

# Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pada Materi Topologi Jaringan Di SMA Negeri 1 Marisa

Mahmudin Latif<sup>1</sup>, Arip Mulyanto<sup>2</sup>, Sitti Suhada<sup>3</sup>, Tajuddin Abdillah<sup>4</sup>, Rampi Yusuf<sup>5</sup>, Muthia Muthia<sup>6</sup>, Muchlis Polin<sup>7</sup>, Lillyan Hadjaratie<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,6</sup>Prodi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Negeri Gorontalo

<sup>4,5,7,8</sup>Prodi Sistem Informasi, Universitas Negeri Gorontalo

\*email: [mahmudinlatif13@gmail.com](mailto:mahmudinlatif13@gmail.com)

## Abstract

The learning process in the Informatics subject at SMA Negeri 1 Marisa has primarily relied on media such as books, computers, LCD projectors, and PowerPoint presentations. As a result, some students experience difficulties in understanding the topic of network topology because the teacher's explanations are abstract, and the visualizations provided are only two-dimensional images. This issue forces students to imagine the forms of network topology on their own, thereby reducing their interest and understanding. Therefore, this study aims to develop augmented reality learning media for the topic of topology and evaluate the feasibility of this learning media. This research employs a Research and Development (R&D) method aligned with the 4-D model. The data collection techniques include four stages as follows: 1) observation and interviews, 2) black-box testing, 3) questionnaires, and 4) documentation. Validation is conducted by one material expert and two media experts, as well as through trials involving 32 students from Class XI-F of the Natural Science major at SMA Negeri 1 Marisa. The results show that the media is highly valid, with evaluation scores of 92% from the material expert, 92% and 84% from the media experts, and 89% from student responses. Therefore, this learning media is considered feasible for use in the learning process.

**Keywords:** augmented reality; 4-d; learning media

## Abstrak

Proses pembelajaran Informatika selama ini masih menggunakan media seperti buku, komputer, LCD proyektor, dan PowerPoint. Akibatnya, beberapa siswa mengalami kesulitan memahami materi topologi jaringan karena penjelasan yang diberikan guru bersifat abstrak dan visualisasi yang ditampilkan hanya berupa gambar dua dimensi. Hal ini membuat siswa harus membayangkan bentuk topologi jaringan secara mandiri, sehingga menurunkan minat dan pemahaman mereka. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis *augmented reality* untuk materi topologi jaringan dan menguji kelayakannya. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model *Four-D*. 4 teknik pengumpulan data yang digunakan: observasi dan wawancara, pengujian *blackbox*, angket, dan dokumentasi. Validasi dilakukan oleh 1 ahli materi dan 2 ahli media, serta uji coba pada 32 siswa kelas XI Sains F SMA Negeri 1 Marisa. Hasilnya, media dinyatakan sangat valid dengan persentase penilaian ahli materi 92%, ahli media masing-masing 92% dan 84%, serta tanggapan siswa sebesar 89%. Dengan demikian, media pembelajaran ini layak diterapkan dalam proses pembelajaran.

**Kata kunci:** augmented reality; 4-d; media pembelajaran

@ 2026 Information Technology Education FT UNG

## PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini berkembang memberikan dampak positif pada pembelajaran, dengan banyaknya media pembelajaran berbasis teknologi. Istilah teknologi pembelajaran muncul sebagai hasil dari hubungan erat antara teknologi pendidikan dan pembelajaran, yang memiliki tujuan dalam meningkatkan proses pembelajaran yang lebih efisien. Teknologi pada bidang pendidikan berkontribusi untuk

peningkatan kualitas pembelajaran pada setiap jenjang pendidikan, dari SD sampai pada perguruan tinggi, memberikan pengalaman belajar yang baru bagi siswa. Kombinasi antara teknologi dan peran pendidik menciptakan proses belajar yang lebih maju dibandingkan dengan beberapa tahun lalu (Miasari dkk., 2022).

