maupun prasarana berupa alat peraga fisik. Keterbatasan fasilitas ini menyulitkan pihak pendidik dalam mentransfer konsep teoretis, khususnya pada elemen kelima mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi yang menitikberatkan pada topik pengenalan alat ukur jaringan. Atas dasar dinamika tersebut, urgensi pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) menjadi solusi krusial untuk mengentaskan problematika tersebut sekaligus mendongkrak mutu pembelajaran di SMK Swasta Jambi Medan.



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

2.4 Desain Produk

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang dapat diakses melalui perangkat *smartphone* berbasis Android.. Adapun bagan atau uraian ringkas yang berisi alur desain produk sebagai berikut:



Gambar 2. 2Skema Desain Produk

Berikut merupakan penjelasan dari bagan media pembelajaran yang dikembangkan:

1. Halaman awal media akan menampilkan halaman utama yang menandakan bahwa siswa telah memasuki aplikasi. Halaman ini menampilkan beberapa menu yaitu menu ar kamera, materi, quiz, cp&tp, dan petunjuk
2. Menu ar pada aplikasi kamera akan membuka kamera untuk melakukan *scan* marker.
3. Menu materi berisi tentang jenis-jenis alat ukur jaringan dan panduan penggunaannya.
4. Menu CP & TP berisi informasi mengenai Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) yang menjadi target pencapaian peserta didik dalam proses pembelajaran.
5. Menu quiz berisi soal dalam bentuk pilihan berganda
6. Menu petunjuk berisi panduan penggunaan dan fungsi tombol yang ada aplikasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi pelaksanaan penelitian ini bertempat di SMK Swasta Jambi Medan yang berlokasi di Jalan Pertiwi No. 116, Kelurahan Bantan, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Sementara itu, rentang waktu pengambilan data dan implementasi riset ini diselenggarakan pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026.

3.2 Responden/Subjek/Objek Penelitian

Subjek sasaran dalam penelitian ini melibatkan peserta didik kelas X pada Program Keahlian Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi (TJKT) di SMK Swasta Jambi Medan. Penentuan responden riset dikonsentrasikan pada siswa kelas X yang menempuh mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026. Di sisi lain, objek yang dikaji dalam penelitian ini ialah produk media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang diorientasikan pada substansi materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan dalam ruang lingkup mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi.

3.3 Model Pengembangan

Pendekatan yang diadopsi dalam penelitian ini bertumpu pada metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development / R&D*) dengan menerapkan model ADDIE. Kerangka kerja ADDIE ini mengintegrasikan lima

tahapan yang saling berkesinambungan, meliputi *Analyze* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), serta *Evaluation* (evaluasi). Seluruh fase tersebut dieksekusi secara terstruktur dan berjenjang guna menstimulasi lahirnya produk akhir yang selaras dengan target spesifikasi pengembangan yang telah ditetapkan.

1. Analisis (*Analysist*)

Fase analisis dalam penelitian ini mencakup serangkaian aktivitas terstruktur. Langkah awal diinisiasi dengan pemetaan kebutuhan (*needs assessment*) melalui teknik observasi langsung terhadap jalannya aktivitas instruksional serta pelaksanaan wawancara mendalam bersama pendidik pengampu mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Agenda ini diproyeksikan untuk mengidentifikasi pelbagai kebutuhan di lapangan, memetakan kendala yang dihadapi, serta memotret kondisi riil pembelajaran sebagai landasan fundamental dalam merancang media pembelajaran.

Berdasarkan data yang dihimpun melalui observasi dan wawancara, diperoleh fakta bahwa optimalisasi pemanfaatan ponsel pintar (*smartphone*) oleh peserta didik sepanjang aktivitas instruksional masih tergolong rendah. Mayoritas siswa cenderung mengoperasikan perangkat tersebut untuk mengakses platform hiburan ketimbang menjadikannya sebagai instrumen penunjang akademik. Di samping itu, minimnya kuantitas alat ukur jaringan fisik yang tersedia di laboratorium sekolah serta terbatasnya variasi media pembelajaran berimplikasi pada timbulnya hambatan bagi peserta didik dalam mengonstruksi pemahaman materi terkait klasifikasi alat ukur jaringan.

Langkah kedua difokuskan pada analisis substansi materi yang diselaraskan dengan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP). Informasi yang digali melalui wawancara bersama pendidik pengampu mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi mengonfirmasi bahwa keterbatasan kuantitas alat ukur jaringan di sekolah menjadi salah satu hambatan utama dalam aktivitas instruksional. Menyikapi kendala tersebut, ruang lingkup materi yang diangkat dalam penelitian ini dikonsentrasikan secara khusus pada topik Pengenalan Alat Ukur Jaringan.

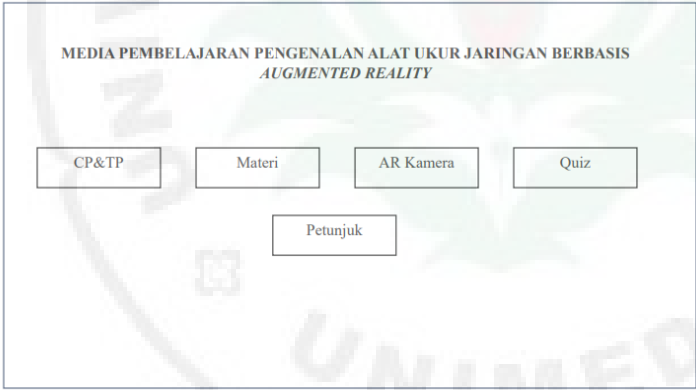
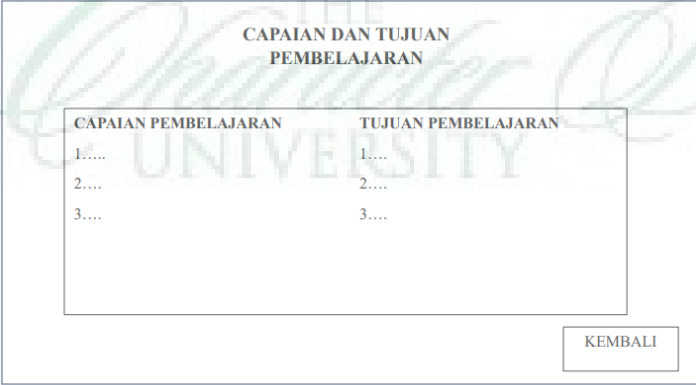
Langkah ketiga melibatkan analisis aspek teknologi guna memetakan kebutuhan perangkat keras (*hardware*) serta perangkat lunak (*software*) yang akan dioptimalkan dalam produksi media pembelajaran. Hasil identifikasi ini menegaskan bahwa gawai pintar (*smartphone*) dengan sistem operasi Android ditetapkan sebagai peranti utama untuk mengoperasikan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR), sementara platform *Unity Engine* dipilih sebagai perangkat lunak utama dalam mengeksekusi proses pengembangan aplikasi tersebut.

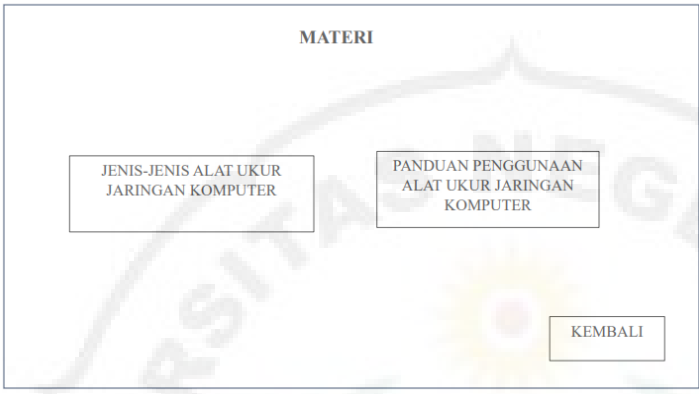
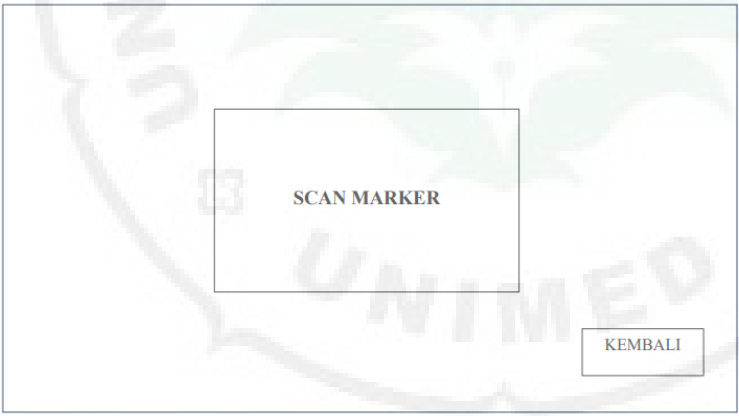
2. Desain (*Design*)

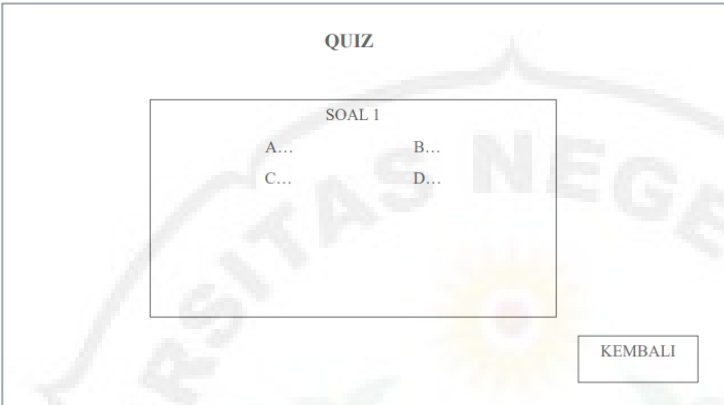
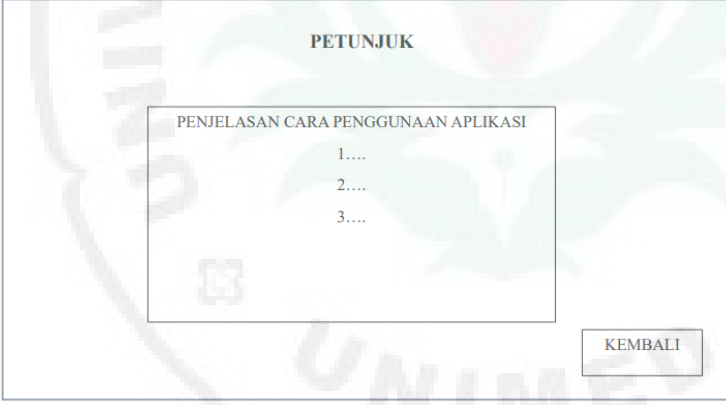
Fase kedua dalam kerangka kerja ADDIE diimplementasikan melalui tahap *Design* (perancangan). Pada urutan ini, penyusunan cetak biru (*blueprint*) media pembelajaran dieksekusi dengan mengacu pada data empiris hasil analisis yang telah dihimpun pada fase terdahulu. Dokumen rancangan ini diplot sebagai pemandu utama dalam siklus manufaktur produk agar media yang diproduksi selaras dengan kebutuhan instruksional serta target capaian yang telah

dirumuskan. Serangkaian agenda yang dilakukan oleh peneliti meliputi pemetaan karakteristik pengguna sasaran, perumusan kompetensi beserta indikator capaian belajar yang disesuaikan dengan substansi materi pengenalan alat ukur jaringan, hingga visualisasi konsep desain media. Pada tahapan ini, peneliti mengonstruksi alur papan cerita (*storyboard*) sebagai berikut:

Tabel 3. 1Storyboard Media Pembelajaran berbasis AR

No	Visual	Keterangan
1		Scene ini merupakan menu utama yang berisi beberapa menu yaitu menu CP&TP, Materi, AR Kamera, Quiz, dan Petunjuk.
2		Scene ini merupakan tampilan dari menu CP&TP. Pada tampilan ini akan menampilkan deskripsi dari capaian dan tujuan pembelajaran.
3		Scene ini merupakan

No	Visual	Keterangan
		tampilan dari menu materi. Halaman ini menampilkan materi tentang jenis-jenis alat ukur jaringan dan panduan penggunaannya.
6		<i>Scene</i> ini merupakan tampilan dari menu ar kamera. Menu ini akan membuka kamera AR untuk men-<i>scan</i> marker dan menampilkan objek 3d.
7		<i>Scene</i> ini merupakan tampilan dari menu quiz. Pada tampilan ini akan menyajikan beberapa latihan soal yang berupa <i>multiple choice</i>.

