

**PERANCANGAN APLIKASI AR-BASED VIRTUAL
NETWORK LAB SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN
PEMAHAMAN TOPOLOGI JARINGAN**

SKRIPSI



**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh Sarjana Pendidikan**

**Oleh:
M. Iqbal Fawaid
22320022**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM
IKIP PGRI BOJONEGORO
TAHUN 2026**

**PERANCANGAN APLIKASI AR-BASED VIRTUAL
NETWORK LAB SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN
PEMAHAMAN TOPOLOGI JARINGAN**

SKRIPSI

Dipersembahkan kepada
IKIP PGRI Bojonegoro
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Sarjana Pendidikan

**Oleh:
M. Iqbal Fawaid
22320022**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM
IKIP PGRI BOJONEGORO
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul "Perancangan Aplikasi AR-Based Virtual Network Lab sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Topologi Jaringan" disusun oleh :

Nama : M. Iqbal Fawaid
Nim : 22120022
Program Studi : Pendidikan Teknologi Informasi

Untuk disetujui oleh dosen pembimbing skripsi dan diajukan ke tahap ujian skripsi

Bojonegoro, 23 Juli 2026

Pembimbing I

Pembimbing II



Boedy Irtadanto, S.T., M.Pd.
NIDN. 0705077303



Muth. Rinov Cuhanaazriansyah, S.T., M.Pd.T.
NIDN. 0715119105

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Perancangan Aplikasi AR-Based Virtual Network Lab Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Pemahaman Topologi Jaringan" disusun oleh:

Nama : M. Iqbal Fawaid

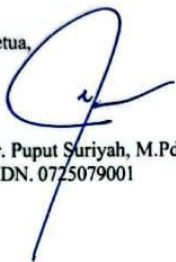
NIM : 22320022

Program Studi : Pendidikan Teknologi Informasi

Telah dipertahankan dalam sidang skripsi pada Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IKIP PGRI Bojonegoro pada hari Senin, tanggal 27 Juli 2026

Bojonegoro, 10 Agustus 2026

Ketua,



Dr. Puput Suriyah, M.Pd.
NIDN. 0725079001

Sekretaris,



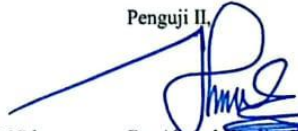
Day Ramadhani Amir, S.Tr.IKom., M.Pd.
NIDN. 0703039403

Penguji I,



Day Ramadhani Amir, S.Tr.IKom., M.Pd.
NIDN. 0703039403

Penguji II,



Dr. Ahmad Khoitqul Amin, M.Pd.
NIDN. 0727088801

Rektor,

Dr.Dra. Junarti, M.Pd.
NIDN. 0014016501

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"My redemption, eternal ascension

Setting me free

So I'll take what I want then leave"

– (IV) –

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Karya sederhana ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat, kesehatan, kemudahan, dan kekuatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, motivasi, pengorbanan, serta dukungan tanpa henti dalam setiap langkah kehidupan penulis. Terima kasih atas segala cinta dan perjuangan yang tidak akan pernah dapat terbalaskan.
3. Keluarga tercinta, yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi.
4. Bapak dan Ibu Dosen IKIP PGRI Bojonegoro, khususnya dosen pembimbing, yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, ilmu, kritik, dan saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Guru dan pihak sekolah SMP AR-Roudloh, yang telah memberikan izin, bantuan, dan kerja sama selama pelaksanaan penelitian.
6. Sahabat dan teman-teman seperjuangan, yang selalu memberikan motivasi, bantuan, serta menjadi tempat berbagi pengalaman selama menempuh pendidikan.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan, doa, dan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Kepada NIM 22120055 yang selalu menemani, memberikan semangat, dukungan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini, serta menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

LEMBAR KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Iqbal Fawaid
NIM : 22320022
Program Studi : Pendidikan Teknologi Informasi
Fakultas : Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

Demi menjunjung tinggi integritas, akademik, dengan tulus dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun, saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PERANCANGAN APLIKASI AR-BASED VIRTUAL NETWORK LAB SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN TOPOLOGI JARINGAN

Merupakan hasil karya asli saya sendiri dan semua sumber informasi yang digunakan telah saya cantumkan dengan jelas dalam daftar referensi berdasarkan kode etik ilmiah. Saya menyadari bahwa apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan terkait dengan keaslian karya ini, saya secara pribadi bersedia menerima konsekuensi sesuai dengan peraturan yang berlaku dan siap menanggung sanksi hukum.