Namun, berdasarkan hasil dari observasi di SMA Negeri 1 Marisa, proses pembelajaran yang umum dilakukan di sekolah masih mengandalkan media seperti buku, komputer, *LCD proyektor*, dan *PowerPoint*. Media ini hanya menyajikan visualisasi dua dimensi, sehingga siswa kesulitan membayangkan bentuk nyata dari model topologi jaringan. Siswa mengalami kesulitan untuk memahami materi topologi jaringan karena materi pembelajaran yang abstrak dan kurangnya media visual yang interaktif. Karena itu, tujuan penelitian yaitu mengembangkan media belajar berbasis AR yang dapat dijalankan melalui perangkat *android* tanpa penanda (*markerless*) untuk materi topologi jaringan dan menguji kelayakannya, sehingga memudahkan peserta didik untuk memahami bentuk dan juga fungsi dari berbagai model topologi jaringan.

AR merupakan salah satu bentuk dari teknologi *modern* dalam hal memadukan antara dunia nyata dengan objek digital secara interaktif melalui visualisasi tiga dimensi (3D) secara *real-time*. Dengan memanfaatkan AR, siswa dapat melihat bentuk topologi jaringan dalam bentuk 3D melalui perangkat seperti *smartphone*, sehingga proses pembelajaran jadi lebih interaktif dan menarik (Indra dkk., 2022).

Dalam dunia pendidikan sekarang, penggunaan teknologi informasi jadi suatu hal yang esensial untuk menciptakan pembelajaran yang menarik dan interaktif. Anggraini dkk. (2024) mengemukakan bahwa di SMPN 1 Sungai Limau, proses pembelajaran masih didominasi oleh metode konvensional yang menyebabkan kurangnya minat dan pengetahuan peserta didik pada materi IPA. Untuk mengatasi hal tersebut, media belajar berbasis AR dinilai mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik karena mampu menyajikan visualisasi tiga dimensi yang menarik dan mudah diakses melalui perangkat *smartphone*.

Senada dengan itu, Sugeha dkk. (2024) juga menyatakan bahwa penggunaan media AR dalam pembelajaran informatika di SMK 23 Maret Kotamobagu terbukti sangat efektif dan layak diterapkan sesuai hasil validasi ahli dan uji coba pengguna. Media AR tidak hanya membantu guru untuk menjelaskan materi dengan cara yang menarik, tetapi juga mendorong keaktifan peserta didik pada proses belajar. Karena itu, pengembangan media belajar berbasis AR perlu ditingkatkan untuk menjawab tantangan proses pembelajaran *modern* yang menuntut inovasi dan pemanfaatan teknologi secara optimal.

Lahiya dkk. (2021) juga menyatakan bahwa media belajar berbasis AR sangat layak digunakan dalam proses belajar mengajar, karena dapat meningkatkan daya tangkap peserta didik, mengatasi kekurangan alat belajar, dan meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar. AR adalah salah satu teknologi yang memungkinkan tampilan materi digital di dalam dunia nyata. *User* dapat melakukan interaksi dengan materi digital tersebut secara bersamaan dari layar *smartphone*. Oleh karena itu, pada pengembangan aplikasi, penting untuk mengaktifkan kamera AR. *Marker Based AR* adalah salah satu teknologi yang membantu menampilkan materi digital pada lingkungan nyata sesuai *marker*. *Marker* memiliki fungsi sebagai sistem rujukan yang menjadi penentu letak dan pergerakan dan penempatan dari objek digital. Dengan demikian, sistem AR perlu mengenali *marker* terlebih dahulu untuk memastikan letak dan orientasi dari objek digital yang akan tampil (Kusuma *et al.*, 2020).

## METODE

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Marisa, tepatnya di Jl. Trans Sulawesi Teratai, Kecamatan Marisa, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo. Subjek dari uji coba untuk penelitian yaitu siswa kelas XI Sains F yang akan berperan sebagai pengguna media pembelajaran berbasis AR.

Penelitian ini menerapkan metode pendekatan penelitian pengembangan yaitu R&D (*Research and Development*). Pendekatan ini digunakan karena tujuan penelitian adalah mengembangkan sebuah aplikasi media belajar berbasis *augmented reality*. Menurut Sugiyono (2016), R&D yaitu suatu metode dalam penelitian yang dipakai dengan tujuan membuat sesuatu produk tertentu dan menguji kelayakan produk tersebut. Pengembangan aplikasi media belajar yang berbasis AR akan dilakukan dengan mengikuti model dari pengembangan 4D yang dikembangkan oleh (Thiagarajan *et al.*, 1974).