No	Visual	Keterangan
		
8		<i>Scene</i> ini merupakan tampilan dari menu petunjuk. Menu ini menampilkan panduan penggunaan dari media pembelajaran berbasis AR.

3. Pengembangan (*Development*)

Fase ketiga, yaitu *Development* (pengembangan), diorientasikan untuk mengefektifkan cetak biru rancangan yang telah disusun menjadi sebuah produk media pembelajaran utuh berbasis *Augmented Reality* (AR). Pada tahapan ini, konstruksi aplikasi dieksekusi dengan mengoptimalkan perangkat lunak *Unity Engine* yang diintegrasikan dengan bahasa pemrograman C# (*C-Sharp*). Adapun pendekatan teknis yang diterapkan ialah metode *Marker-Based Augmented Reality*, sebuah sistem teknologi yang mengandalkan gambar penanda (*target*

image/marker) sebagai stimulan untuk memproyeksikan objek virtual tiga dimensi ke dunia nyata.

Produk media pembelajaran yang dikembangkan ini diorientasikan untuk diaplikasikan dalam sesi instruksional klasikal yang melibatkan pendidik dan peserta didik. Selama kegiatan belajar mengajar (KBM) berlangsung, peneliti mengoperasikan *Microsoft PowerPoint* sebagai sarana penunjang guna memproyeksikan *marker* di hadapan siswa. Selanjutnya, pendidik memberikan instruksi kepada peserta didik untuk melakukan pemindaian (*scanning*) terhadap *marker* tersebut melalui aplikasi, sehingga proyeksi objek virtual berupa alat ukur jaringan dapat terepresentasi dan divisualisasikan secara langsung pada layar gawai pintar (*smartphone*) mereka.

Setelah fase pengembangan aplikasi dinyatakan rampung, langkah krusial berikutnya adalah mengeksekusi uji kelayakan instrumen melalui proses validasi oleh pakar media dan pakar materi. Akumulasi feedback serta skor penilaian dari para validator tersebut diposisikan sebagai acuan utama dalam melakukan rekonstruksi, perbaikan, dan finalisasi produk sebelum media pembelajaran tersebut diimplementasikan secara nyata dalam situasi instruksional di kelas.

a. Uji Kelayakan Tim Ahli

Selanjutnya, instrumen media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) ini diserahkan kepada pakar media serta pakar materi untuk menempuh proses uji validasi guna menghimpun konstruksi kritik, umpan balik, dan saran perbaikan sebelum didistribusikan kepada peserta didik selaku target pengguna (*user*). Orientasi utama dari proses validasi ini ialah untuk mengukur derajat

akseptabilitas dan kelayakan produk yang dikembangkan, sekaligus memetakan keterbatasan serta celah kelemahan teknis yang ada. Rekomendasi kuantitatif dan kualitatif dari hasil penilaian tersebut kemudian dijadikan sebagai pijakan utama dalam mengeksekusi revisi serta penyempurnaan produk, agar media yang diproduksi terbukti memenuhi kriteria kelayakan formal sebelum memasuki fase uji coba lapangan.

b. Tahapan Revisi Produk

Fase rekonstruksi atau revisi ini dieksekusi pasca-pemerolehan data hasil validasi dari pakar media serta pakar materi yang dihimpun melalui instrumen angket penilaian. Agenda perbaikan ini diorientasikan untuk mengeliminasi celah kelemahan serta menyempurnaan keterbatasan yang teridentifikasi pada media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) berdasarkan akumulasi saran restoratif dari para validator. Melalui langkah perbaikan terstruktur ini, luaran yang dihasilkan diproyeksikan mampu mendongkrak kualitas estetika, teknis, dan derajat kelayakan produk secara signifikan sebelum diujicobakan secara empiris kepada peserta didik.

4. Implementasi (*Implementation*)

Tahap *Implementation* (implementasi) merupakan fase pengaplikasian secara nyata atas produk media pembelajaran yang telah diproduksi dan dinyatakan memenuhi syarat akseptabilitas berdasarkan hasil uji validasi oleh pakar materi serta pakar media. Pada tingkatan ini, purwarupa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) diujicobakan secara empiris kepada peserta didik kelas X TJKT 2 SMK Swasta Jambi Medan di dalam ekosistem pembelajaran kelas. Di

samping itu, dilaksanakan pula distribusi instrumen angket kepada pendidik dan peserta didik guna menjangkau data penilaian, respons, serta umpan balik korektif terhadap media yang dikembangkan, yang mana hasil rekapitulasinya akan diposisikan sebagai material evaluasi demi finalisasi produk akhir.

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap *Implementation* (implementasi) merupakan fase pengaplikasian secara nyata atas produk media pembelajaran yang telah diproduksi dan dinyatakan memenuhi syarat akseptabilitas berdasarkan hasil uji validasi oleh pakar materi serta pakar media. Pada tingkatan ini, purwarupa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) diujicobakan secara empiris kepada peserta didik kelas X TJKT 2 SMK Swasta Jambi Medan di dalam ekosistem pembelajaran kelas. Di samping itu, dilaksanakan pula distribusi instrumen angket kepada pendidik dan peserta didik guna menjangkau data penilaian, respons, serta umpan balik korektif terhadap media yang dikembangkan, yang mana hasil rekapitulasinya akan diposisikan sebagai material evaluasi demi finalisasi produk akhir.

6. Evaluasi (*Evaluation*)

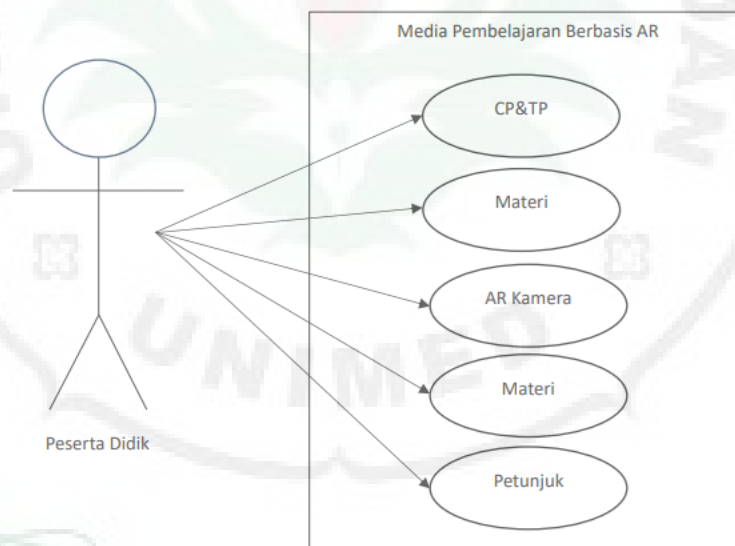
Tahap *Evaluation* (evaluasi) diorientasikan untuk mengukur tingkat keberhasilan serta ketercapaian produk media pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan parameter tujuan riset yang telah dirumuskan. Proses penelaahan ini dieksekusi guna menguji derajat kelayakan teknis serta efektivitas empiris media dalam menunjang aktivitas instruksional. Akumulasi data dari fase evaluasi ini selanjutnya diposisikan sebagai landasan konklusif untuk menentukan apakah media pembelajaran tersebut masih memerlukan rekonstruksi perbaikan atau

justru telah memenuhi seluruh indikator standardisasi sehingga dinyatakan valid dan layak untuk diimplementasikan dalam skala pembelajaran yang lebih luas.

3.4 Rancangan Produk

3.4.1 Use Case Diagram

Usecase Diagram adalah gambaran interaksi antara unsur-unsur yang membentuk sistem yang dikembangkan dan digunakan untuk menjelaskan bagaimana sistem harus melakukan langkah-langkahnya. Berikut ini *usecase diagram* media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality*.

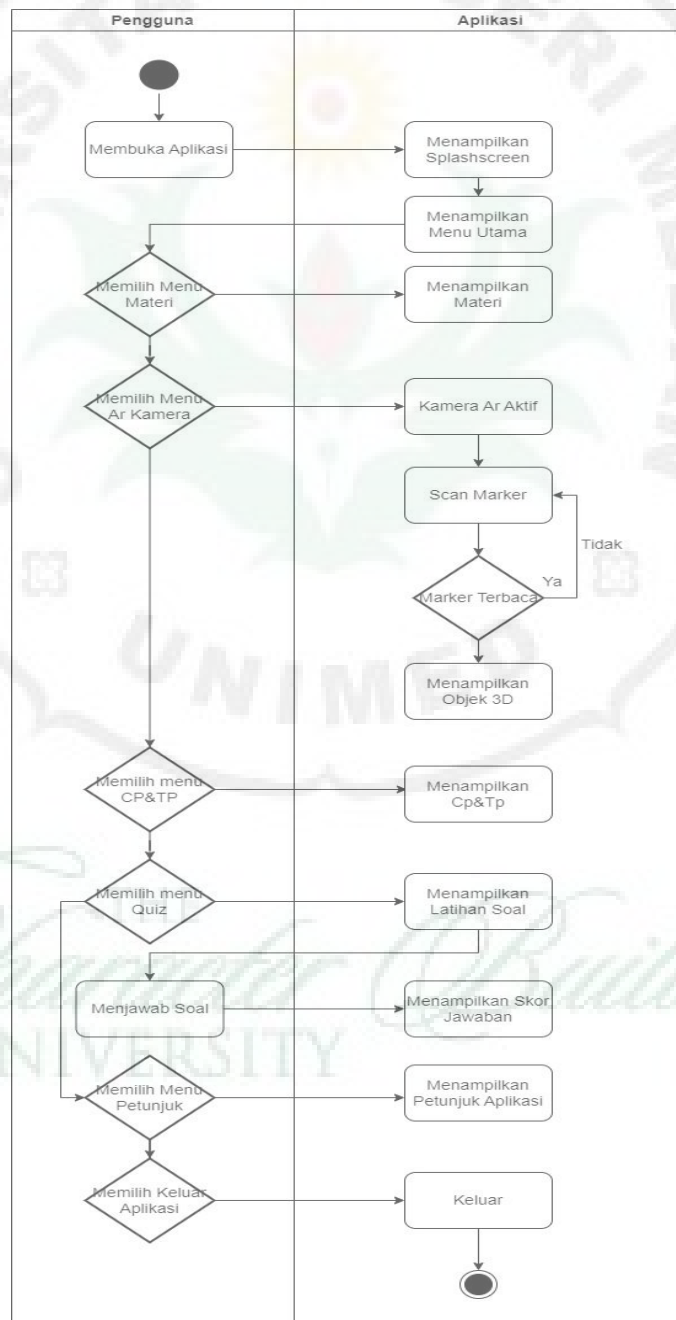


Gambar 3. 1Usecase Diagram Media Pembelajaran berbasis AR

1. Aktor yang terlihat dalam media pembelajaran *Augmented Reality* ini adalah peserta didik.
2. Peserta didik dapat mengakses media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*, peserta dapat mengakses menu materi, capaian & tujuan pembelajaran, petunjuk aplikasi, kuis, dan memulai *Augmented Reality* kamera untuk mengakses objek virtual pada menu AR kamera.

