

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATA PELAJARAN INFORMATIKA KELAS X TJKT

Calvin Josua Kaligis¹, Daniel Riano Kaparang², Wensi Ronald Lesli Paat³

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

e-mail: ¹cjkaligis09@gmail.com, ²drkaparang@unima.ac.id, ³wensipaata@unima.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada pengembangan e-modul interaktif berbasis Augmented Reality (AR) untuk mata pelajaran Informatika kelas X TJKT. Latar belakang penelitian ini adalah kebutuhan akan media pembelajaran yang lebih inovatif dan menarik untuk meningkatkan pemahaman siswa, terutama dalam materi yang bersifat abstrak atau memerlukan visualisasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan e-modul interaktif yang valid dan praktis, serta efektif dalam mendukung proses belajar mengajar. Metodologi penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul interaktif berbasis Augmented Reality yang dikembangkan memiliki tingkat validitas dan kepraktisan yang tinggi, serta berpotensi untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa dalam memahami materi Informatika. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa e-modul AR dapat menjadi solusi inovatif untuk pembelajaran Informatika.

Kata kunci: E-Modul, Interaktif, Augmented Reality, Informatika, Kelas X TJKT

ABSTRACT

This research focuses on the development of an interactive e-module based on Augmented Reality (AR) for Informatics subject in 10th grade TJKT. The background of this research is the need for more innovative and engaging learning media to enhance students' understanding, especially in abstract material or those requiring visualization. The objective of this study is to produce a valid, practical, and effective interactive e-module to support the teaching and learning process. The research methodology used is Research and Development (R&D) with the ADDIE approach (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The results show that the developed interactive e-module based on Augmented Reality has high validity and practicality and has the potential to increase students' motivation and learning outcomes in understanding Informatics material. The conclusion of this research is that AR e-modules can be an innovative solution for Informatics learning.

Keywords: E-Module, Interactive, Augmented Reality, Informatics, 10th Grade TJKT.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pendidikan sangat mempengaruhi kualitas pendidikan suatu bangsa, mendorong inovasi dan pemanfaatan perangkat teknologi seperti *handphone* dalam kegiatan pembelajaran (Wonggo dkk, 2021). Kemajuan teknologi saat ini membuka jalan bagi operasional digital, menyederhanakan proses pembelajaran dan meningkatkan efektivitas serta efisiensi media pembelajaran. Pengalaman belajar yang ideal harus interaktif dan merangsang, menumbuhkan motivasi, serta memberikan ruang eksplorasi kreativitas siswa. Untuk menciptakan pengalaman pendidikan yang lebih mendalam, teknologi *Augmented Reality* (AR) menjadi alat yang berkembang pesat. AR adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua atau tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara *real-time* (Wonggo, 2021), dan pengembangannya lebih nyaman serta hemat biaya, dapat dimanfaatkan secara luas di berbagai platform media (Robianto, 2022).

Modul merupakan sumber belajar pokok bagi guru dan peserta didik. Dengan kemajuan teknologi, modul kini tidak hanya disajikan secara cetak, tetapi juga dalam format elektronik (*e-modul*) yang dapat diintegrasikan dengan teknologi aplikasi grafis. *E-modul* interaktif berbasis *Augmented Reality* diyakini dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa karena proses pembelajaran akan lebih menarik perhatian. Guru juga memiliki variasi metode mengajar karena siswa tidak hanya mendengarkan uraian, tetapi juga dapat mengamati dan mendemonstrasikan (Wowor dkk, 2022). Oleh karena itu, diperlukan modul interaktif yang merangsang pola pikir kritis siswa.