(Djafar & Novian, 2021) menjelaskan bahwa model pengembangan 4D merupakan sebuah model yang sistematis. Salah satu keunggulan dari model 4D adalah lebih sesuai diterapkan sebagai dasar dalam pengembangan suatu perangkat belajar, bukan untuk pengembangan sistem pembelajaran. Model 4D terkait dengan empat tahap utama yang berhubungan yaitu *Define, Design, Develop, dan Disseminate*.

Teknik penelitian yang diterapkan dalam proses pengumpulan data yaitu observasi dan wawancara, *blackbox testing*, angket, dan dokumentasi. Instrumen angket dalam penelitian digunakan dengan tujuan untuk memperoleh validasi dari media belajar, yaitu untuk menilai kelayakan media sesuai hasil masukan dari ahli materi, ahli media, dan respon pengguna. Validasi dari ahli materi dan ahli media meliputi 5 poin penilaian (Sukardi, 2014). Data untuk menentukan besar persentase kelayakan materi dan media, secara sistematis menggunakan rumus persentase:

$$P = \frac{\sum x}{\sum x_1} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil persentase yang diperoleh dari validasi diklasifikasikan layak atau tidaknya suatu media berdasarkan Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Kelayakan.

Tabel 1. Klasifikasi Kelayakan

No.	Persentase	Kualifikasi	Kriteria Kelayakan
1.	84% - 100%	Sangat Valid	Tidak Revisi
2.	68% - 84%	Valid	Tidak Revisi
3.	52% - 68%	Cukup Valid	Perlu Revisi
4.	36% - 52%	Kurang Valid	Revisi
5.	20% - 36%	Sangat Kurang Valid	Revisi

Skala pengukuran untuk mengukur tingkat kelayakan media belajar yang diperoleh dari respon pengguna pada penelitian merupakan skala *likert*. Sugiyono (2009), menjelaskan skala *likert* ini dipakai dalam mengukur sikap, pendapat, dan persepsi dari orang atau sekelompok orang tentang fenomena *social* tertentu.

Data untuk memperoleh besar persentase kelayakan media, secara sistematis menggunakan rumus persentase berikut:

$$\text{Persentase kelayakan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor ideal}} \times 100\% \quad (2)$$

Pembagian rentang kriteria kelayakan media bisa diamati di Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Kelayakan Media

No.	Kategori	Persentase
1.	Sangat Layak	76% - 100%
2.	Layak	51% - 75%
3.	Kurang Layak	26% - 50%
4.	Tidak Layak	0% - 25%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Media Pembelajaran ini telah melalui proses pengembangan dengan menerapkan model 4D yang terdiri dari 4 tahap utama yaitu: pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*).

Kemudian dilakukan uji validasi menggunakan angket ahli media dan ahli materi serta sudah di ujicobakan pada 32 peserta didik kelas XI Sains F, SMA Negeri 1 Marisa.

Berikut rangkuman tahapan dari penelitian yang sudah dilakukan untuk uraian lebih lengkap bisa diamati pada Bab 4.

### 1. *Define*

#### a) Analisis Awal (*Front-end Analysis*)

Sesuai hasil dari wawancara langsung terhadap guru di SMA Negeri 1 Marisa, diketahui kurikulum yang diterapkan di sekolah ini yaitu Kurikulum Merdeka.

#### b) Analisa Peserta Didik (*Learner Analysis*)

Sesuai hasil observasi kelas yang sudah dilakukan kepada peserta didik kelas XI Sains F, diperoleh informasi bahwa siswa mengalami kesulitan untuk memahami konsep topologi jaringan karena keterbatasan visualisasi ditambah media pembelajaran dan juga metode ajar masih menerapkan metode ceramah.