3.4.2 Activity Diagram

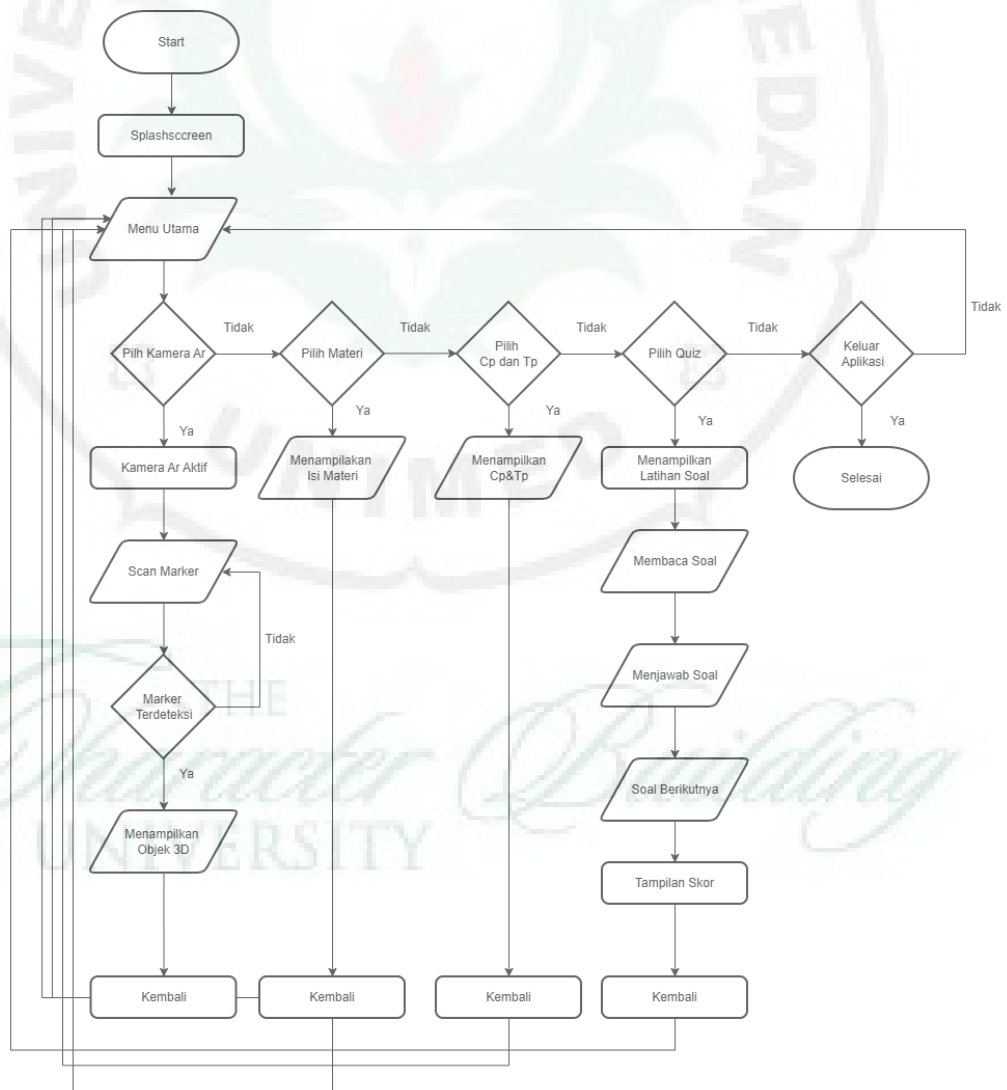
Activity Diagram berikut menggambarkan alur aktivitas pengguna dalam mengoperasikan aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR), mulai dari membuka aplikasi hingga memanfaatkan setiap fitur yang tersedia.



Gambar 3. 2Activity Diagram

3.4.3 Flowchart

Flowchart merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau urutan proses suatu sistem secara visual dengan menggunakan simbol-simbol standar. Diagram ini menyajikan tahapan proses secara sistematis, mulai dari proses awal hingga proses akhir, sehingga memudahkan pemahaman terhadap alur kerja sistem. Adapun *flowchart* media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut :



Gambar 3. 3Flowchart Media Pembelajaran berbasis Ar

3.5 Prosedur Penelitian

Alur prosedur penelitian ini dieksekusi melalui siklus enam tahapan yang terstruktur, meliputi fase pengonsepan (*concept*), fase perancangan (*design*), fase pengumpulan komponen material (*material collecting*), fase manufaktur atau pengasembloaan (*assembly*), fase uji coba instrumen produk (*testing*), serta fase diseminasi atau penyebaran (*distribution*).

1. Pengonsepan

Fase pengonsepan (*concept*) diposisikan sebagai langkah awal yang diorientasikan untuk menghimpun data fundamental serta merumuskan gagasan, target capaian, dan karakteristik pengguna sasaran dari media pembelajaran. Proses pengumpulan informasi pada tahapan ini dieksekusi melalui integrasi metode studi literatur, observasi lapangan, serta teknik wawancara. Seluruh data yang diekstraksi dari ketiga pendekatan tersebut dioptimalkan sebagai pijakan dasar dalam mengonstruksi dan memproduksi media pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

a. Studi Pustaka

Kegiatan studi pustaka diselenggarakan melalui penelaahan komprehensif dan analisis kritis terhadap pelbagai literatur yang relevan dengan topik riset. Agenda ini mencakup pembedahan materi mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, termasuk komponen kurikulum, Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), serta Capaian Pembelajaran (CP). Di samping itu, studi pustaka ini juga difokuskan pada pengkajian khazanah teori, konsep teoretis, serta komparasi hasil riset terdahulu yang berkaitan dengan rekayasa

media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR). Akumulasi hasil sintesis teoretis tersebut diposisikan sebagai landasan konseptual sekaligus pemandu dalam siklus pengembangan produk dan penyusunan struktur penelitian secara akademis.

b. Observasi

Teknik observasi diterapkan melalui metode pengamatan langsung di lapangan terhadap performa dan aktivitas pendidik dalam mengelola proses instruksional pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di dalam kelas. Agenda pengamatan ini diproyeksikan untuk memetakan kondisi riil aktivitas belajar mengajar, sekaligus mengidentifikasi pelbagai instrumen kebutuhan yang krusial dalam menunjang efektivitas pembelajaran serta mematangkan konsep pengembangan media yang akan diproduksi.

c. Wawancara

Teknik wawancara dieksekusi melalui interaksi tatap muka secara langsung bersama pendidik pengampu mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, yaitu Bapak Jakup Sembiring, S.Kom. Agenda ini diselenggarakan guna menggali informasi mendalam serta menghimpun data empiris terkait dinamika pembelajaran di kelas, intensitas pemanfaatan media instruksional, serta problematik kebutuhan lapangan yang akan diposisikan sebagai pijakan fundamental dalam merencanakan media pembelajaran.

d. Kusioner

Kuesioner representatif sebagai salah satu teknik pengumpulan data yang diimplementasikan melalui pendistribusian seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden demi menjaring data obyektif yang selaras dengan orientasi riset (Sugiyono, 2011). Dalam konteks penelitian ini, instrumen kusioner dioptimalkan untuk mengukur parameter derajat kelayakan teknis, tingkat kepraktisan, serta respons subjektif terhadap performa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Distribusi kusioner ini ditargetkan kepada pakar media, pakar materi, guru pengampu, serta peserta didik secara proporsional sesuai dengan linimasa tahapan penelitian yang berjalan.

2. Tahap Perancangan

Fase ini merepresentasikan tahapan perancangan arsitektur media pembelajaran. Aktivitas yang dieksekusi pada linimasa ini difokuskan pada pengonstruksian cetak biru (*blueprint*) media, yang diwujudkan melalui penyusunan papan cerita (*storyboard*), *activity diagram*, *usecase diagram*, serta bagan alir sistem (*flowchart*).

3. Tahap pengumpulan bahan

Fase pengumpulan komponen (*material collecting*) merupakan tahapan inventarisasi dan preparasi terhadap seluruh elemen pendukung yang dibutuhkan dalam siklus produksi media pembelajaran. Komponen yang

dihimpun pada tahapan ini mencakup substansi materi instruksional, aset grafis atau gambar, instrumen audio, serta pelbagai referensi penunjang lainnya yang akan diintegrasikan dalam konstruksi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR).

4. Tahap pembuatan

Setelah seluruh bahan yang diperlukan terkumpul, alur berikutnya berlanjut pada tahap manufaktur atau pembuatan media pembelajaran. Pada fase ini, proses konstruksi dan pengembangan produk dieksekusi secara presisi dengan mengacu pada cetak biru rancangan yang telah difinalisasi pada tahapan terdahulu. Serangkaian aktivitas yang dilaksanakan meliputi pembuatan gambar penanda (*marker/target image*), pemodelan objek tiga dimensi (3D), integrasi substansi materi instruksional ke dalam sistem aplikasi, hingga tahapan penyelesaian akhir (*finishing*) serta finalisasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) agar siap didistribusikan ke fase pengujian.

5. Tahap uji coba produk

Fase pengujian produk (*testing*) diselenggarakan dengan tujuan untuk mengukur derajat akseptabilitas dan tingkat kelayakan dari media pembelajaran yang telah diproduksi. Implementasi pengujian ini dieksekusi secara empiris kepada subjek evaluasi melalui serangkaian validasi formal oleh pakar materi serta pakar media, diikuti dengan uji coba lapangan kepada peserta didik selaku target pengguna akhir. Data kuantitatif maupun kualitatif yang diperoleh dari setiap parameter pengujian tersebut diposisikan sebagai indikator penilaian kualitas teknis serta kelayakan komprehensif media

pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) sebelum diimplementasikan secara formal dalam sistem instruksional.