Berdasarkan observasi di SMK Negeri 1 Tenga, ditemukan bahwa penerapan media pembelajaran kurang optimal akibat keterbatasan fasilitas. Mata pelajaran Informatika Kelas X TJKT, khususnya materi pengenalan perangkat Jaringan Komputer, memerlukan keterampilan dan pemahaman konsep yang baik. Penyampaian materi teori secara konvensional dan keterbatasan media peraga (seperti router, *switch*, modem, *access point*, *server*) di sekolah menghambat pemahaman siswa. Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Informatika menunjukkan bahwa meskipun siswa diizinkan menggunakan *smartphone* untuk mencari bahan belajar, banyak yang menggunakannya untuk hal tidak produktif. Media seperti *Power Point* juga dinilai kurang efektif dalam menjelaskan bagian-bagian penting komponen jaringan karena hanya menampilkan gambar statis. Melihat kondisi ini, peneliti berinisiatif memanfaatkan teknologi untuk merancang dan membuat *E-modul* interaktif berbasis *Augmented Reality* yang dapat digunakan siswa dan guru tanpa memerlukan kuota internet, sehingga pembelajaran menjadi lebih mudah dan menarik.

KAJIAN TEORI

Penelitian dan Pengembangan (R&D)

Penelitian dan pengembangan adalah penelitian yang digunakan untuk membuat suatu produk dan menguji efektivitasnya. Produk yang dimaksud antara lain materi pendidikan, perangkat lunak pengolah data, model pembelajaran, pelatihan, dll (Hamzah, 2019).

Penelitian ini menggunakan model ADDIE yang dikembangkan oleh Dick dan Carey meliputi lima tahapan yaitu Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation. Model ADDIE adalah metodologi yang menggaris bawahi penyelidikan tentang bagaimana setiap segmen yang dimiliki berinteraksi satu sama lain dengan perencanaan sesuai tahap saat ini dan yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan menggunakan model ADDIE, peneliti dapat melakukan penelitian dan mengembangkan penelitian sesuai dengan kebutuhan yang diperolehnya dan sesuai dengan analisis yang telah dilakukan.

E-Modul

E-modul adalah modul pembelajaran dalam format digital yang dapat diakses melalui berbagai perangkat seperti komputer, tablet, atau smartphome. Berbeda dengan modul cetak, e-modul biasanya dilengkapi dengan fitur interaktif seperti video, animasi, kuis, serta hyperlink yang mempermudah akses ke sumber tambahan. Modul memegang peranan yang sangat penting dalam pembelajaran, berisi materi, penilaian dan pembelajaran (Fajar & Habibullaoh, 2021). Bahan ajar bagi guru dan siswa merupakan kebutuhan dasar yang sangat berguna dalam proses belajar mengajar. Modul merupakan salah satu sumber belajar yang sering digunakan (Wowor dkk, 2025).

Augmented Reality

Augmented reality adalah salah satu kemajuan inovatif dalam periode transformasi modern saat ini. Augmented Reality adalah aplikasi yang menghubungkan dunia saat ini dengan dunia virtual, baik di dalam maupun dalam tiga dimensi (Singhal dkk, 2012). Teknologi Augmented Reality (AR) menawarkan potensi besar dalam meningkatkan pengalaman pembelajaran dengan menyatukan dunia virtual dengan dunia nyata. Tujuannya adalah untuk meningkatkan objek nyata dengan menghadirkan objek virtual sehingga data tidak hanya untuk pengguna secara langsung, tetapi untuk setiap pengguna. Seseorang dapat menggunakan augmented reality di komputer atau smartphome. Augmented Reality banyak digunakan oleh navigator mobile, pedokters, robot, dan media pendidikan.

Materi Pengenalan Komponen Dasar Jaringan Komputer

Jaringan komputer merupakan sekumpulan komputer berjumlah banyak yang terpisah-pisah akan tetapi saling berhubungan dalam melaksanakan tugasnya. Dua buah komputer misalnya dikatakan terkoneksi bila keduanya dapat saling bertukar informasi. Terdapat beberapa perangkat atau komponen jaringan komputer yang memiliki fungsi masing-masing dalam membangun Jaringan Komputer antara lain (Bahtiar dkk, 2021) :

- a) Router adalah perangkat yang digunakan untuk mentransfer paket data dari satu perangkat yang terhubung ke internet ke perangkat lain melalui proses routing.
- b) Switch adalah suatu perangkat jaringan yang melakukan bridging transparan, dengan kata lain menjadi penghubung segmentasi berbagai jaringan dengan mem-forward berdasarkan alamat.