#### c) Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa topik utama yang akan pelajari adalah materi topologi jaringan seperti topologi dengan sub-pokok materi yaitu *bus*, *ring*, *star*, *mesh*, dan *hibrida* yang diadaptasi dari buku pembelajaran

#### d) Analisis Kebutuhan Sistem

Adapun kebutuhan sistem operasi *android* yang dibutuhkan diuraikan sebagai berikut.

a) Minimal sistem operasi android versi 8.0 (*Nougat*)

b) Minimal kapasitas RAM yang akan digunakan adalah 3GB.

### 2. *Design*

#### a) Penyusunan Standar Tes (*Constructing Criterion-Referenced Test*)

Pada penelitian memakai instrumen angket. Jadi, validasi kelayakan media didapat dari hasil angket validasi media yang merupakan instrumen *non-test*.

#### b) Pemilihan Media (*Media Selection*)

Pengembangan media belajar ini menggunakan aplikasi *Unity 3D* versi 2022.3.9f1. Dengan beberapa aplikasi pendukung yaitu: *Blender 3D* untuk aplikasi pengolah objek 3D, dan *Adobe Photoshop cs6* untuk aplikasi pengolahan gambar.

c) Pemilihan Format (*Format Selection*)

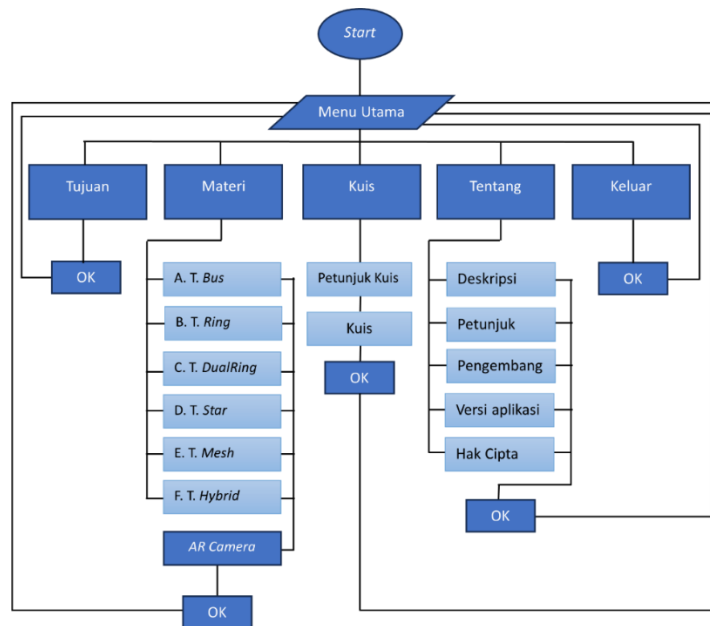
Format dari media belajar yang dibuat disesuaikan dari identifikasi keperluan media yang telah didapatkan di tahap *define* yaitu aplikasi *android* (.apk)

d) Rancangan Awal (*Initial Design*)

## 1. Antarmuka Pengguna

Desain antarmuka pengguna merupakan gambar rancangan tampilan aplikasi yang dibuat sebagai dasar untuk melakukan desain tampilan pada aplikasi. Terdiri dari 26 rancangan desain, dari a) Desain Halaman Menu Utama s/d z) Desain Halaman Keluar.

## 2. Alur Navigasi



Gambar 1. Alur Navigasi

## 3. Storyboard

Desain *storyboard* disusun sesuai dengan desain antarmuka pengguna terdiri dari 26 scene, dari scene 0 s/d scene 25.

3. *Develop*

## a) Pengembangan Media

1. Pendaftaran *Database*

Pada tahap ini, dilakukan pendaftaran pada *EasyAR Develop Portal*, kemudian meminta *sense authorization* atau *license key* yang akan dipakai pada aplikasi AR.

## 2. Pembuatan Objek 3D

Model topologi jaringan seperti *bus*, *ring*, *star*, *mesh*, dan *hibrida* dibuat menggunakan *Blender 3D* dengan tekstur dan animasi sederhana untuk memperjelas struktur jaringan.