6. Penyebaran

Tahap akhir adalah distribusi. Setelah produk sudah dilakukan pengujian maka selanjutnya adalah dilakukan revisi yang kemudian nanti dapat disebarakan kepada pengguna untuk mengetahui efektivitas media pembelajaran.

3.6 Bahan dan Instrumen Penelitian

3.6.1 Bahan Penelitian

Kebutuhan instrumen pendukung dalam pelaksanaan penelitian ini mencakup kombinasi infrastruktur perangkat keras (*hardware*) serta perangkat lunak (*software*) dengan rincian sebagai berikut.

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini berupa laptop atau komputer (*Personal Computer/PC*) yang berfungsi sebagai media utama dalam proses pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR).

Infrastruktur perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laptop atau komputer personal (*Personal Computer/PC*), yang diposisikan sebagai perangkat utama (*main platform*) dalam menunjang seluruh siklus pengembangan aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR).

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan media pembelajaran meliputi *Adobe Photoshop* untuk membuat *marker* (*target*

image), *Blender* untuk membuat objek tiga dimensi (3D), *Unity* sebagai platform pengembangan aplikasi *Augmented Reality* (AR), serta *Vuforia* sebagai *library* yang berfungsi untuk mengenali *marker* dan menampilkan objek virtual secara *real-time*.

3.6.2 Instrumen Penelitian

Instrumen pengumpulan data yang diimplementasikan dalam penelitian ini dikembangkan melalui metode adaptasi dari model penilaian Sriadhi. Perangkat evaluasi tersebut diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, meliputi instrumen uji validasi untuk pakar materi, instrumen uji validasi untuk pakar media, serta instrumen pengukuran tingkat kebergunaan (*usability*) produk oleh target pengguna akhir, yakni peserta didik di SMK Swasta Jambi Medan. Seluruh butir indikator pernyataan yang termuat dalam instrumen tersebut dikuantifikasi menggunakan skala penilaian linear, dengan regulasi konversi skor baku sebagaimana yang dipresentasikan pada tabel di bawah ini.

5 = Sangat Baik	$(85\% \leq X \leq 100\%)$
4 = Baik	$(75\% \leq X \leq 85\%)$
3 = Cukup Baik	$(65\% \leq X < 75\%)$
2 = Tidak Baik	$(55\% \leq X < 65\%)$
1 = Sangat Tidak Baik	$(0\% \leq X < 55\%)$

Catatan: X= memnuhi kriteria ideal

3.6.3 Instrumen Kelayakan Materi

Tabel 3. 2Tabel Instrumen Kelayakan untuk Ahli Materi

Kategori Aspek	Indikator
Panduan dan informasi	1. Ketersedian deskripsi produk, panduan penggunaan, rumusan tujuan, dan capaian pembelajaran. 2. Kejelasan deskripsi produk, panduan penggunaan, rumusan tujuan, dan capaian pembelajaran.
Kualitas isi materi	1. Ketepatan isi materi dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran. 2. Kepentingan isi materi. 3. Kelengkapan isi materi. 4. Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran.
Bahasa dan Komunikasi	1. Penggunaan Bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai PEUBI 2. Komunikatif 3. Penggunaan Istilah
Penyajian materi	1. Urutan penyajian. 2. Pendeskripsian materi pembelajaran. 3. Penggunaan contoh dan ilustrasi. 4. Pemanfaatan waktu.
Evaluasi	1. Kejelasan instruksi soal. 2. Kesesuain soal ujian dengan waktu disediakan dan tujuan pembelajaran (CP). 3. Distribusi butir soal berdasarkan domain soal dan tingkat kesulitan. 4. Umpan balik.

(Sumber: Sriadhi:2018)

3.6.4 Instrumen Kelayakan Media

Tabel 3. 3Instrumen Kelayakan untuk Ahli Media

Aspek	Indikator
Panduan dan Informasi	1. Kejelasan deskripsi Produk dan panduan penggunaan software multimedia. 2. Ketersediaan fasilitas bantuan
Kinerja Program	1. Kemudahan instalasi dan konfigurasi dan penggunaan tombol navigasi (<i>usability</i>). 2. Ketepatan penggunaan simbol navigasi media. 3. Dukungan sistem operasi (<i>software</i>) dan <i>hardware</i> diperlukan. 4. Kualitas <i>interface</i> media. 5. Konsistensi kualitas operasional program. 6. Kemudahan penggunaan tombol navigasi (<i>usability</i>). 7. Kinerja interaktivitas stimulus-responsif pengguna (<i>user</i>) dengan sistem.
Sistematika	1. Tata letak layar media. 2. Fasilitas menu dalam media. 3. Akselerasi huruf, angka dan simbol
Estetika	1. Kualitas visual (resolusi) grafik dan gambar. 2. Komposisi dan kesesuaian warna dan background. 3. Akselerasi teks, visual, audio.
Kualitas Audio	1. Kualitas Audio. 2. Kesesuaian penggunaan audio dan backsound.
Kualitas Video dan Animasi	1. Kesesuaian pemilihan resolusi dan penggunaana video/animasi.

Aspek	Indikator
	2. Visualisasi objek atas konsep/abstrak materi.
Prinsip Reka bentuk Multimedia	1. Penerapan prinsip multimedia pembelajaran. 2. Reduksi beban kognitif bagi pengguna (user)

(Sumber: Sriadhi, 2018)

3.6.5 Instrumen Akseptansi Siswa

Tabel 3. 4Instrumen Kelayakan untuk Akseptansi Peserta Didik

Aspek	Indikator
Panduan dan Informasi	1. Kejelasan deskripsi, panduan penggunaan produk, dan rumusan tujuan. 2. Ketersediaan panduan untuk meminta bantuan.
Materi Media	1. Kesesuaian dan keterdukungan materi pelajaran. 2. Penyajian materi pelajaran. 3. Pemanfaatan waktu/durasi. 4. Ejaan dan tata bahasa
Evaluasi	1. Ketersedian petunjuk dalam pengerjaan evaluasi. 2. Kesesuaian soal evaluasi dengan tujuan pembelajaran. 3. Variasi soal
Desain dan Fasilitas Media	1. Kemudahan dan penggunaan media. 2. Media memberikan fasilitas interaktif bagi pengguna. 3. Huruf, angka dan symbol pada media ditulis dengan jelas.

Aspek	Indikator
	4. Kualitas visual, audio, video.
Pedagogi	1. Kebergunaan media dalam kegiatan belajar peserta didik. 2. Minat Peserta didik dalam menggunakan media

(Sumber: Sriadhi, 2018)

3.7 Teknik Analisis Data

Analisis data merepresentasikan tahapan pemrosesan serta penafsiran secara saintifik terhadap seluruh data yang berhasil dihimpun selama proses penelitian. Aktivitas pada fase ini mencakup pengelompokan data secara sistematis berdasarkan variabel penelitian dan profil responden, transformasi data ke dalam struktur tabulasi, serta penerapan teknik analisis untuk memecahkan urgensi rumusan masalah dan menguji signifikansi hipotesis yang telah dihipotesiskan sebelumnya (Sugiyono, 2019:206).

Desain analisis yang diterapkan dalam penelitian ini mengadopsi teknik analisis deskriptif kuantitatif. Orientasi utama dari metode ini adalah untuk memetakan parameter kelayakan teknis serta derajat efektivitas dari media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang telah dikembangkan. Evaluasi objektif mengenai kualitas produk dijamin melalui instrumen angket yang didistribusikan kepada validator media, validator materi, guru pengampu, serta peserta didik. Lebih lanjut, indikator efektivitas media ditakar secara komparatif lewat komparasi nilai *pretest* dan *posttest* siswa, yang dikalkulasi

menggunakan uji *N-Gain* guna mengukur signifikansi eskalasi capaian hasil belajar setelah intervensi media dilakukan.

3.7.1 Uji Kelayakan Media Pembelajaran

Uji kelayakan media pembelajaran diselenggarakan guna mengukur derajat relevansi dan keselarasan antara produk yang dikembangkan dengan urgensi kebutuhan pengguna serta kondisi pembelajaran yang sebenarnya. Melalui tahapan evaluasi kelayakan ini, peneliti dapat memverifikasi apakah media pembelajaran yang diproduksi telah memenuhi standarisasi indikator baku sehingga dinyatakan valid untuk diimplementasikan dalam aktivitas belajar mengajar. Akumulasi data empiris yang diekstraksi dari instrumen penilaian tersebut selanjutnya diolah secara statistik melalui tahapan operasional sebagai berikut.

1. Data Penilaian Validator dan responden ditabulasikan dari skala 5 pada item butir instrument (Sriadhi, 2018).

Klasifikasi	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Kurang Baik	3
Tidak Baik	2
Sangat Tidak Baik	1

2. Menghitung nilai rata-rata (*mean*) skor tiap indikator dengan rumus:

$$Xt = \frac{\sum Xt}{n}$$

3. Menginterpretasikan jumlah rata-rata (mean) skor tiap aspek untuk melihat kategori tingkat kelayakan media.

Tabel 3. 5 Interpretasi Kelayakan

No	Interval Mean Skor	Interprestasi
1	1.00 – 2.49	Tidak Layak
2	2.50 – 3.32	Kurang Layak
3.	3.33 – 4.16	Layak
4	4.17 – 5.00	Sangat layak

(Sumber: Sriadhi, 2018)

3.7.2 Uji Efektivitas Media Pembelajaran

Uji efektivitas diselenggarakan dengan tujuan untuk mengukur derajat keberhasilan implikasi media pembelajaran dalam mengakselerasi capaian hasil belajar peserta didik. Uji signifikansi efektivitas dalam riset ini dikalkulasi menggunakan pendekatan *N-Gain*, yang dieksekusi melalui komparasi data skor *pretest* dan *posttest* yang diperoleh peserta didik. Sebelum dioptimalkan dalam mengukur efektivitas produk, instrumen evaluasi berupa soal tes terlebih dahulu ditapis melalui tahapan uji karakteristik butir soal, guna memverifikasi bahwa setiap item pertanyaan telah memenuhi parameter validitas dan reliabilitas formal sebagai alat ukur hasil belajar yang akurat.

A. Uji Butir Soal

Analisis karakteristik butir soal diselenggarakan guna memetakan kualitas serta standardisasi setiap item pertanyaan yang akan dioptimalkan sebagai instrumen riset. Melalui tahapan pengujian empiris ini, peneliti dapat memastikan bahwa setiap butir soal telah memenuhi parameter psikometri yang valid sehingga memiliki daya ukur yang akurat terhadap tingkat penguasaan kompetensi peserta didik. Di samping itu, instrumen evaluasi yang bermutu tinggi diproyeksikan memiliki indeks daya pembeda yang representatif, yakni mampu mendikotomikan secara objektif antara peserta didik yang telah mencapai ketuntasan pemahaman dengan peserta didik yang masih memerlukan remediasi materi.