Bojonegoro, 27 Juli 2026



M. Iqbal Fawaid
NIM. 22320022

ABSTRAK

Fawaid, M. I. (2026). Pengembangan Aplikasi AR-Based Virtual Network Lab sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Topologi Jaringan. Skripsi. Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IKIP PGRI Bojonegoro. Pembimbing I Boedy Irhadtanto, S.T., M.Pd., Pembimbing II Muhammad Rinov Cuhazriansyah, S.T., M.Pd.T

Kata Kunci: Augmented Reality, media pembelajaran, topologi jaringan, ADDIE, AR-Based Virtual Network Lab.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi AR-Based Virtual Network Lab sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman siswa kelas VIII SMP AR-Roudloh terhadap materi topologi jaringan. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kesulitan siswa dalam memahami konsep topologi jaringan yang bersifat abstrak serta keterbatasan fasilitas laboratorium jaringan di sekolah. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Produk yang dikembangkan berupa aplikasi Android berbasis Augmented Reality yang memvisualisasikan topologi jaringan komputer dalam bentuk objek tiga dimensi, meliputi topologi bus, star, ring, mesh, dan tree, serta dilengkapi animasi alur komunikasi data. Aplikasi dikembangkan sebagai laboratorium virtual konseptual yang berfokus pada pemahaman struktur dan karakteristik topologi jaringan. Uji kelayakan dilakukan melalui validasi ahli media dan ahli materi, sedangkan uji kepraktisan dilakukan melalui respons 21 siswa kelas VIII SMP AR-Roudloh. Efektivitas media diukur menggunakan pretest dan posttest serta dianalisis dengan N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelayakan aplikasi berdasarkan validasi ahli media memperoleh persentase 95% dengan kategori sangat valid, sedangkan validasi ahli materi memperoleh persentase 92,5% dengan kategori sangat valid. Tingkat kepraktisan berdasarkan respons siswa memperoleh persentase 86,71% dengan kategori sangat praktis. Hasil uji efektivitas menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai siswa dari 40,00 pada pretest menjadi 80,00 pada posttest, dengan nilai N-Gain sebesar 0,67 yang termasuk dalam kategori efektif. Dengan demikian, aplikasi AR-Based Virtual Network Lab yang dikembangkan dinyatakan sangat layak, sangat praktis, dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi topologi jaringan.

ABSTRACT

Fawaid, M. I. (2026). *Development of an AR-Based Virtual Network Lab Application as a Learning Medium to Enhance Understanding of Network Topologies*. Undergraduate Thesis. Information Technology Education Study Program. Faculty of Mathematics and Natural Science Education. IKIP PGRI Bojonegoro. First Advisor: Boedy Irhadtanto, S.T., M.Pd.; Second Advisor: Muhammad Rinov Cuhanazriansyah, S.T., M.Pd.T.

Keywords: Augmented Reality, learning medium, network topology, ADDIE, AR-Based Virtual Network Lab.

This study aims to develop an AR-Based Virtual Network Lab application as a learning medium to improve the understanding of network topology concepts among 8th-grade students at SMP AR-Roudloh. The study was motivated by students' difficulties in grasping abstract network topology concepts and the school's limited network laboratory facilities. It employs the Research and Development (R&D) method using the ADDIE development model, comprising the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The developed product is an Augmented Reality-based Android application that visualizes computer network topologies—specifically bus, star, ring, mesh, and tree topologies—as three-dimensional objects, complete with animations showing data communication flows. The application serves as a conceptual virtual laboratory focused on understanding the structures and characteristics of network topologies. Feasibility testing was conducted through validation by media and subject matter experts, while practicality testing involved gathering responses from 21 8th-grade students at SMP AR-Roudloh. Media effectiveness was measured using pre-tests and post-tests and analyzed via the N-Gain score. The results indicate that the application's feasibility level, based on media expert validation, achieved a score of 95% (categorized as "highly valid"), while subject matter expert validation achieved 92.5% (also "highly valid"). The practicality level, based on student responses, reached 86.71% (categorized as "highly practical"). Effectiveness test results showed an increase in the average student score from 40.00 in the pre-test to 80.00 in the post-test, with an N-Gain score of 0.67, falling into the "effective" category. Thus, the developed AR-Based Virtual Network Lab application is deemed highly feasible, highly practical, and effective as a learning medium to enhance students' understanding of network topology concepts.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul “Perancangan Aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Topologi Jaringan”. skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk Mendapatkan Gelar Sarjana.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* sebagai media pembelajaran yang digunakan pada materi topologi jaringan untuk siswa kelas VIII. Aplikasi ini dirancang untuk membantu memvisualisasikan konsep topologi jaringan yang bersifat abstrak melalui tampilan tiga dimensi dan interaksi berbasis *Augmented Reality*, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap struktur dan karakteristik topologi jaringan. Melalui proposal ini, diharapkan penelitian yang akan dilaksanakan dapat berjalan secara sistematis serta memberikan kontribusi dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran TIK di tingkat SMP.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini, serta kepada seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi

penyempurnaan penelitian. Semoga skripsi ini dapat menjadi landasan yang baik dalam pelaksanaan penelitian selanjutnya.