- c) Hub atau konsentrator atau juga dikenal sebagai hub merupakan suatu alat yang menyatukan semua kabel jaringan dari masing-masing workstation, server, atau juga perangkat lainnya.
- d) Bridge, merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk membagi satu jaringan menjadi 2 jaringan berbeda. Alat ini biasanya digunakan untuk memperoleh jaringan yang efisien, di mana akibat pertumbuhan jaringan yang sangat cepat, maka dibutuhkan bridge penghubung untuk itu.
- e) Access Point adalah alat yang menjadi pusat koneksi dari pengguna (user) ke ISP (Internet Service Provider), atau dari kantor cabang ke kantor pusat apabila jaringan tersebut merupakan jaringan dari perusahaan.
- f) Repeater, perangkat keras jaringan yang disebut repeater memiliki kapasitas untuk memperkuat sinyal jaringan. Sinyal yang cukup jauh dapat diperkuat oleh repeater untuk meningkatkan jangkauan sinyal.
- g) Komputer Server adalah komputer desktop yang mengelola semua jaringan komputer lain. Semua data Anda akan disimpan di komputer ini. Permintaan klien juga akan dikirim ke komputer ini, di mana ia akan diperiksa untuk beberapa masalah perangkat keras dan perangkat lunak jaringan.
- h) Komputer Client adalah komputer pengguna yang menggunakan jaringan. Biasanya, ada beberapa komputer klien dalam satu jaringan. Beberapa langkah harus diambil oleh komputer klien untuk membuat koneksi dengan komputer server sebelum akhirnya dapat membuat koneksi internet.

Game Engine Unity

Unity mengacu pada sistem permainan platform yang dikembangkan oleh Unity Technologies. Pertama kali diumumkan dan dirilis pada Juni 2005 oleh Apple Inc. Di Apple Worldwide Developers Conference, Unity adalah platform game eksklusif untuk Mac OS X. Namun, sejak itu, mesin ini telah dilatih untuk menangani lebih dari 25 platform. Unity 3D adalah platform produksi game yang meniru mekanisme game dan merupakan salah satu produk yang paling banyak digunakan. Dinamai setelah beberapa penelitian (Adilla & Windriyani, 2022).

Blender 3D

Program pembuatan 3D open-source gratis disebut Blender. Alur kerja 3D lengkap, termasuk pemodelan, animasi, simulasi, renderer, pengomposisian, pelacakan gerak, dan bahkan pengeditan video dan pengembangan game, didukung oleh Blender. Untuk pekerjaan 3D, Blender sangat ideal untuk individu dan studio kecil. (Jumaidi, 2022). Software ini juga dapat digunakan dengan beberapa sistem operasi, seperti Windows, macOS, dan Linux. Terlepas dari kenyataan bahwa ada beberapa program animasi 3D yang tersedia, Blender tetap menjadi program animasi 3D terbaik.

Marker

Penanda dalam teknologi Augmented Reality adalah salah satu komponen terpenting dalam mekanisme yang memulai pembuatan objek Augmented Reality. Fungsi penanda adalah untuk menunjukkan lokasi awal munculnya objek augmented reality. Dalam konteks

pengembangan aplikasi Augmented Reality, marker sering digunakan untuk mengidentifikasi lokasi dan orientasi objek virtual dalam 25 lingkungan fisik. Dalam beberapa kasus, marker dapat berupa gambar atau citra yang dihasilkan melalui pencetakan pada media fisik, seperti kertas atau karton (Prayitno dkk, 2024).

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

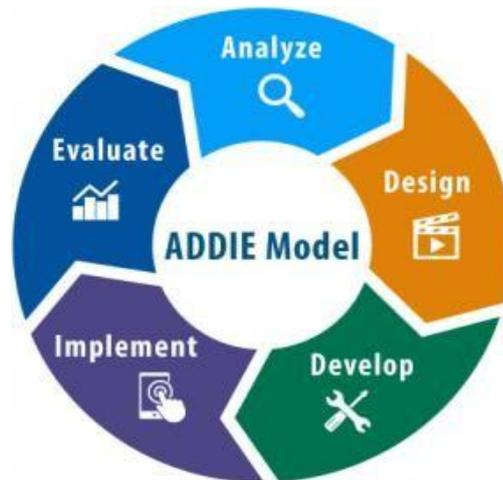
Penelitian ini dilakukan pada selang waktu bulan November 2024 sampai Mei 2025. Tempat penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 1 Tenga di Pakuure, pada kelas X TJKT.