1. Uji Validasi Soal

Uji validitas butir soal diimplementasikan untuk menguji derajat ketepatan serta keabsahan setiap item pertanyaan, sehingga dapat ditentukan signifikansi kelayakannya sebagai instrumen pengumpulan data. Dalam konteks riset ini, instrumen evaluasi yang diaplikasikan berbasis pada tes objektif pilihan ganda, sedangkan estimasi validitasnya dikalkulasi secara statistik menggunakan formula koefisien korelasi *Product Moment* Pearson. Output dari kalkulasi validitas ini difungsikan sebagai parameter penyaringan guna mengisolasi butir soal yang memenuhi indikator valid, sehingga sah untuk dioptimalkan dalam proses penjarangan data penelitian di lapangan.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X) - (\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

(Sumber : Arikunto, 2010)

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi product moment

N = Banyak pasangan nilai X dan Y

$\sum XY$ = Jumlah dari hasil nilai X dan nilai Y

$\sum X$ = Jumlah nilai X

$\sum Y$ = Jumlah nilai Y

2. Uji Realibitas Soal

Dalam mengukur objek yang sama beberapa kali, instrumen yang baik menghasilkan hasil yang tetap sama. Ketika suatu instrumen menghasilkan hasil pengukuran yang tetap, instrumen tersebut dikatakan memiliki reabilitas yang tinggi. Karena reabilitasnya yang tinggi, instrumen ini dikatakan cukup andal untuk digunakan sebagai alat pengumpul data.

$$r_i = \left(\frac{k}{k-1} \right) \frac{St^2 - \sum p_i q_i}{S^2}$$

(Sumber : Arikunto, 2010)

Keterangan :

r_i = reliabilitas internal seluruh instrumen

k = jumlah item soal dalam instrumen

p_i = proporsi banyaknya subyek yang menjawab pada item soal

q_i = proporsi skor maksimum di kurang

$st\ 2 = \text{varians total}$

Adapun klasifikasi realibilitas setelah memperoleh nilai dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 3. 6 Klasifikasi Reabilitas

Skor	Kategori
0.81 - 1.00	Sangat Tinggi
0.61 - 0.80	Tinggi
0.41 - 0.60	Sedang
0.21 - 0.40	Rendah
0.00 - 0.20	Sangat Rendah

3. Uji Kesukaran Soal

Indeks kesukaran item dapat diperoleh menggunakan rumus oleh Du Bois yaitu :

$$P = \frac{B}{JS}$$

Keterangan:

P = Proporsi / angka indeks tingkat kesukaran.

B = Banyaknya siswa yang menjawab soal itu dengan benar.

JS = Jumlah seluruh siswa peserta tes.

Klasifikasi indeks kesukaran adalah sebagai berikut:

No.	Indeks Kesukaran Soal	Interpretasi
1.	$0,10 < 0,30$	Sukar
2.	$0,31 < 0,70$	Sedang
3.	$0,71 < 1,00$	Mudah

4. Uji Daya Pembeda

Analisis daya pembeda adalah kemampuan suatu butir untuk membedakan antara kelompok atas dan kelompok bawah. Daya beda butir soal dapat diketahui dengan melihat besar-kecilnya angka indeks daya beda butir. Indeks daya beda butir biasanya juga dinyatakan dalam bentuk proporsi. Semakin tinggi indeks daya beda butir berarti semakin mampu soal yang bersangkutan membedakan siswa yang pandai dengan siswa yang kurang pandai. (Dr. H. Abdul Munip, 2017). Rumus yang digunakan untuk menganalisis tingkat kesukaran soal yakni:

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} = P_A - P_B$$

(Sumber : Arikunto, 2010)

Keterangan:

D = Indeks Deskriminasi

B_A = Banyaknya siswa kelompok atas yang menjawab soal benar

B_B = Banyaknya siswa kelompok bawah yang menjawab soal benar

J_A = Banyaknya siswa kelompok atas

J_B = Banyaknya siswa kelompok bawah

P_A = Proporsi siswa kelompok atas yang menjawab benar (P Sebagai indeks kesukaran)

P_B = Proporsi siswa kelompok bawah yang menjawab benar

B. Uji N-Gain

Uji *Normalized Gain* (N-Gain) dioptimalkan untuk mengukur besaran intensitas peningkatan capaian hasil belajar peserta didik pasca-intervensi perlakuan (*treatment*) dalam ekosistem instruksional. Eskalasi kompetensi tersebut dikalkulasi berdasarkan selisih performa antara perolehan skor *pretest* dan skor *posttest* dari masing-masing peserta didik. Adapun estimasi matematis untuk menghitung skor *Normalized Gain* (N-Gain) dieksekusi dengan mengacu pada formula berikut:

$$N - Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Ideal\ Maksimal - Skor\ Pretest}$$

Keterangan :

N-Gain : Gain yang ternormalisasi

S post : Skor Posttest

S Pre : Skor Posttest

S Max : Skor Maksimum ideal

Untuk pembagian kategori perolehan N-gain dalam bentuk persen (%) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 7Kategori Tafsiran Epektifitas N-Gain

No	Presentase	Keterangan
1	<40	Tidak Efektif
2	40-55	Kurang Efektif
3	50-67	Cukup Efektif
4	>76	Efektif

(Sumber: Arikunto, 1999)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Pengembangan Produk

Luaran produk yang diproduksi dalam penelitian ini berwujud media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang diintegrasikan ke dalam platform aplikasi Android guna menunjang efektivitas proses pembelajaran pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi. Rekayasa media ini memanfaatkan *software engine* Unity sebagai basis pengembangan utama, Vuforia SDK untuk penyelarasan teknologi AR, serta Blender dalam memodelkan seluruh aset grafis tiga dimensi (3D). Muatan materi yang diintegrasikan ke dalam sistem aplikasi menitikberatkan pada topik Pengenalan Alat Ukur Jaringan. Topik tersebut menyajikan representasi visual interaktif beserta penjabaran fungsional dari pelbagai instrumen, meliputi *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR), *Optical Power Meter* (OPM), *LAN Tester*, *Multitester*, hingga *Spectrum Analyzer*. Uji coba penerapan produk ini difokuskan pada peserta didik kelas X TKJ 1 di SMK Swasta Jambi Medan, yang diproyeksikan sebagai instrumen solutif dalam menjembatani kendala minimnya sarana serta prasarana alat praktik riil di satuan pendidikan tersebut. Lebih lanjut, perancangan media interaktif ini telah dikonvergensi dengan paradigma Kurikulum Merdeka, secara spesifik pada komponen Capaian Pembelajaran (CP) Fase E yang mewajibkan internalisasi kompetensi mendalam mengenai pemanfaatan alat ukur pada infrastruktur telekomunikasi.

Media pembelajaran yang dikembangkan dilengkapi dengan berbagai fitur utama, meliputi visualisasi objek tiga dimensi (3D), materi pembelajaran dalam bentuk teks mengenai jenis-jenis alat ukur jaringan, video tutorial penggunaan alat, serta kuis pilihan ganda sebagai sarana evaluasi untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik secara mandiri. Keunggulan utama media pembelajaran ini terletak pada kemampuannya dalam menampilkan visualisasi alat ukur secara realistis dan detail melalui perangkat *smartphone*. Dengan demikian, peserta didik dapat mempelajari bentuk, fungsi, dan cara penggunaan alat ukur secara lebih interaktif tanpa bergantung pada ketersediaan alat praktik di laboratorium yang jumlahnya terbatas. Di samping itu, integrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) diidentifikasi mampu mengonstruksi pengalaman instruksional yang lebih atraktif dan interaktif. Karakteristik ini berkontribusi signifikan dalam mengeskali motivasi serta atensi belajar peserta didik, jika dikomparasikan dengan implikasi media pembelajaran konvensional yang cenderung bersifat satu arah.

Dalam siklus pengembangannya, media pembelajaran ini dikonstruksi dengan mengadopsi model pengembangan ADDIE yang mengintegrasikan lima fase, meliputi *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), serta *Evaluation* (Evaluasi). Aktualisasi model tersebut dieksekusi secara sistematis guna menggaransi bahwa luaran produk yang dihasilkan telah memenuhi standarisasi parameter kualitas teknis, akseptabilitas kelayakan, dan derajat efektivitas empiris. Adapun representasi antarmuka (*interface*) dari media pembelajaran berbasis Android yang telah dikembangkan dipresentasikan sebagai berikut.

a. Tampilan Menu Utama

Pada menu utama terdapat beberapa tombol yaitu materi pembelajaran, video pembelajaran, *Augmented Reality*, quiz, cp dan tp. Dan juga terdapat tombol backsoud, info pengembang dan keluar aplikasi.



Gambar 4. 1Tampilan Menu Utama

b. Tampilan Halaman Materi Pembelajaran

Berikut ini tampilan dari halaman materi pada media pembelajaran yang sudah dikembangkan :

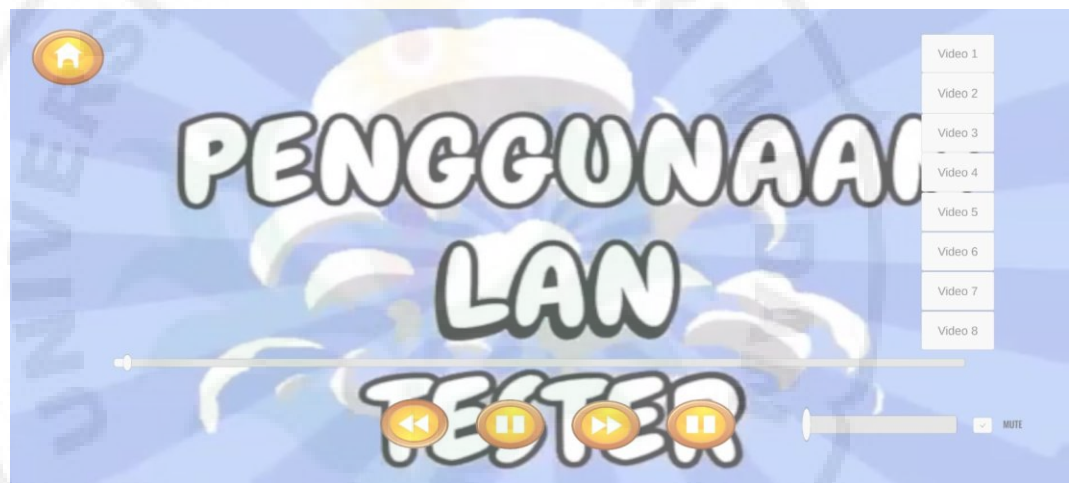


Gambar 4. 2Tampilan Menu Materi

Pada halaman ini, keseluruhan materi ditempatkan pada satu tempat yang sama dan diakses dengan cara menggulir atau *scrolling* materi untuk melihat kelanjutan materi berikutnya.