Bojonegoro, 28 Agustus 2026

Penulis

M. Iqbal Fawaid

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	vi
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
1. Manfaat Teoretis	7
2. Manfaat Praktis	9
E. Spesifikasi Produk.....	11
F. Definisi Operasional.....	13
G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	19
A. Kajian Pustaka.....	19
B. Kerangka Teoretis	28

C. Kerangka Berpikir.....	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	49
A. Pendekatan Penelitian	49
B. Jenis dan Sumber Data	51
C. Desain dan Model Pengembangan	57
D. Prosedur Penelitian.....	59
E. Desain dan Uji Coba Produk.....	78
F. Instrumen Pengumpulan Data	83
G. Teknik Analisis Pengumpulan Data.....	89
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	94
A. Hasil Penelitian	94
1. Realisasi Produk.....	94
2. Hasil Aplikasi AR Topologi	95
3. <i>Marker</i> AR Topologi Jaringan.....	106
B. Hasil Validasi.....	111
1. Uji Validasi Ahli Media	112
2. Uji Validasi Ahli Materi.....	115
C. Uji Efektivitas Media	118
1. Uji Respon Pengguna.....	119
2. Hasil <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	122
3. Hasil Analisis N-Gain	123
D. Pembahasan.....	124
BAB V KESIMPULAN.....	129
A. Kesimpulan	129

B. Saran.....	130
1. Bagi Guru.....	130
2. Bagi Siswa.....	131
3. Bagi Sekolah	131
4. Bagi Peneliti Selanjutnya	131
DAFTAR PUSTAKA	133
LAMPIRAN.....	141

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Skala Likert	14
Tabel 1. 2 Definisi Operasional	14
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	24
Tabel 2. 2 Topologi Jaringan Komputer	32
Tabel 2. 3 Komponen Jaringan Komputer	33
Tabel 2. 4 Konfigurasi Jaringan	34
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Keras	61
Tabel 3. 2 Spesifikasi Perangkat Lunak	62
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Validasi Ahli Media	84
Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Validasi Ahli Materi	85
Tabel 3. 5 Kisi-Kisi Validasi Respon Pengguna	87
Tabel 3. 6 Kisi-Kisi Instrumen Pre-Test	88
Tabel 3. 7 Instrumen Post-Test	89
Tabel 4. 1 Hasil Validasi Ahli Media	113
Tabel 4. 2 Hasil Validasi Ahli Materi	116
Tabel 4. 3 Rekap Hasil Respon Pengguna	120
Tabel 4. 4 Hasil Pre-Test dan Post-Test	122
Tabel 4. 5 Hasil Analisis N-Gain	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir	48
Gambar 3. 1 Use Case Diagram	66
Gambar 3. 2 Flowchart.....	68
Gambar 3. 3 splash screen.....	70
Gambar 3. 4 Menu.....	71
Gambar 3. 5 AR	72
Gambar 3. 6 Materi	73
Gambar 3. 7 Quiz	74
Gambar 3. 8 Panduan	75
Gambar 3. 9 About Us	76
Gambar 4. 1 Splash screen	96
Gambar 4. 2 Menu Utama.....	98
Gambar 4. 3 AR Camera.....	100
Gambar 4. 4 Materi	101
Gambar 4. 5 Quiz	103
Gambar 4. 6 Panduan	104
Gambar 4. 7 Credit.....	106
Gambar 4. 8 Marker topologi star	107
Gambar 4. 9 Marker Topologi Bus	108
Gambar 4. 10 Marker Topologi Ring.....	109
Gambar 4. 11 Marker Topologi Mesh	109
Gambar 4. 12 Marker Topologi Tree	110
Gambar 4. 13 Marker Topologi Hybrid	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penelitian.....	141
Lampiran 2 Surat Selesai Penelitian	142
Lampiran 3 Surat Permohonan Validasi Ahli Media I.....	143
Lampiran 4 Surat Permohonan Validasi Ahli Media II	145
Lampiran 5 Marker-Based AR Topologi	147
Lampiran 6 Kisi-kisi Instrumen Ahli Media.....	149
Lampiran 7 Kisi-kisi Instrumen Ahli Materi	150
Lampiran 8 Kisi-kisi Instrumen Respon Pengguna	151
Lampiran 9 Kisi-kisi Soal Pre-test	152
Lampiran 10 Kisi-kisi Soal Post-test	153
Lampiran 11 Angket Validasi Ahli Media I	154
Lampiran 12 Angket Validasi Ahli Media II	157
Lampiran 13 Angket Validasi Ahli Materi I.....	160
Lampiran 14 Angket Validasi Ahli Materi II.....	163
Lampiran 15 Angket Respon Pengguna.....	166
Lampiran 16 Soal Pre-Test	169
Lampiran 17 Post-Test	171
Lampiran 18 Kartu Bimbingan Dosen Pembimbing 1.....	173
Lampiran 19 Kartu Bimbingan Dosen Pembimbing 2.....	175
Lampiran 20 Surat Selesai Bimbingan.....	177
Lampiran 21 Dokumentasi.....	178

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat menuntut dunia pendidikan untuk terus menyesuaikan diri, terutama dalam penggunaan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik generasi digital. Pada mata pelajaran jaringan komputer, khususnya materi topologi jaringan, siswa sering mengalami kesulitan karena konsep yang bersifat abstrak. Penyampaian materi yang masih mengandalkan gambar dua dimensi, diagram statis, atau penjelasan lisan sering kali belum mampu membantu siswa memahami bagaimana perangkat jaringan saling terhubung, bagaimana aliran data terjadi, serta bagaimana struktur topologi jaringan bekerja secara nyata. Penelitian Adi et al., (2024) mengemukakan bahwa materi jaringan komputer membutuhkan media pembelajaran yang lebih konkret untuk mengatasi keterbatasan representasi visual tersebut.

Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran jaringan komputer menunjukkan bahwa keterbatasan fasilitas tersebut berdampak langsung pada proses pembelajaran siswa. Guru menyampaikan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami jenis-jenis topologi jaringan, cara kerja masing-masing topologi, serta alur komunikasi data antar perangkat. Minimnya kesempatan praktik membuat siswa hanya mempelajari topologi jaringan secara teoretis, tanpa didukung visualisasi yang jelas mengenai struktur jaringan dalam kondisi nyata. Kondisi ini sejalan dengan temuan Wulandari et al., (2025) dan Dalifa et al., (2025) yang menegaskan bahwa

keterbatasan sarana praktikum merupakan salah satu faktor utama rendahnya kompetensi siswa pada bidang jaringan komputer.

Berdasarkan data hasil evaluasi pembelajaran yang diperoleh dari guru mata pelajaran TIK di SMP Ar Roudloh, diketahui bahwa rata-rata nilai siswa kelas VIII pada materi topologi jaringan masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sekolah, yaitu 70. Dari satu kelas yang mengikuti evaluasi, hanya sekitar 30% siswa yang mencapai ketuntasan belajar, sedangkan sebagian besar siswa lainnya belum mampu mengidentifikasi bentuk topologi jaringan dan menjelaskan alur komunikasi data secara tepat. Data ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep topologi jaringan masih tergolong rendah dan membutuhkan dukungan media pembelajaran yang lebih konkret dan visual.

Tantangan dalam pembelajaran ini semakin terasa dengan kondisi laboratorium jaringan di sekolah. Berdasarkan hasil observasi awal di SMP Ar Roudloh, fasilitas laboratorium yang tersedia belum mampu mendukung pembelajaran praktik jaringan komputer secara optimal. Laboratorium hanya dilengkapi dengan 8 unit komputer aktif, 1 *router*, dan 1 *switch* yang harus digunakan oleh satu kelas. Selain itu, terdapat berbagai kendala lain, seperti perangkat yang tidak berfungsi dengan baik, kabel jaringan yang sering mengalami kerusakan, belum tersedianya *access point*, serta ketiadaan server untuk kegiatan praktikum. Keterbatasan perangkat tersebut menyebabkan siswa memiliki kesempatan praktik yang sangat terbatas,

sehingga pembelajaran topologi jaringan sering kali tidak dapat dilakukan secara langsung.

Simulasi jaringan seperti *Cisco Packet Tracer* atau GNS3 memang dapat digunakan sebagai alternatif pembelajaran tanpa perangkat fisik. Namun kedua media tersebut membutuhkan kompetensi teknis yang relatif tinggi bagi siswa tingkat menengah pertama, sehingga sering kali menimbulkan hambatan baru dalam proses belajar. Selain itu, simulasi tersebut tetap bersifat abstrak karena tidak menghadirkan pengalaman visual tiga dimensi yang menyerupai kondisi nyata. Rohandi et al., (2024) menyatakan bahwa penggunaan media berbasis 3D diperlukan untuk membantu mengurangi beban kognitif siswa pada materi jaringan yang kompleks dan memerlukan kemampuan visualisasi spasial.

Teknologi *Augmented Reality* (AR) menawarkan potensi besar dalam mengatasi kendala tersebut. AR dapat menampilkan objek virtual seperti perangkat jaringan dan model topologi ke dalam lingkungan nyata melalui kamera *smartphone* sehingga siswa dapat belajar secara lebih interaktif dan kontekstual. Penelitian Andrian et al., (2023) menunjukkan bahwa AR efektif membantu siswa memahami konsep yang bersifat kompleks, sedangkan Syafitra et al., (2025) melaporkan bahwa penggunaan AR meningkatkan motivasi belajar serta pemahaman siswa. Penelitian internasional seperti Hamzah et al., (2021) dan Rodriguez-Saavedra et al., (2025) juga memperkuat bukti bahwa AR mampu menurunkan beban kognitif dan meningkatkan performa belajar.

Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada pengenalan perangkat jaringan secara individual, seperti *router*, *switch*, dan kabel, tanpa memberikan visualisasi hubungan antar perangkat secara menyeluruh. Belum banyak media AR yang mampu menyajikan bentuk-bentuk topologi jaringan secara lengkap, menampilkan struktur hubungan antarnode, serta memvisualisasikan alur data secara dinamis

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada pengembangan media *Augmented Reality* yang tidak hanya menampilkan perangkat jaringan secara individual, tetapi juga memvisualisasikan topologi jaringan secara menyeluruh, hubungan antar perangkat, serta animasi alur komunikasi data. Media ini dirancang sebagai laboratorium virtual konseptual yang berfokus pada pemahaman struktur dan karakteristik topologi jaringan, bukan sebagai laboratorium konfigurasi jaringan teknis. Selain itu, penelitian ini secara khusus diterapkan pada konteks pembelajaran siswa SMP yang masih berada pada tahap pengenalan konsep dasar jaringan komputer.