## 3. Perancangan Aplikasi

Pada tahap ini peneliti menggabungkan semua *asset* dari desain *background*, desain tombol dan desain 3d model topologi jaringan yang sudah dibuat sebelumnya, dan melakukan pengembangan aplikasi AR sesuai dengan alur yang sudah ditetapkan pada *storyboard*, seperti memetakan *scene*, objek, tombol, membuat koneksi *database* dengan *license key*, melakukan pengaturan pada AR

*CAMERA* untuk objek 3d topologi jaringan tanpa *marker*. Selanjutnya, peneliti melakukan *build setting* aplikasi. Disini peneliti memilih melakukan *build* pada *android* sesuai dengan kebutuhan penelitian.

- b) Pengujian *Blackbox Testing*
  - 1) Pengujian tanpa *marker* (*markerless*)  
Pada tahapan dilakukan pengujian dari aplikasi apakah aplikasi yang dikembangkan tanpa menggunakan *marker* (*markerless*) dapat berfungsi untuk menampilkan objek digital 3 dimensi dan menentukan sudah sesuai atau tidak.
  - 2) Pengujian *interface* setiap menu  
Pada tahap ini dilakukan pengujian pada setiap menu yang terdapat pada aplikasi media belajar yang sudah dibuat apakah sudah sesuai atau tidak.
- c) Penilaian Ahli (*Expert Appraisal*)
  - 1) Validasi materi  
Validasi ahli materi didapatkan dari guru yang juga sebagai pengampu mata pelajaran Informatika di SMA Negeri 1 Marisa.
  - 2) Validasi media  
Penilaian validasi media didapatkan dari Dosen di Jurusan Teknik Informatika Universitas Negeri Gorontalo.
- d) Uji Coba Pengembangan (*Developmental Testing*)  
Pada tahapan ini aplikasi diujicobakan kepada peserta didik di SMA Negeri 1 Marisa Kelas Sains F, kemudian meminta peserta didik untuk mengisi angket untuk validasi respon pengguna.

#### 4. Disseminate

Hasil akhir pengembangan media belajar yang berbasis AR setelah melewati 3 tahap pengembangan dan sudah ditetapkan layak sesuai hasil dari penilaian ahli materi, ahli media dan respon peserta didik, kemudian aplikasi diserahkan kepada guru pengampu mapel Informatika di SMA Negeri 1 Marisa dan siap didistribusikan secara terbatas pada peserta didik kelas XI di sekolah tersebut.

#### Hasil

##### 1. Pengujian *Blackbox Testing*

Hasil pengujian *blackbox* untuk pengujian objek digital 3 dimensi tanpa *marker* bisa diamati pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Tanpa *Marker* dan Objek Digital 3D

Pengujian	Kasus dan Hasil Uji			Kesimpulan
	Hasil Diharapkan	Pengamatan	Hasil	
Menampilkan objek digital 3d topologi <i>bus</i>	Tanpa <i>marker</i> dapat menampilkan objek digital 3d dari topologi <i>bus</i>	Objek digital 3d dapat ditampilkan		Sesuai
Menampilkan objek digital 3d topologi <i>ring</i>	Tanpa <i>marker</i> dapat menampilkan objek digital 3d dari topologi <i>ring</i>	Objek digital 3d dapat ditampilkan		Sesuai
Menampilkan objek digital 3d topologi <i>dual-ring</i>	Tanpa <i>marker</i> dapat menampilkan objek digital 3d dari topologi <i>dual-ring</i>	Objek digital 3d dapat ditampilkan		Sesuai

Menampilkan objek digital 3d topologi <i>star</i>	Tanpa <i>marker</i> dapat menampilkan objek digital 3d dari topologi <i>star</i>	Objek digital 3d dapat ditampilkan	Sesuai
Menampilkan objek digital 3d topologi <i>mesh</i>	Tanpa <i>marker</i> dapat menampilkan objek digital 3d dari topologi <i>mesh</i>	Objek digital 3d dapat ditampilkan	Sesuai
Menampilkan objek digital 3d topologi <i>hibrida</i>	Tanpa <i>marker</i> dapat menampilkan objek digital 3d dari topologi <i>hibrida</i>	Objek digital 3d dapat ditampilkan	Sesuai