c. Tampilan Halaman Video Pembelajaran

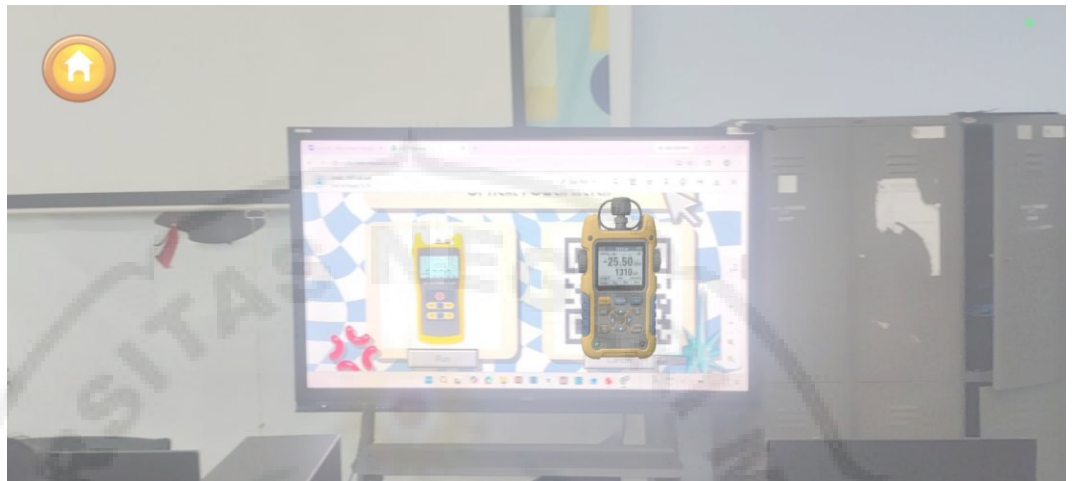
Halaman ini menampilkan cara penggunaan alat ukur jaringan.



Gambar 4. 3Tampilan Menu Video Pembelajaran

d. Tampilan Halaman *Augmented Reality*

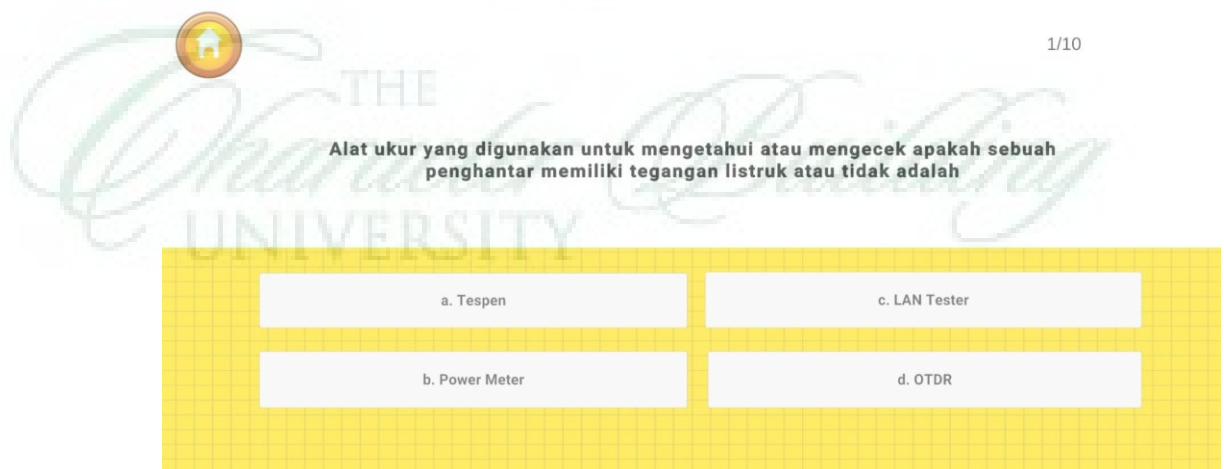
Pada menu *augmented reality* ini, smartphone akan otomatis membuka kamera AR. Ketika kamera diarahkan pada marker, maka akan otomatis menampilkan objek 3D dan juga terdapat tombol home untuk Kembali ke halaman utama.



Gambar 4. 4Tampilan Menu augmented reality

e. Tampilan menu quiz

Pada halaman quiz ini akan disajikan soal pilihan berganda yang akan dikerjakan oleh siswa. Ketika selesai mengerjakan quiz akan tampil hasil skor yang diperoleh. Dan juga terdapat tombol *retry* untuk mengulang quiz dan tombol home untuk kembali ke halaman utama.



Gambar 4. 5Tampilan Menu Quiz

f. Tampilan menu cp dan tp

Halaman ini menampilkan capaian dan tujuan pembelajaran.

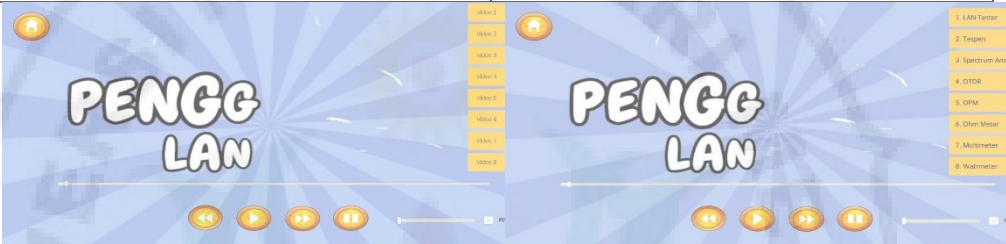
Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami tentang jenis alat ukur dan penggunaannya dalam pemeliharaan jaringan komputer dan sistem telekomunikasi.	5.1 Memahami jenis alat ukur pada jaringan komputer dan sistem telekomunikasi 5.2 Memahami penggunaan berbagai jenis alat ukur dalam pemeliharaan jaringan komputer dan sistem telekomunikasi

Gambar 4. 6Tampilan Menu Capaian pembelajaran dan Tujuan pembelajaran

Media yang telah dirancang kemudian divalidasi oleh ahli media dan ahli materi guna mengetahui tingkat kelayakan media sebelum diterapkan. Pada tahap ini, peneliti mendapatkan beberapa masukan terhadap media yang telah dibuat. Berikut beberapa evaluasi yang diberikan oleh validator media dan validator materi:

Tabel 4. 1Revisi media

Revisi yang dilakukan	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Menambahk an menu Deskripsi Produk		DESKRIPSI APLIKASI Aplikasi media pembelajaran interaktif berbasis Augmented Reality (AR) yang dirancang untuk memfasilitasi pemahaman materi. Belajar jadi lebih nyata dan menyenangkan, membawa objek pembelajaran langsung ke hadapan Anda. Fitur Utama: - Simulasi Objek 3D dengan Augmented Reality (AR) - Peta Capaian & Tujuan Pembelajaran (CpTp) - Modul Materi Interaktif & Video Edukasi - Kuis Interaktif & Evaluasi Belajar - Pusat Informasi & Panduan Penggunaan - Pengaturan Audio & Antarmuka (Master Setting)

Perbaikan Interface dengan penyesuaian tata letak tombol	
Menyesuaikan nama tombol video dengan judul video	

4.2 Uji Kelayakan Produk

Berikut ini beberapa hasil uji kelayakan produk yang diperoleh peneliti.

4.2.1 Uji Kelayakan Media

Uji kelayakan yang dilakukan oleh ahli media mencakup beberapa aspek penilaian, yaitu panduan dan informasi, kinerja program, sistematika penyajian, estetika, kualitas narasi dan audio, serta kualitas video dan/atau animasi. Ahli media yang terlibat dalam proses validasi ini merupakan dosen pada Program Studi Pendidikan Teknologi Informatika dan Komputer (PTIK) Universitas Negeri Medan.

Tabel 4. 2Hasil Uji Kelayakan Media

Penilaian	No Butir Soal	Validator 1	Validator 2	Jumlah	Rata-rata Item
Kinerja Program	1	4	4	8	4
	2	4	4	8	4

Penilaian	No Butir Soal	Validator 1	Validator 2	Jumlah	Rata-rata Item
	3	4	4	8	4
	4	4	4	8	4
	5	4	3	7	3,5
	6	4	4	8	4
	7	4	3	7	3,5
	8	4	4	8	4,5
	9	4	4	8	4
	10	4	4	8	4
Sistematika	1	4	4	8	4
	2	4	4	8	4
	3	4	4	8	4
Estetika	1	4	4	8	4
	2	4	4	8	4
	3	4	4	8	4
	4	4	4	8	4
Kualitas Video dan animasi	1	4	4	8	4
	2	4	4	8	4
	3	4	4	8	4

Setelah mendapatkan data hasil uji kelayakan ahli media, selanjutnya akan dicari nilai rata-rata (mean) keseluruhan dari tiap indikator dan melakukan interpretasi ke dalam bentuk kategori berdasarkan interval mean skor, maka hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3Hasil Uji Kelayakan Media

Uji Kelayakan Ahli Media		
Penilaian	Rata-rata Indikator	Kategori
Kinerja Program	3,95	Layak
Sistematika	4	Layak
Estetika	4	Layak
Kualitas Video dan Animasi	4	Layak
Total Rata-rata	3,98	Layak

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa menurut ahli media, aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan termasuk dalam kategori “Layak” untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

4.2.2 Uji Kelayakan Materi

Ahli materi yang melakukan uji kelayakan yaitu Ali Akbar Lubis, S.Kom., M.TI. (Dosen PTIK Universitas Negeri Medan) dan Jakup Sembiring, S.Kom (Guru SMK Swasta Jambi Medan). Hasil uji kelayakan yang telah dinilai oleh ahli materi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 4Data Hasil Uji Kelayakan Materi

Penilaian	No Butir Soal	Validator 1	Validator 2	Jumlah	Rata-rata Item
Panduan dan Informasi	1	3	4	7	3,5
	2	4	4	8	4
	3	4	4	8	4
	4	4	5	9	4,5
	5	5	5	10	5
	6	5	5	10	5
Konten/Materi	1	4	4	8	4
	2	4	4	8	4
	3	4	4	8	4
	4	5	4	9	4,5
	5	4	5	9	4,5
	6	4	4	8	4
Evaluasi	1	4	4	8	4
	2	4	4	8	4
	3	4	5	9	4,5

Setelah mendapatkan data hasil uji kelayakan ahli materi, selanjutnya akan dicari nilai rata-rata (*mean*) keseluruhan dari tiap indikator dan melakukan

interpretasi ke dalam bentuk kategori berdasarkan interval mean skor, maka hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Uji Kelayakan Materi

Uji Kelayakan Ahli Materi		
Penilaian	Rata-rata Indikator	Kategori
Panduan dan Informasi	4,3	Sangat Layak
Konten/materi	4,25	Sangat Layak
Evaluasi	4,16	Layak
Total Rata-rata	4,23	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa menurut ahli materi, aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan termasuk dalam kategori “Sangat Layak” untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