Alat dan Bahan

1. **Perangkat Keras (*Hardware*)**
 - a. Laptop Lenovo LOQ 15 dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - 1) Core i5-12450H
 - 2) Memori 12 GB DDR5
 - 3) VGA Nvidia GeForce RTX 2050
 - 4) Penyimpanan HDD 1 TB + SSD NVME 512 GB
 - 5) Layar 15.6" IPS 100% sRGB 144hz
 - b. Ponsel Infinix Note 30 dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - 1) Chipset MediaTek Helio G99
 - 2) Ukuran 6.78 inci IPS LCD
 - 3) Memori 8 GB
 - 4) Memori Internal 256 GB
2. **Perangkat Lunak (*Software*)**
 - a. Sistem operasi Windows 11 Home Single Language
 - b. Android 11, Color OS V11.1
 - c. Blender 3D 2.90
 - d. Game engine Unity 3D
 - e. Vuforia SDK
 - f. Adobe Photoshop 2021

Jalannya Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa metode untuk mendapatkan informasi yang komprehensif. Observasi dilaksanakan di SMK Negeri 1 Tenga untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran dan menentukan subjek penelitian, yang mengarahkan pada gagasan pengembangan *e-modul* interaktif berbasis AR untuk materi Informatika. Wawancara dilakukan dengan kepala sekolah, guru mata pelajaran, dan siswa untuk mendapatkan informasi mendalam. Angket/Kuesioner disebarkan kepada ahli media dan ahli materi untuk validasi produk, serta kepada siswa untuk mengetahui respons mereka setelah menggunakan *e-modul* interaktif berbasis AR.



Gambar 1. ADDIE Model

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan mengadopsi model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

1. *Analyze* (Analisis)

Tahap ini melibatkan analisis kebutuhan siswa, kurikulum, dan karakteristik materi pengenalan komponen dasar jaringan komputer. Analisis juga dilakukan terhadap potensi penggunaan Augmented Reality dalam pembelajaran.

2. *Design* (Perancangan)

Pada tahap ini, dilakukan perancangan konsep e-modul, storyboard, desain antarmuka, serta pemilihan perangkat lunak dan teknologi yang akan digunakan (Unity, Blender 3D, Vuforia Engine, Adobe Photoshop).

3. *Development* (Pengembangan)

Tahap ini merupakan implementasi dari desain yang telah dibuat. Tim peneliti mengembangkan e-modul interaktif, termasuk pembuatan model 3D, pengkodean interaksi AR, dan integrasi seluruh elemen.

4. *Implementation* (Implementasi)

E-modul yang telah dikembangkan diujicobakan kepada siswa kelas X TJKT untuk mengumpulkan data tentang kepraktisan dan efektivitasnya.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Data yang terkumpul dianalisis untuk mengevaluasi kualitas e-modul dan melakukan revisi jika diperlukan.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket validasi ahli dan angket respons peserta didik. Angket ini menggunakan format *checklist* dengan skor berdasarkan skala Likert untuk mengukur setiap aspek yang dinilai.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis analisis data yaitu Analisis Data Validasi Ahli dan Analisis Data Hasil Respons Peserta Didik.