Kekosongan tersebut menunjukkan kebutuhan untuk menghadirkan media pembelajaran baru yang mampu menjembatani keterbatasan fasilitas laboratorium sekaligus membantu siswa memahami materi secara lebih konkret. Oleh karena itu, dikembangkan sebuah media pembelajaran berupa *AR-Based Virtual Network Lab* sebagai solusi untuk menjembatani keterbatasan fasilitas laboratorium sekaligus membantu siswa memahami materi topologi jaringan secara lebih konkret. *Virtual Network Lab* dalam penelitian ini dimaknai sebagai laboratorium *virtual* yang bersifat konseptual, yaitu media pembelajaran yang menekankan visualisasi 3D dan

interaksi pengguna untuk membantu pemahaman konsep topologi jaringan, bukan sebagai media simulasi konfigurasi jaringan seperti pengaturan IP *address*, *routing*, atau penggunaan *Command Line Interface* (CLI).

Dalam proses pengembangannya, penelitian ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) karena model ini memberikan alur yang sistematis, terstruktur, dan mudah diterapkan pada penelitian pengembangan media pembelajaran. Tahap *Analysis* memastikan bahwa produk dikembangkan berdasarkan kebutuhan nyata siswa dan kondisi laboratorium SMP Ar Roudloh. Tahap *Design* dan *Development* memungkinkan perancangan visualisasi topologi serta animasi alur data secara akurat dan terstandar. Sementara tahap *Implementation* dan *Evaluation* berfungsi untuk menguji kelayakan serta efektivitas media terhadap pemahaman siswa. Dengan demikian, pemilihan model ADDIE sejalan dengan tujuan penelitian, yaitu menghasilkan produk yang layak sekaligus terbukti efektif digunakan dalam pembelajaran.

Berdasarkan keseluruhan permasalahan, kondisi empiris, dan kajian penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran topologi jaringan masih menghadapi kendala besar, baik dari sisi abstraksi konsep, rendahnya fasilitas laboratorium, maupun ketidaksesuaian media pembelajaran yang tersedia. Pengembangan aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* menjadi solusi potensial untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih konkret, interaktif, dan efektif bagi siswa SMP Ar Roudloh. Melalui penelitian dan pengembangan ini diharapkan dapat diperoleh produk media berbasis AR yang layak, bermanfaat, serta mampu

meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep dan struktur topologi jaringan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan kesenjangan yang telah diidentifikasi mengenai kebutuhan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* serta pentingnya peningkatan pemahaman siswa terhadap topologi jaringan di SMP Ar Roudloh, maka penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* menggunakan model ADDIE sebagai media pembelajaran topologi jaringan bagi siswa kelas VIII di SMP Ar Roudloh?
2. Bagaimana tingkat kelayakan aplikasi berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media, serta bagaimana tingkat kepraktisan aplikasi berdasarkan respon siswa pada uji coba?
3. Bagaimana efektivitas aplikasi dalam meningkatkan pemahaman topologi jaringan berdasarkan perbandingan skor *pretest-posttest* dan analisis N-Gain?

C. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan dan untuk memberikan arah yang jelas dalam pengembangan serta pengujian aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab*, maka tujuan dari penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan proses pengembangan aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* menggunakan model ADDIE sebagai media pembelajaran topologi jaringan bagi siswa kelas VIII di SMP Ar Roudloh.
2. Mengetahui tingkat kelayakan dan kepraktisan aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* sebagai media pembelajaran topologi jaringan berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, dan respon siswa pada uji coba terbatas.
3. Menganalisis efektivitas penggunaan aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* dalam meningkatkan pemahaman topologi jaringan siswa kelas VIII di SMP Ar Roudloh.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini memberikan manfaat teoretis dengan memperkuat kajian tentang penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam pengembangan media pembelajaran, khususnya untuk membantu memvisualisasikan materi jaringan komputer yang bersifat abstrak. Melalui visualisasi 3D dan animasi alur data, konsep topologi jaringan dapat ditampilkan secara lebih jelas dan nyata. Penyajian materi dalam bentuk visual dan animasi ini membantu mengurangi beban berpikir siswa, sehingga informasi lebih mudah dipahami dan tidak terasa terlalu rumit.

Pengurangan beban berpikir (*cognitive load*) pada siswa melalui visualisasi 3D dan animasi alur data sejalan dengan kerangka *Cognitive Load Theory* yang menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif

apabila beban kognitif yang tidak relevan (*extraneous load*) dapat diminimalkan. Dengan menampilkan struktur topologi jaringan dan alur komunikasi data secara visual, media berbasis AR membantu siswa memusatkan perhatian pada pemahaman konsep inti tanpa harus membayangkan struktur jaringan secara abstrak.