Hasil pengujian *blackbox* untuk pengujian *interface* dari setiap menu bisa diamati di Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian *Interface* setiap Menu

Pengujian	Hasil Diharapkan	Kasus dan Hasil Uji		Kesimpulan
		Pengamatan	Hasil	
Menu Tujuan Pembelajaran	Dapat masuk dan menampilkan <i>scene</i> tujuan pembelajaran dari materi topologi jaringan	Bisa masuk dan menampilkan <i>scene</i> tujuan pembelajaran materi topologi jaringan		Sesuai
Menu Materi	Dapat masuk <i>scene</i> materi dan dapat mengakses <i>button ARCamera</i> untuk menampilkan objek digital 3d dari topologi jaringan tanpa <i>marker</i>	Bisa masuk <i>scene</i> materi dan dapat mengakses <i>button ARCamera</i> untuk menampilkan objek digital 3d tanpa <i>marker</i>		Sesuai
Menu Kuis	Dapat masuk dan menampilkan <i>scene</i> soal kuis dari materi topologi jaringan	Bisa masuk dan menampilkan <i>scene</i> soal kuis		Sesuai
Menu Tentang	Dapat masuk dan menampilkan <i>scene</i> tentang	Bisa masuk dan menampilkan <i>scene</i> tentang		Sesuai
<i>Button</i> Menu Keluar	Dapat masuk dan menampilkan <i>scene</i> Keluar	Bisa masuk dan menampilkan <i>scene</i> pertanyaan ingin keluar dari aplikasi		Sesuai

2. Penilaian Ahli (*Expert Appraisal*)

## 1) Ahli Materi

Hasil validasi angket ahli materi dapat diamati pada Tabel 5.

Tabel 5. Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Kriteria	Skor				
			1	2	3	4	5
1	Kelayakan	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran					✓
		Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran					✓
		Konsistensi antara tujuan pembelajaran, indikator, materi dan soal evaluasi					✓
2	Akurasi dan Kejelasan Materi	Ketepatan cakupan materi					✓
		Kebenaran materi					✓
		Ketercernaan materi dan penyampaian yang logis				✓	
		Penyampaian materi yang runtut					✓
		Materi yang bermanfaat					✓
		Kedalaman materi				✓	
		Kepentingan materi				✓	
		Kemenarikan materi				✓	
		Kemudahan penyampaian materi				✓	
		Evaluasi untuk mengukur kemampuan siswa					✓
		Pemberian evaluasi yang berkesinambungan dari masing-masing sub-materi					✓
		Keterlibatan dan peran siswa dalam aktivitas belajar					✓
		Pemberian sumber belajar lain untuk kegiatan pembelajaran				✓	
3	Tampilan dan Desain	Konsep yang diberikan dapat diartikan dengan jelas				✓	
		Penggunaan bahasa yang tepat dan konsisten				✓	
		Kualitas penyampaian materi					✓
		Kualitas umpan balik (dapat memberikan motivasi kepada siswa)					✓
Jumlah Frekuensi						8	12
Jumlah Skor						32	60
Jumlah Total Skor						92	
Rata-Rata						4.6	
Persentase						92%	
Kriteria						Sangat Layak	

Melihat tabel penilaian validasi yang didapatkan dari ahli materi yaitu guru mata pelajaran informatika Ibu Virginiawaty Hs. Ahmad, S.Pd yaitu jumlah skor total 92 dari 100 dengan rata-rata 4.6 sehingga persentase yang diperoleh adalah 92%. Setelah dilakukan konversi menggunakan klasifikasi tingkat kelayakan materi, pada Tabel 1 memperoleh hasil kualifikasi sangat valid.

## 2) Ahli Media

Hasil validasi dari 2 orang ahli media bisa diamati di Tabel 6 dan 7 berikut.