Analisis data hasil validasi bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan produk dikembangkan berupa modul interaktif berbasis *Augmented Reality*. Untuk menentukan nilai persentase (%) kriteria validasi menggunakan rumus 1.

$$V_{ah} = \frac{t_{se}}{T_{sh}} * 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

V_{ah} : Validasi Ahli (Nilai Presentase)

T_{se} : Total skor empirik

T_{sh} : Total Skor yang diharapkan

Tabel 1. Kriteria Validasi Ahli

Kriteria Validasi	Tingkat Validasi
85,01 – 100.00%	Sangat layak atau dapat digunakan tanpa revisi
70,01 – 85.00%	Cukup layak atau dapat digunakan namum perlu revisi kecil
50.01 – 70.00%	Kurang layak, disarankan tidak dipergunakan karena perlu direvisi besar
01 – 50.00%	Tidak layak, atau tidak boleh dipergunakan

Analisis data dan hasil respons peserta didik bertujuan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap modul interaktif berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan. Untuk nilai presentase (%) kriteria kevalidan dapat dihitung menggunakan rumus 2.

$$V_{ah} = \frac{t_{se}}{T_{sh}} * 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

V_{ah} : Validasi Ahli (Nilai Presentase)

T_{se} : Total skor empirik

T_{sh} : Total Skor yang diharapkan

Tabel 2. Kriteria Validasi Peserta Didik

Kriteria Validasi	Tingkat Validasi
81 – 100.00%	Sangat valid atau dapat digunakan tanpa revisi
61 – 80%	Cukup valid atau dapat digunakan namum perlu revisi kecil
41 – 60%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu direvisi besar
21 – 40%	Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan
0 – 20%	Sangat tidak valid atau tidak boleh dipergunakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian dan pengembangan e-modul interaktif berbasis *Augmented Reality* pada mata pelajaran Informatika Kelas X TJKT. Tahapan penelitian mengacu pada model ADDIE yang terdiri dari *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi).

Analyze (Analisis)

Pengembangan e-modul AR untuk Informatika Kelas X TJKT di SMK Negeri 1 Tenga diawali dengan analisis kinerja dan kebutuhan. Siswa saat ini kesulitan memvisualisasikan konsep abstrak dan butuh peningkatan keterampilan praktik, sehingga pendekatan visual-interaktif sangat diperlukan. Oleh karena itu, e-modul AR dirancang untuk memungkinkan interaksi dengan model 3D komponen jaringan dan simulasi konfigurasi. Modul ini harus dapat diakses melalui perangkat *mobile*, membantu guru dalam demonstrasi visual, dan meningkatkan keterlibatan siswa melalui aktivitas AR yang menarik.

Design (Perancangan)

Proses perancangan diawali dengan penentuan identitas utama produk. Untuk modul, judulnya ditetapkan sebagai "Modul Informatika berbasis Augmented Reality untuk siswa kelas X semester 1 di jurusan teknik jaringan komputer & telekomunikasi di sekolah menengah kejuruan (SMK)". Sementara itu, aplikasi pendukungnya diberi nama "SmartSpace", merepresentasikan sebuah platform cerdas yang menggabungkan kecerdasan digital dan ruang untuk menciptakan pengalaman inovatif.

Selanjutnya, dilakukan perancangan storyboard untuk e-modul. E-modul ini dimulai dengan halaman sampul yang memuat logo Unima, informasi bahwa modul ini berbasis AR, judul, identitas Penelitian ini, dan logo Android. Bagian-bagian berikutnya meliputi kata pengantar, daftar isi, dan petunjuk penggunaan, semuanya dilengkapi dengan footer yang menunjukkan "Modul Informatika X TJKT" dan nomor halaman. Bagian inti bab yang mengandung materi pembelajaran juga didesain dengan menyertakan gambar komponen jaringan komputer, marker berupa kode QR untuk memindai objek AR, penjelasan materi, serta footer yang konsisten.

Selain e-modul, storyboard untuk aplikasi "SmartSpace" juga dirancang secara rinci. Tampilan utamanya dirancang untuk menampilkan nama kelas (X TJKT), logo aplikasi, keterangan "Augmented Reality" sebagai fitur utama, serta beberapa tombol navigasi penting. Tombol "SCAN AR" memungkinkan pengguna memindai objek dengan kode QR, sementara tombol "MODUL" berfungsi untuk mengunduh modul pembelajaran dari Google Drive. Tersedia pula menu "PETUNJUK" untuk panduan penggunaan, "DATA DIRI" untuk informasi pembuat aplikasi, dan "EXIT" untuk keluar dari aplikasi. Ketika pengguna memilih menu "SCAN AR", tampilan kamera akan muncul untuk memindai objek 3D dari e-modul interaktif, dilengkapi tombol kembali ke halaman utama dan menu penjelasan objek. Menu "PETUNJUK" akan menampilkan panduan penggunaan aplikasi, sedangkan menu "DATA DIRI" berisi biodata singkat pembuat aplikasi. Fitur

"Penjelasan Objek" akan muncul jika pengguna mengklik ikon menu saat sedang melihat objek 3D, memberikan informasi lebih lanjut tentang objek tersebut.