Penggunaan visualisasi 3D dan animasi juga mendukung proses belajar siswa karena mereka dapat melihat langsung hubungan antar perangkat jaringan serta alur komunikasi data secara bertahap. Dengan cara ini, siswa tidak hanya menerima penjelasan secara teori, tetapi juga dapat membangun pemahaman melalui tampilan visual yang interaktif.

Kondisi tersebut sejalan dengan prinsip *Dual Coding Theory* yang menekankan bahwa informasi akan lebih mudah dipahami dan diingat ketika disajikan melalui kombinasi representasi verbal dan visual. Selain itu, penyajian materi dalam bentuk teks singkat, visual 3D, dan animasi juga mendukung prinsip *Multimedia Learning* yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis multimedia dapat meningkatkan pemahaman apabila dirancang secara terstruktur dan relevan dengan tujuan pembelajaran.

Selain itu, penelitian ini turut memperkaya kajian tentang pengembangan media pembelajaran dengan pendekatan *Research and Development* (R&D) menggunakan model ADDIE. Penelitian ini menunjukkan bahwa setiap tahap ADDIE, mulai dari analisis hingga evaluasi, dapat diterapkan secara terstruktur untuk menghasilkan media pembelajaran berbasis teknologi. Dengan demikian, penelitian ini tidak

hanya menambah pemahaman teoretis mengenai pemanfaatan AR dalam pembelajaran, tetapi juga dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan media pembelajaran serupa.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Siswa

Memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan interaktif melalui penggunaan aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab*. Dengan aplikasi ini, siswa dapat melihat dan mempelajari struktur topologi jaringan, alur komunikasi antar perangkat, serta fungsi komponen jaringan dalam bentuk tampilan 3D. Siswa dapat berinteraksi langsung dengan model jaringan sehingga pemahaman mereka terhadap materi topologi jaringan menjadi lebih baik dibandingkan jika hanya belajar melalui gambar 2D atau penjelasan teori.

b. Bagi Guru

Manfaat praktis bagi guru sebagai alat bantu pembelajaran yang memudahkan penjelasan materi topologi jaringan yang bersifat abstrak. Melalui visualisasi 3D dan animasi alur komunikasi data, guru dapat menjelaskan hubungan antar perangkat jaringan secara lebih konkret, sistematis, dan mudah dipahami oleh siswa. Aplikasi ini juga berfungsi sebagai alternatif laboratorium virtual konseptual ketika keterbatasan perangkat fisik menghambat pelaksanaan praktikum, sehingga pembelajaran tetap dapat berlangsung secara

visual dan interaktif. Selain itu, penggunaan aplikasi ini membantu guru menyusun alur pembelajaran yang lebih terstruktur, mulai dari pengenalan konsep, eksplorasi visual topologi jaringan, hingga diskusi dan penguatan pemahaman siswa, tanpa harus bergantung sepenuhnya pada ketersediaan sarana laboratorium jaringan.

c. Bagi Sekolah

Mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium jaringan. Sekolah tetap dapat menyediakan pengalaman praktik yang bermutu meskipun jumlah perangkat jaringan nyata terbatas, sehingga kualitas pembelajaran meningkat tanpa memerlukan biaya besar untuk pengadaan peralatan fisik.

d. Bagi Pengembang Media

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan referensi dan model pengembangan media berbasis AR di bidang jaringan komputer, khususnya terkait memvisualisasikan topologi jaringan secara menyeluruh. Produk ini dapat dijadikan dasar pengembangan aplikasi AR lainnya di bidang teknik komputer dan jaringan.

e. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menyediakan data empiris tentang efektivitas *Augmented Reality* dalam meningkatkan pemahaman topologi jaringan dan dapat dijadikan landasan untuk penelitian lanjutan terkait peningkatan hasil belajar, pengembangan fitur simulasi data, atau integrasi AR dengan perangkat *IoT* dalam pembelajaran jaringan komputer.

E. Spesifikasi Produk

Dalam penelitian ini, diharapkan dapat dikembangkan sebuah media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* yang diterapkan pada mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) kelas VIII yang layak digunakan dalam proses pembelajaran. Spesifikasi produk dari media yaitu :

1. Materi

Materi yang disajikan dalam media pembelajaran ini meliputi topologi jaringan komputer pada mata pelajaran TIK kelas VIII SMP Ar Roudloh. Materi mencakup pengertian topologi jaringan, jenis-jenis topologi jaringan (topologi *bus*, *star*, *ring*, *mesh*, dan *tree*), serta ciri-ciri dan fungsi masing-masing topologi dalam suatu jaringan komputer. Materi disusun sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di SMP dan bertujuan untuk membantu siswa memahami konsep topologi jaringan secara visual dan interaktif melalui media *Augmented Reality*.

2. Media

Media pembelajaran yang dikembangkan merupakan aplikasi simulasi berbasis *Augmented Reality* yang menggabungkan visualisasi topologi jaringan komputer dengan teknologi digital interaktif. Aplikasi ini menampilkan objek jaringan dalam bentuk model tiga dimensi (3D) yang muncul secara *real-time* melalui kamera *smartphone*.