4.2.3 Uji Akseptabilitas Pengguna Produk

Uji akseptabilitas penggunaan media yang dikembangkan dieksekusi dengan melibatkan subjek uji coba sebanyak 14 orang peserta didik pada kelas X TJKT 2 di SMK Swasta Jambi Medan. Dalam fase ini, purwarupa produk media pembelajaran yang telah dinyatakan valid melalui tahapan verifikasi pakar serta serangkaian perbaikan (*revisi*) diimplementasikan secara langsung kepada para siswa. Adapun rekapitulasi data empiris mengenai respons akseptabilitas pengguna terhadap produk tersebut dipresentasikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 6 Hasil Akseptansi Siswa Kelas Eksperimen

Penilaian	No Butir Soal	Skor	Rata-rata Item
-----------	---------------	------	----------------

Penilaian	No Butir Soal	Skor	Rata-rata Item
Panduan dan Informasi	1	65	4,64
	2	65	4,64
Konten/Materi	1	66	4,71
	2	65	4,64
	3	65	4,64
	4	66	4,71
	5	65	4,64
	6	65	4,64
Evaluasi	1	66	4,71
	2	65	4,64
	3	65	4,64
Desain dan Fasilitas Media	1	66	4,71
	2	65	4,64
	3	65	4,64
	4	66	4,71
	5	65	4,64
	6	65	4,64
	7	66	4,71
Efek Pedagogi	1	65	4,64
	2	65	4,64
	3	66	4,71
	4	65	4,64

Setelah mendapatkan data dari hasil uji akseptansi oleh kelas eksperimen, maka selanjutnya akan dicari nilai rata-rata (*mean*) dalam tiap aspek penilaian. Adapun hasil uji akseptansi siswa kelas eksperimen Adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 7Hasil Uji Akseptansi Siswa Kelas Eksperimen

Hasil Uji Akseptansi Kelas Eksperimen		
Penilaian	Rata-rata indikator	Kategori
Panduan dan informasi	4,64	Sangat Layak
Konten/materi	4,66	Sangat Layak
Evaluasi	4,66	Sangat Layak
Desain dan Fasilitas Media	4,67	Sangat Layak
Efek Pedagogi	4,65	Sangat Layak

Total Rata-rata	4,65	Sangat Layak
-----------------	------	--------------

Berdasarkan hasil uji akseptabilitas penggunaan media yang dilakukan terhadap peserta didik sebagai pengguna, diperoleh nilai rata-rata sebesar 4,65 yang berada pada rentang skor 4,17–5,00. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa menurut pengguna, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan termasuk dalam kategori “Sangat Layak” untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan.

4.3 Uji Efektivitas Produk

Berikut ini beberapa hasil dari uji efektivitas produk yang diperoleh peneliti.

4.3.1 Uji Validitas Soal

Pengujian validitas soal diselenggarakan guna memverifikasi apakah setiap item butir soal telah memenuhi kriteria valid sehingga dapat digunakan dalam penelitian yang sebenarnya. Indikator sebuah butir soal dinyatakan valid mengacu pada kriteria jika koefisien korelasi empiris r hitung lebih besar daripada r tabel (r hitung $>$ r tabel). Dalam konteks penelitian ini, penentuan nilai r tabel ditetapkan pada taraf signifikansi atau derajat kepercayaan $\alpha = 5\%$ dengan kuantitas sampel (N) sebanyak 28 responden, sehingga diperoleh nilai konstanta r tabel sebesar 0,374.

Tabel 4. 8 Hasil Uji Validasi Butir Soal

No Soal	rHitung	rTabel	Kriteria
1	0,534	0,374	Valid
2	0,544	0,374	Valid
3	0,491	0,374	Valid
4	0,598	0,374	Valid

5	0,151	0,374	Tidak Valid
6	0,506	0,374	Valid
7	0,544	0,374	Valid
8	0,218	0,374	Tidak Valid
9	0,452	0,374	Valid
10	0,558	0,374	Valid
11	0,510	0,374	Valid
12	0,241	0,374	Tidak Valid
13	0,517	0,374	Valid
14	0,507	0,374	Valid
15	0,452	0,374	Valid
16	0,473	0,374	Valid
17	0,500	0,374	Valid
18	0,497	0,374	Valid
19	0,055	0,374	Tidak Valid
20	0,473	0,374	Valid
21	0,461	0,374	Valid
22	0,534	0,374	Valid
23	0,544	0,374	Valid
24	0,196	0,374	Tidak Valid
25	0,610	0,374	Valid

Mengacu pada nilai ambang batas r tabel sebesar 0,374, diperoleh hasil penapisan instrumen yang menunjukkan bahwa terdapat 20 item pertanyaan yang dikualifikasikan valid dan 5 item pertanyaan dinyatakan tidak valid. Implikasi dari hasil eliminasi tersebut, seluruh butir soal yang tidak memenuhi syarat validitas langsung digugurkan (*drop*), tidak diikutsertakan dalam estimasi pengujian reliabilitas, serta dikeluarkan secara permanen dari paket instrumen penelitian lapangan.

4.3.2 Uji Relibialitas Soal

Setelah ditetapkan item pertanyaan yang memenuhi parameter validitas, tahapan berikutnya adalah mengeksekusi pengujian reliabilitas instrumen. Uji

reliabilitas ini diorientasikan untuk mengukur derajat keajegan, stabilitas, atau konsistensi internal instrumen sebagai alat ukur, sehingga performa perangkat tes tersebut dapat diandalkan (*reliable*) untuk mengumpulkan data riset secara konsisten. Akumulasi data hasil analisis reliabilitas butir soal tersebut dipresentasikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 9 Hasil Uji Reabilitas Soal

Banyak Item	Cronbach's Alpha	rtabel	Kriteria
20	0,850	0,374	Reliabel

Merujuk pada output uji reabilitas soal yang dipaparkan pada tabel di atas, diperoleh koefisien *Cronbach's Alpha* sebesar 0,852 yang diklasifikasikan ke dalam kategori reliabilitas tinggi. Temuan empiris ini membuktikan bahwa paket instrumen yang merangkum 20 butir soal objektif tersebut merepresentasikan derajat konsistensi internal yang kokoh. Dengan demikian, perangkat evaluasi ini dinyatakan *reliable* serta memenuhi syarat kelayakan formal untuk diaplikasikan sebagai instrumen pengumpul data *pretest* maupun *posttest* dalam penelitian.

4.3.3 Uji Tingkat Kesukaran Soal

Uji tingkat kesukaran suatu butir soal dinyatakan dengan bilangan yang disebut dengan indeks kesukaran soal. Berikut ini adalah hasil uji tingkat kesukaran soal.

Soal	Jumlah Benar	indeks kesukaran(p)	kategori
S1	26	0,93	Mudah
S2	25	0,89	Mudah
S3	23	0,82	Mudah
S4	25	0,89	Mudah
S5	4	0,14	Sukar

S6	19	0,68	Sedang
S7	25	0,89	Mudah
S8	25	0,89	Mudah
S9	19	0,68	Sedang
S10	21	0,75	Mudah
S11	20	0,71	Mudah
S12	1	0,04	Sukar
S13	25	0,89	Mudah
S14	17	0,61	Sedang
S15	19	0,68	Sedang
S16	24	0,86	Mudah
S17	21	0,75	Mudah
S18	24	0,86	Mudah
S19	25	0,89	Mudah
S20	20	0,71	Mudah
S21	21	0,75	Mudah
S22	22	0,79	Mudah
S23	25	0,89	Mudah
S24	1	0,04	Sukar
S25	18	0,64	Sedang

4.3.4 Uji Daya Beda

Berdasarkan hasil analisis terhadap 20 butir soal, diperoleh hasil 8 soal berada pada kategori cukup, yaitu pada soal nomor 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15, 16, dan 5 soal termasuk dalam kategori baik, yaitu soal nomor 5, 8, 11, 12, 17 dan 6 soal masuk dalam kategori sangat baik, yaitu soal nomor 7, 9, 14, 18, 19, 20 dan 1 soal diperoleh kategori kurang, yaitu soal nomor 1.

Soal	BB	BA	Descrimination Index	Kategori
S1	12	14	0,14	Jelek
S2	11	14	0,21	Cukup
S3	10	13	0,21	Cukup
S4	11	14	0,21	Cukup
S5	1	3	0,14	Jelek
S6	7	12	0,36	Cukup
S7	11	14	0,21	Cukup
S8	11	14	0,21	Cukup

S9	6	13	0,50	Baik
S10	8	13	0,36	Cukup
S11	7	13	0,43	Baik
S12	0	1	0,07	Jelek
S13	11	14	0,21	Cukup
S14	6	11	0,36	Cukup
S15	7	12	0,36	Cukup
S16	10	14	0,29	Cukup
S17	7	14	0,50	Baik
S18	10	14	0,29	Cukup
S19	12	13	0,07	Jelek
S20	8	12	0,29	Cukup
S21	8	13	0,36	Cukup
S22	8	14	0,43	Baik
S23	11	14	0,21	Cukup
S24	0	1	0,07	Jelek
S25	5	13	0,57	Baik

4.3.5 Uji *N-Gain*

Uji *N-Gain* merupakan suatu uji yang mampu menggambarkan tingkat keefektifan dari penggunaan suatu media. Uji gain ternormalisasi (*N-Gain*) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan antara pembelajaran sebelum dan setelah diberikan perlakuan. *N-Gain* mencerminkan sejauh mana siswa telah meningkatkan pemahaman mereka setelah mengikuti pembelajaran atau inteervensi. Semakin tinggi nilai *N-Gain*, semakin besar tingkat pemahaman siswa. Berikut adalah hasil dari uji *N-Gain* yang telah dilakukan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Tabel 4. 10 Hasil Uji *N-Gain*

Siswa				Rata-rata <i>N-Gain</i>
	Pre Test	Post Test	<i>N-Gain</i> Score	
1	45	75	.55	59,43%
2	50	80	.60	

3	45	75	.55
4	45	85	.73
5	55	70	.33
6	55	85	.67
7	50	80	.60
8	45	75	.55
9	55	80	.56
10	40	75	.58
11	50	80	.60
12	45	75	.55
13	55	90	.78
14	40	80	.67

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 4.10, diperoleh nilai N-Gain setiap peserta didik yang berkisar antara 0,33 hingga 0,78. Nilai N-Gain terendah sebesar 0,33 diperoleh oleh satu peserta didik, sedangkan nilai tertinggi sebesar 0,78 diperoleh oleh satu peserta didik lainnya. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar setiap peserta didik tidak sama, yang dipengaruhi oleh kemampuan awal serta tingkat penguasaan materi setelah mengikuti pembelajaran menggunakan media *Augmented Reality*.

Secara keseluruhan, rata-rata nilai N-Gain sebesar 59,43%. Berdasarkan kategori efektivitas N-Gain, nilai tersebut termasuk dalam kategori cukup efektif. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* mampu memberikan peningkatan hasil belajar yang cukup baik pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan. Peningkatan hasil belajar tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan mampu membantu peserta didik memahami materi melalui visualisasi objek tiga dimensi, penyajian materi yang lebih interaktif, video pembelajaran, serta kuis evaluasi

yang tersedia dalam satu aplikasi. Dengan demikian, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yang efektif untuk mendukung proses pembelajaran pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi.