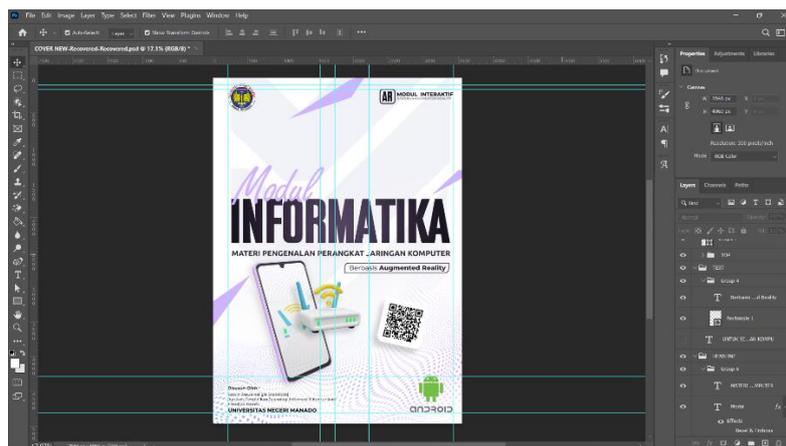
Tahap akhir dari perancangan ini adalah pengumpulan bahan. Seluruh teks yang digunakan dalam modul maupun aplikasi SmartSpace sepenuhnya dibuat oleh Penelitian ini. Gambar-gambar yang disajikan, baik dalam bentuk draf maupun final, dikumpulkan dari berbagai sumber di internet dan sebagian lagi merupakan hasil kreasi Penelitian ini sendiri. Desain tombol navigasi pada aplikasi SmartSpace juga dirancang sendiri oleh Penelitian ini. Untuk objek 3D, aplikasi SmartSpace menyediakan delapan objek 3D berupa komponen jaringan komputer, yaitu Router, Switch, Hub, Bridge, Access Point, Repeater, Komputer Server, dan Komputer Client, yang seluruhnya diperoleh dari platform hyper3d.ai.

Development (Pengembangan)

Pengembangan media e-modul interaktif ini disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik, dan memanfaatkan aplikasi Adobe Photoshop dan Microsoft Word untuk pembuatan modul. Sementara itu, aplikasi AR dibangun menggunakan Unity dan objek 3D dibuat dengan bantuan Artificial Intelligence (AI) melalui Rodin AI dan Blender 3D. Proses perancangan antarmuka (interface) melibatkan beberapa tahapan:

a) Interface E-Modul berbasis AR

Penelitian ini menggunakan Adobe Photoshop dan Unity untuk mendesain tampilan interaktif modul dan mengintegrasikan marker AR dengan elemen multimedia seperti gambar, teks, dan animasi.



Gambar 1. Interface E-Modul berbasis AR

b) Interface Aplikasi SmartSpace

Desain aplikasi SmartSpace juga dilakukan, termasuk pembuatan logo, background tampilan awal, tombol menu, tombol navigasi, ikon benar/salah untuk kuis, menu petunjuk penggunaan, menu data diri, menu info objek, dan menu kuis. Pembuatan marker untuk AR juga menjadi bagian penting dari proses ini.