3. Pengguna

Media simulasi *Augmented Reality* ini dirancang untuk digunakan oleh guru sebagai media bantu pembelajaran dan oleh siswa sebagai

sarana belajar mandiri maupun terbimbing dalam memahami konsep topologi jaringan komputer.

4. Rancangan

Aplikasi *Augmented Reality* yang dikembangkan menggunakan resolusi 720p (1280×720 piksel) dengan aspek rasio 16:9 yang merupakan resolusi standar pada berbagai perangkat *smartphone*. Aplikasi terdiri atas tiga scene, yaitu scene menu utama sebagai tampilan awal aplikasi, scene menu materi topologi jaringan sebagai penyusun isi aplikasi, dan scene kamera *Augmented Reality* yang digunakan untuk memindai marker. Marker yang digunakan berupa maket atau gambar topologi jaringan yang dipindai melalui kamera *smartphone* untuk menampilkan objek topologi jaringan komputer dalam bentuk tiga dimensi.

5. Objek Simulasi

Objek simulasi dalam media ini berupa model tiga dimensi topologi jaringan komputer, yang menampilkan perangkat jaringan seperti komputer, switch, hub, router, dan kabel jaringan, sesuai dengan jenis topologi yang dipelajari. Objek 3D dirancang untuk memberikan gambaran visual yang jelas mengenai susunan dan hubungan antarperangkat dalam suatu topologi jaringan.

6. Perangkat

Perangkat yang digunakan untuk menjalankan aplikasi adalah *smartphone* berbasis Android, yang mendukung kamera dan teknologi

Augmented Reality. Aplikasi dirancang agar dapat dijalankan pada berbagai seri *smartphone* Android secara umum.

F. Definisi Operasional

Dalam penelitian pengembangan ini, definisi operasional digunakan untuk memberikan batasan yang jelas terhadap variabel-variabel yang diteliti sehingga setiap konsep dapat diukur secara sistematis dan objektif. Penelitian ini berfokus pada variabel media pembelajaran berupa aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* sebagai variabel bebas, serta variabel terikat yang meliputi kelayakan media, pemahaman konsep topologi jaringan, dan efektivitas media. Selain itu, terdapat variabel pendukung berupa konten materi topologi jaringan dan model ADDIE sebagai kerangka pengembangan.

Setiap variabel dijabarkan ke dalam indikator yang dapat diobservasi dan diukur menggunakan instrumen penelitian yang sesuai. Penilaian kelayakan media dilakukan menggunakan angket dengan skala *Likert* 1–5 yang mencakup aspek tampilan, interaktivitas, *usability*, dan kesesuaian materi. Pemahaman konsep siswa diukur melalui tes objektif pretest dan posttest yang disusun berdasarkan indikator pemahaman topologi jaringan. Efektivitas media dinilai berdasarkan peningkatan pemahaman siswa yang dianalisis melalui nilai N-Gain, persentase ketuntasan belajar, dan *effect size*. Definisi operasional ini menjadi dasar penyusunan instrumen penelitian serta pedoman analisis data untuk memastikan konsistensi dan keakuratan hasil penelitian.

Tabel 1. 1 Skala *Likert*

Skor	Kategori Penilaian
5	Sangat Layak
4	Layak
3	Cukup Layak
2	Kurang Layak
1	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sugiyono, 2022)

Tabel 1. 2 Definisi Operasional

N o	Variabel	Jenis Variabel	Definisi Operasional	Indikator	Instrumen & Alat Ukur	Skala
1	Media AR- Based Virtual Network Lab	Variabel Bebas (X)	Media pembelajaran berbasis <i>Augmented Reality</i> yang dikembangkan peneliti untuk memvisualisasikan perangkat dan topologi jaringan komputer dalam bentuk 3D interaktif.	Visualisasi topologi, animasi alur data, interaksi pengguna	Observasi penggunaan media	<i>Likert</i> 1–5
2	Kelayakan Media	Variabel Terikat (Y1)	Tingkat kesesuaian dan kualitas media sebagai sarana pembelajaran topologi jaringan.	Tampilan, interaktivitas, <i>usability</i> , kesesuaian materi	Angket ahli materi, ahli media, dan siswa	<i>Likert</i> 1–5

3	Pemahaman Konsep Topologi Jaringan	Variabel Terikat (Y2)	Kemampuan siswa memahami bentuk, fungsi, karakteristik, dan alur kerja topologi jaringan setelah menggunakan media AR.	Pemahaman bentuk topologi, fungsi, dan alur data	Tes objektif pretest–posttest	Interval (0-4)
4	Efektivitas Media	Variabel Terikat (Y3)	Tingkat keberhasilan media dalam meningkatkan pemahaman konsep topologi jaringan siswa.	Peningkatan skor belajar, ketuntasan belajar, kekuatan pengaruh media	Analisis N-Gain, persentase ketuntasan, effect size	N-Gain (0–1)
5	Topologi Jaringan (Konten Materi)	Variabel Pendukung	Materi pembelajaran yang divisualisasikan dalam media AR.	Topologi <i>bus</i> , <i>star</i> , <i>ring</i> , <i>mesh</i> , dan <i>tree</i>	Dokumen materi	<i>Likert</i> 1–5
6	Model ADDIE	Metode / Proses	Model pengembangan media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian.	Tahapan <i>Analysis</i> , <i>Design</i> , <i>Development</i> , <i>Implementation</i> , <i>Evaluation</i>	Dokumentasi pengembangan	<i>Likert</i> 1–5