Pembahasan dan Temuan

4.4.1 Pembahasan

Penelitian ini diorientasikan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada pokok bahasan Pengenalan Alat Ukur Jaringan di SMK Swasta Jambi Medan dengan menerapkan kerangka prosedural model ADDIE. Merujuk pada output eksperimen di lapangan, produk media pembelajaran yang diimplementasikan dinyatakan valid dan akseptabel untuk diintegrasikan dalam aktivitas pembelajaran. Hal tersebut didasarkan pada akumulasi hasil verifikasi ahli media yang mencatatkan skor rerata sebesar 3,98 dengan kualifikasi Layak, hasil penilaian ahli materi sebesar 4,23 dengan kualifikasi Sangat Layak, serta diperkuat oleh respons akseptabilitas pengguna oleh peserta didik yang membukukan skor rerata sebesar 4,65 dengan kualifikasi Sangat Layak.

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa media pembelajaran yang diproduksi telah memenuhi parameter standardisasi kualitas substansi materi, estetika visual, fleksibilitas operasional, serta aspek interaktivitas, sehingga dikualifikasikan layak untuk diimplementasikan dalam aktivitas akademik. Temuan penelitian ini selaras dengan tesis dari Hamalik (2016) yang menegaskan

bahwa fungsi fundamental media pembelajaran adalah untuk mereduksi keabstrakan penyampaian materi guna mengeskalasi efisiensi proses instruksional. Di samping itu, hasil ini juga memperkuat pernyataan Sriadhi (2018) yang mengartikulasikan bahwa indikator media pembelajaran yang bermutu wajib mengonvergensi parameter kualitas isi, keandalan tata letak (*layout*), serta kemudahan aksesibilitas bagi pengguna.

Temuan dalam penelitian ini turut diperkuat oleh hasil riset yang diskedulkan oleh Febyola dan Aswardi (2021) serta Alamin dan Pramana (2023), yang menyimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hal tersebut didasarkan pada keunggulan teknologi AR yang mampu memproyeksikan objek pembelajaran secara lebih realistis, interaktif, dan atraktif, sehingga berkontribusi positif dalam menstimulasi pemahaman konseptual peserta didik terhadap materi yang dipelajari.

Merujuk pada hasil pengujian efektivitas menggunakan analisis *N-Gain*, tercatat akumulasi nilai rerata peningkatan capaian belajar mencapai 59,23%. Deviasi kuantitatif tersebut mengindikasikan secara empiris bahwa implementasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) mampu menstimulasi peningkatan hasil belajar yang signifikansi. Peningkatan hasil belajar ini dipengaruhi oleh kapabilitas teknis media pembelajaran dalam memproyeksikan visualisasi alat ukur jaringan ke dalam bentuk objek tiga dimensi (3D) yang realistis serta interaktif. Melalui representasi visual tersebut, peserta didik diindikasikan lebih mudah memahami aspek morfologi bentuk, deskripsi fungsi,

hingga tata cara operasional alat ukur jaringan. Di samping itu, media pembelajaran ini dapat diakses secara fleksibel menggunakan perangkat *smartphone*, yang memberikan keleluasaan bagi peserta didik untuk melaksanakan aktivitas belajar mandiri maupun saat fase pembelajaran di dalam kelas.

Hasil penelitian ini selaras penelitian Wahyudi, Wibawanto, dan Hardyanto (2017) yang menegaskan bahwa implementasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* secara signifikansi mampu mengakselerasi capaian hasil belajar peserta didik melampaui performa model pembelajaran konvensional. Melalui konfirmasi komparatif tersebut, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang direkayasa dalam penelitian ini terbukti memenuhi kriteria kelayakan formal serta memiliki efektivitas yang mumpuni untuk diaplikasikan pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, khususnya pada pokok bahasan Pengenalan Alat Ukur Jaringan.

4.4.2 Temuan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa temuan sebagai berikut.

Merujuk pada hasil penelitian telah dilaksanakan, diperoleh simpulan berupa sejumlah temuan empiris sebagai berikut:

1. Media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) telah berhasil dikembangkan dan difinalisasi secara aplikatif melalui penerapan kerangka kerja model ADDIE, serta dapat digunakan pada pokok bahasan

Pengenalan Alat Ukur Jaringan dalam mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi.

2. Media pembelajaran yang telah dikembangkan dikualifikasikan memenuhi standardisasi kelayakan formal dan akseptabel untuk diaplikasikan dalam proses pembelajaran. Kesimpulan ini didasarkan pada akumulasi hasil verifikasi objektif oleh pakar media dan pakar materi, serta diperkuat oleh respons positif melalui pengujian akseptabilitas operasional yang didistribusikan kepada peserta didik selaku pengguna akhir.
3. Penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) terbukti mampu menstimulasi pemahaman konseptual peserta didik dalam menginternalisasi aspek morfologi bentuk, deskripsi fungsional, serta tata cara operasional alat ukur jaringan melalui proyeksi visualisasi objek tiga dimensi (3D) yang bersifat interaktif sekaligus realistis.
4. Media pembelajaran yang telah dikembangkan ini dapat dioptimalkan sebagai media pembelajaran alternatif guna mengantisipasi sekaligus meminimalkan kendala keterbatasan perangkat praktik di satuan pendidikan, sehingga peserta didik tetap memiliki aksesibilitas untuk menguasai materi secara komprehensif dan optimal.
5. Penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) memberikan peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis *N-Gain*, yaitu rata-rata sebesar 59,43% sehingga media yang dikembangkan

termasuk dalam kategori cukup efektif untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

4.4 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu sebagai berikut.

1. Media pembelajaran yang dikembangkan hanya mencakup materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi.
2. Penelitian hanya dilakukan pada peserta didik kelas X TKJ di SMK Swasta Jambi Medan sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan pada sekolah lain.
3. Media pembelajaran hanya dapat dijalankan pada perangkat Android yang mendukung teknologi *Augmented Reality*.
4. Pengujian efektivitas media hanya difokuskan pada peningkatan hasil belajar melalui analisis N-Gain, sehingga aspek lain, seperti motivasi dan keterampilan peserta didik, belum menjadi fokus penelitian.

BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terkait pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan untuk mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK Swasta Jambi Medan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Melalui penelitian ini, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) telah berhasil dikembangkan dengan menerapkan model ADDIE yang mencakup tahapan *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Produk akhir yang dihasilkan berupa aplikasi berbasis Android yang menampilkan visualisasi objek tiga dimensi (3D) dari alat ukur jaringan. Selain itu, aplikasi ini juga sudah dilengkapi dengan materi, video pembelajaran, petunjuk penggunaan, serta fitur evaluasi berupa kuis pilihan ganda.
2. Media pembelajaran yang dikembangkan ini dinilai layak untuk digunakan berdasarkan hasil validasi oleh ahli media dengan skor rata-rata sebesar 3,98 (kategori Layak) dan ahli materi dengan skor rata-rata 4,23 (kategori Sangat Layak). Selain itu, hasil uji akseptabilitas oleh peserta didik juga memperoleh skor rata-rata sebesar 4,65 yang termasuk dalam kategori

Sangat Layak. Angka-angka tersebut membuktikan bahwa media pembelajaran ini telah memenuhi standar kelayakan dari segi kualitas materi, tampilan visual, kemudahan operasional, interaktivitas, serta fungsi kebermanfaatannya dalam mendukung proses pembelajaran.

3. Media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan terbukti cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis *N-Gain* memperoleh rata-rata sebesar 59,43%. Dengan demikian, media pembelajaran yang dikembangkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, khususnya pada materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan.

5.2 Implikasi

Hasil penelitian ini memberikan beberapa implikasi sebagai berikut.

1. Implikasi bagi Guru, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* ini dapat menjadi opsi atau alternatif alat bantu mengajar bagi guru di kelas. Dengan memanfaatkan teknologi ini, guru dapat menyampaikan materi tentang alat ukur jaringan secara lebih menarik dan interaktif, sehingga penjelasan yang diberikan menjadi lebih mudah dipahami oleh peserta didik.
2. Implikasi bagi peserta didik, penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* ini dapat memicu motivasi serta partisipasi aktif

peserta didik selama proses belajar mengajar. Faktor utamanya adalah karena teknologi ini memungkinkan peserta didik untuk melihat dan mengamati visualisasi alat ukur jaringan dalam wujud tiga dimensi yang tampak nyata cukup melalui perangkat Android mereka.

3. Implikasi bagi sekolah, media yang dikembangkan dapat menjadi salah satu solusi dalam mengatasi keterbatasan ketersediaan alat praktik di laboratorium sehingga proses pembelajaran tetap dapat berlangsung secara optimal.
4. Implikasi bagi pengembangan media pembelajaran, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi *Augmented Reality* memiliki potensi untuk dikembangkan pada materi lain yang memerlukan visualisasi objek secara nyata sehingga dapat mendukung inovasi pembelajaran berbasis teknologi.

5.3 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Bagi guru, disarankan untuk memanfaatkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) sebagai media pendukung dalam proses pembelajaran agar penyampaian materi menjadi lebih menarik, interaktif, dan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam kegiatan belajar.

2. Bagi sekolah, diharapkan dapat mendukung penerapan media pembelajaran berbasis teknologi dengan menyediakan sarana dan prasarana yang memadai, sehingga penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat diimplementasikan secara optimal dalam proses pembelajaran.
3. Bagi peserta didik, disarankan untuk memanfaatkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* sebagai salah satu sumber belajar mandiri guna memperdalam pemahaman mengenai materi Pengenalan Alat Ukur Jaringan, baik pada saat kegiatan pembelajaran di kelas maupun di luar kelas.
4. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan media pembelajaran dengan cakupan materi yang lebih luas, menambahkan fitur-fitur interaktif seperti simulasi penggunaan alat ukur, serta melakukan pengujian efektivitas pada jumlah sampel yang lebih besar dan pada lingkungan sekolah yang lebih beragam agar diperoleh hasil penelitian yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamin, M. M., & Pramana, A. L. (2023). Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Gerbang dan Rangkaian Logika Memanfaatkan Augmented Reality Untuk Siswa SMK. *Jurnal Informatika Upgris (JIU)*, 43-48.
- Buchori, A., & Kadarohman, A. (2017). *Desain Pembelajaran Kontekstual: Konsep dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Cahyadi, R. A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar BerbasisADDIE Model. *HALAQA: ISLAMIC EDUCATION JOURNAL*, 35-43.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2013). Removing obstacles to the pedagogical changes required by Jonassen's vision of authentic technology-enabled learning. *Computers&Education*, 175-182.
- Febyola, C., & Aswardi. (2021). Pengembangan MediaPembelajaran Augmented Reality Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 50-55.
- Filahi, Y. E., & Krit, S.-d. (2018). Augmented Reality Types and Popular Use Cases. *International Conference of Computer Science and Renewable Energies (ICCSRE)*, 107-110.
- H, M. (2013). *Menjadi Guru Profesional*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Hamalik, O. (2016). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Imam, & Usep. (2019). Pemanfaatan Android Dalam Perancangan Aplikasi Kumpulan Doa. *Komputika Jurnal Sistem Komputer* 8 (2), 73-79.