Gambar 2. Interface Aplikasi SmartSpace

c) Pembuatan Model 3D

Delapan model 3D komponen jaringan komputer (router, switch, repeater, hub, access point, bridge, komputer client, dan server) dibuat untuk digunakan dalam aplikasi (gambar 3). Tahap pengembangan juga mencakup Uji Kelayakan Produk. Validasi dilakukan oleh ahli media dan ahli materi untuk menilai kelayakan produk. Ahli media mengevaluasi aspek kegrafikan e-modul dan aplikasi AR. Hasil penilaian ahli media pada tabel 3 menunjukkan tampilan modul 93% (Sangat Layak) dan tampilan aplikasi AR 82% (Cukup Layak), dengan keseluruhan 87,7% (Sangat Layak), meskipun memerlukan revisi kecil pada tampilan aplikasi AR. Saran dari ahli media mencakup penambahan *frame* untuk logo QR, penjelasan di menu modul, *sound effect* navigasi, *background music*, dan perubahan ikon laptop pada aplikasi.



Gambar 3. Pembuatan Objek 3D menggunakan Rodin AI

Tabel 3. Hasil Validasi ahli Media

No	Aspek	Skor Validasi	Presentase	Kriteria
1	Tampilan Modul	42	93%	Sangat Layak
2	Tampilan Aplikasi AR	37	82%	Cukup layak
Jumlah		79	87,7%	Sangat Layak

Ahli materi mengevaluasi validitas materi berdasarkan aspek subjek dan media pembelajaran. Hasil validasi ahli materi menunjukkan *Subject Matters* 93% (Sangat Layak) dan tampilan aplikasi AR 100% (Sangat Layak), dengan keseluruhan 96% (Sangat Layak), menandakan materi sangat relevan dan akurat tanpa perlu revisi.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Skor Validasi	Presentase	Kriteria
1	<i>Subject Matters</i>	28	93%	Sangat Layak
2	Pembelajaran	20	100%	Sangat Layak
Jumlah		48	96%	Sangat Layak

Implementation (Implementasi)

Tahap ini adalah lanjutan dari tahap pengembangan. Uji coba produk kepada peserta didik bertujuan untuk menguji kemenarikan modul interaktif berbasis Augmented Reality yang telah dikembangkan dengan meninjau aspek E-Modul Berbasis Augmented Reality terhadap 23 peserta didik kelas X TJKT SMK Negeri 1 Tenga. Berdasarkan hasil uji coba ke peserta didik pada tabel 5 menunjukkan hasil respons peserta didik sebesar 98%, maka kriteria tingkat kemenarikan sangat menarik sehingga e-modul interaktif berbasis *Augmented Reality* yang telah dikembangkan sangat layak digunakan dalam pembelajaran Informatika materi pengenalan perangkat jaringan komputer

Tabel 5. Hasil Uji Coba ke Peserta Didik

No	Aspek	Skor	Presentase	Kriteria
1	E-Modul berbasis AR	881	95%	Sangat valid
2	Aplikasi SmartSpace	878	95%	Sangat valid
Jumlah		1.759	95%	Sangat valid

Evaluation (Evaluasi)

Tahap Evaluasi adalah fase penting dalam pengembangan e-modul interaktif berbasis *Augmented Reality* (AR) dan aplikasi "SmartSpace" yang bertujuan menilai efektivitas dan kelayakan produk. Evaluasi ini dilakukan secara formatif dan sumatif. Evaluasi formatif terintegrasi dalam tahap pengembangan melalui uji kelayakan produk oleh para ahli. Ahli media, yang fokus pada kelayakan grafis, menilai e-modul "Sangat Layak" (93%) dan aplikasi AR "Cukup Layak" (82%), dengan nilai keseluruhan "Sangat Layak" (87,7%), namun menyarankan beberapa revisi kecil pada aplikasi, seperti penambahan *frame* QR, penjelasan modul, *sound effect* navigasi, musik latar, dan penggantian ikon. Ahli materi, yang menilai validitas konten, memberikan nilai "Sangat Layak" (93% untuk materi dan 100% untuk tampilan aplikasi AR), dengan nilai keseluruhan "Sangat Layak" (96%), menunjukkan materi sangat relevan dan akurat tanpa perlu revisi.