G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan

Asumsi pengembangan merupakan kondisi awal yang diasumsikan benar agar proses perancangan, pengembangan, dan pengujian aplikasi dapat dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian. Asumsi ini bukan merupakan keterbatasan penelitian, melainkan landasan operasional yang digunakan untuk memastikan bahwa pengembangan media

pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat berjalan dalam kondisi yang terkontrol dan ideal.

Pengembangan aplikasi *AR-Based Virtual Network Lab* diasumsikan dilakukan pada perangkat Android yang telah mendukung ARCore sehingga fitur pemindaian permukaan dan penampilan objek 3D dapat berfungsi secara optimal. Aplikasi diasumsikan digunakan pada lingkungan dengan pencahayaan yang memadai karena teknologi *Augmented Reality* membutuhkan kondisi cahaya yang cukup untuk mendeteksi bidang datar secara akurat. Untuk meminimalkan kendala yang mungkin muncul akibat perbedaan kondisi lingkungan, aplikasi dilengkapi dengan panduan penggunaan yang memberikan arahan mengenai kondisi pencahayaan yang disarankan, serta guru diarahkan untuk menyesuaikan kondisi kelas sebelum aplikasi digunakan dalam pembelajaran.

Selain itu, pengguna aplikasi diasumsikan memiliki kemampuan dasar dalam mengoperasikan perangkat *smartphone*, seperti melakukan navigasi antarmuka, menekan tombol, serta menggunakan gesture dasar. Untuk mengantisipasi perbedaan tingkat kemampuan siswa dan keterbatasan perangkat yang mendukung ARCore, sebelum penggunaan aplikasi dilakukan sesi orientasi singkat mengenai cara penggunaan aplikasi, dan pembelajaran dapat dilaksanakan secara bergantian atau berkelompok. Aplikasi juga diasumsikan digunakan oleh siswa yang telah memperoleh materi dasar perangkat jaringan, sehingga fokus pembelajaran diarahkan pada pemahaman struktur dan

karakteristik topologi jaringan, bukan pada pengenalan perangkat dari awal.

2. Keterbatasan Pengembangan

Batasan dan keterbatasan pengembangan merupakan ruang lingkup yang secara sadar dibatasi oleh peneliti, sehingga hasil penelitian tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi ke semua konteks. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan media pembelajaran yang berfokus pada visualisasi topologi jaringan komputer. Aplikasi yang dikembangkan tidak mencakup fitur konfigurasi jaringan, seperti pengaturan IP *address*, *routing*, DHCP, penggunaan *Command Line Interface* (CLI), maupun simulasi komunikasi data secara teknis. Model 3D dan animasi alur data yang disajikan bersifat konseptual dan representatif, bertujuan membantu pemahaman konsep, bukan sebagai simulasi jaringan tingkat lanjut.

Dari sisi pengguna dan konteks implementasi, penelitian ini dibatasi pada siswa kelas VIII di SMP Ar Roudloh. Oleh karena itu, hasil kelayakan dan efektivitas media hanya merepresentasikan kondisi pembelajaran di sekolah tersebut, dengan karakteristik siswa, kesiapan guru, dan lingkungan belajar yang spesifik. Hasil penelitian tidak dapat digeneralisasi untuk sekolah lain dengan tingkat, kurikulum, atau kondisi pembelajaran yang berbeda.

Dari sisi perangkat, pengujian aplikasi dibatasi pada perangkat Android yang mendukung ARCore dan memiliki spesifikasi minimal RAM 3 GB. Hasil pengujian kelayakan dan efektivitas tidak

dimaksudkan untuk menggambarkan performa aplikasi pada perangkat dengan spesifikasi di bawah standar tersebut, karena keterbatasan perangkat dapat memengaruhi stabilitas AR, kualitas visual, dan kinerja aplikasi secara keseluruhan.

Selain itu, penggunaan aplikasi masih bersifat individual dan belum mendukung pembelajaran kolaboratif secara real-time. Teknologi AR yang digunakan juga memiliki keterbatasan pada kondisi lingkungan tertentu, seperti ruangan dengan pencahayaan rendah, permukaan mengkilap, atau ruang sempit yang dapat mengganggu proses deteksi bidang datar.

Materi pembelajaran dalam aplikasi dibatasi pada topologi dasar, yaitu *bus*, *star*, *ring*, *mesh*, dan *tree*. Topologi *hybrid* maupun skenario jaringan yang lebih kompleks belum menjadi cakupan penelitian ini.