Evaluasi sumatif dilakukan melalui uji coba produk kepada peserta didik kelas X TJKT SMK Negeri 1 Tenga. Hasil kuesioner respons menunjukkan bahwa baik e-modul maupun aplikasi SmartSpace sama-sama mendapatkan nilai 95% (Sangat Valid/Sangat Menarik). Angka ini menunjukkan bahwa produk tersebut sangat menarik dan sangat

layak digunakan dalam pembelajaran Informatika, dengan tingkat penerimaan yang sangat positif dari peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh tahapan penelitian dan pengembangan e-modul interaktif berbasis Augmented Reality (AR) dan aplikasi SmartSpace pada mata pelajaran Informatika kelas X TJKT di SMK Negeri 1 Tenga, dapat disimpulkan bahwa produk ini sangat relevan untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memvisualisasikan konsep abstrak dan meningkatkan keterampilan praktik jaringan komputer, sebagaimana teridentifikasi dari analisis kebutuhan awal. Desain produk yang komprehensif, mencakup aspek konten, antarmuka, dan fitur AR, telah efektif menerjemahkan kebutuhan tersebut ke dalam spesifikasi yang jelas.

Kualitas dan kelayakan e-modul ini terkonfirmasi kuat oleh validasi ahli materi yang menyatakan "Sangat Layak" dengan persentase 96%, serta validasi ahli media yang juga menyatakan "Sangat Layak" secara keseluruhan dengan 87,7%, meskipun ada masukan minor untuk penyempurnaan tampilan aplikasi AR. Lebih lanjut, respons yang sangat positif dari 23 peserta didik kelas X TJKT dengan 95% menyatakan produk ini "Sangat Menarik" menegaskan bahwa e-modul dan aplikasi SmartSpace berhasil memikat perhatian dan meningkatkan keterlibatan siswa. Dengan demikian, e-modul interaktif berbasis Augmented Reality pada mata pelajaran Informatika kelas X TJKT ini merupakan media pembelajaran yang valid, sangat layak, dan sangat menarik untuk digunakan, serta memiliki potensi besar untuk mendukung peningkatan kualitas proses dan hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilla, M. A., & Windriyani, P. (2022). Pengembangan Typing Game sebagai Sarana Melatih Meningkatkan Kecepatan Mengetik Berbasis Desktop. *KALBISIANA Jurnal Sains, Bisnis dan Teknologi*, 8(1), 400-414.
- Bahtiar, D., Febrianto, W. J., Maulana, A., Saputra, S., Darmawan, W., Tafonao, R. P., ... & Djutalov, R. (2021). Pengenalan dasar instalasi jaringan komputer menggunakan mikrotik. *J. Kreat. Mhs. Inform*, 2(3), 507-518.
- Fajar, D. M., & Habibulloh, M. (2021). Pengembangan modul IPBA materi sistem bumi-bulan berbasis integrasi sains-Islam. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(1), 126-140.
- Hamzah, A. (2019). Metode Penelitian & Pengembangan: Research & Development (Uji Produk Kuantitatif dan Kualitatif Proses dan Hasil).
- Jumaidi, H. (2022). *Penerapan Teknologi Virtual Reality Pada Aplikasi Mobile Untuk Menyajikan Rancangan Desain Rumah 3 Dimensi* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Prayitno, K., Sunardi, S., & Yuliansyah, H. (2024). Implementasi Markerless Location-based dalam Aplikasi Konstruksi Augmented Reality Berbasis Web. *Jambura Journal of Informatics*, 6(2), 75-88.

- Robianto, R., Andrianof, H., & Salim, E. (2022). Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality (AR) pada Perancangan Ebrochure sebagai Media Promosi Berbasis Android. *Jurnal Sains Informatika Terapan*, 1(1), 61-66.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., & Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: Interactive education system. *International Journal of Computer Applications*, 49(15).
- Wonggo, M. A., Waworuntu, J., & Komansilan, T. (2021). Pengembangan multimedia interaktif pembelajaran animasi 2D berbasis mobile untuk siswa SMK. *EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 1(4), 402-416.
- Wowor, B. M., Wonggo, D., & Heydemans, C. D. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran IPS Berbasis Mobile di SMP Kristen Tondangow. *EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2(6), 843-849.
- Wowor, C. E. P., Rianto, I., & Kaparang, D. R. (2025). Pengembangan Modul Pembelajaran Informatika di SMA Berbasis Video Interaktif. *EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 5(3), 542-554.