Tabel 6. Validasi Ahli Media 1

No.	Aspek	Kriteria Penilaian	Skor				
			1	2	3	4	5
1	Tampilan	Teks bisa terbaca dengan baik				✓	
		Grafis <i>background</i>					✓
		Teks dan jenis huruf				✓	
		Grafis dan warna				✓	
		Gambar pendukung					✓
		Sajian animasi					✓
		Sajian audio					✓
		Suara jelas					✓
		Uraian materi jelas				✓	
		Petunjuk aplikasi jelas				✓	
		Kejelasan objek 3 dimensi					✓
		Visualisasi alur data					✓
		Kejelasan animasi					✓
2	Pemrograman	Penempatan tombol					✓
		Kemudahan pengoperasian aplikasi				✓	
Jumlah Frekuensi					6	9	
Jumlah Skor					24	45	
Jumlah Total Skor		69					
Rata-Rata		4.6					
Persentase		92%					
Kriteria		Sangat Valid					

Tabel 7. Validasi Ahli Media 2

No.	Aspek	Kriteria Penilaian	Skor				
			1	2	3	4	5
1	Tampilan	Teks bisa terbaca dengan baik				✓	
		Grafis <i>background</i>				✓	
		Teks dan jenis huruf				✓	
		Grafis dan warna				✓	
		Gambar pendukung				✓	
		Sajian animasi					✓
		Sajian audio				✓	
		Suara jelas				✓	
		Uraian materi jelas				✓	
		Petunjuk aplikasi jelas				✓	
		Kejelasan objek 3 dimensi					✓
		Visualisasi alur data					✓
		Kejelasan animasi				✓	
2	Pemrograman	Penempatan tombol				✓	
		Kemudahan pengoperasian aplikasi				✓	
Jumlah Frekuensi					12	3	
Jumlah Skor					48	15	
Jumlah Total Skor						63	
Rata-Rata		4.2					
Persentase		84%					
Kriteria		Sangat Valid					

Melihat tabel hasil validasi dari ahli media pertama yaitu Bapak Eka Vickraien Dangkoa, S.Kom., M.Kom yaitu jumlah skor total 69 dari 75 dengan rata-rata 4.6 sehingga persentase yang diperoleh adalah 92%. Setelah dilakukan konversi

menggunakan skala pengukuran, pada Tabel 1 menunjukkan hasil dengan kriteria sangat valid. Serta hasil validasi yang diperoleh dari ahli media kedua Bapak Dr. Dian Novian, S.Kom., M.Kom., MT yaitu skor total 63 dari 75 dengan rata-rata 4.2 sehingga persentase yang diperoleh adalah 84%. Setelah dilakukan konversi menggunakan skala pengukuran, pada Tabel 1 menunjukkan hasil dengan kriteria sangat valid.

### 3. Uji Coba Pengembangan (*Developmental Testing*)

Pada tahapan ini aplikasi diujicobakan kepada peserta didik di SMA Negeri 1 Marisa Kelas Sains F, kemudian meminta peserta didik untuk mengisi angket untuk validasi respon pengguna. Berdasarkan hasil validasi terdapat beberapa kriteria penilaian yaitu tampilan dan desain, dan akurasi dan kejelasan materi.

Hasil validasi yang diperoleh dari respon pengguna bisa diamati di Tabel 8.

Tabel 8. Respon Peserta Didik

No.	Aspek	Kriteria Penilaian	Skor				
			1	2	3	4	5
1	Tampilan dan Desain	Kejelasan petunjuk penggunaan aplikasi				1	31
		Keterbacaan teks				30	2
		Kualitas penampilan gambar			1	29	2
		Sajian animasi			1	29	2
		Komposisi warna				31	1
		Ketepatan pemilihan <i>background</i>				31	1
		Desain media belajar berbasis AR yang digunakan menarik				28	4
		Navigasi				6	26
2	Akurasi dan Kejelasan Materi	Kejelasan tujuan pembelajaran			2	7	23
		Kejelasan petunjuk belajar				30	2
		Kemudahan dalam memahami kalimat pada teks			1	11	20
		Kemudahan memahami materi pembelajaran			1	19	12
		Ketepatan urutan penyajian				18	14
		Kecakupan evaluasi				5	27
		Media belajar dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan				6	26
		Umpan balik jelas				2	30
		Meningkatkan minat belajar					32
		Jumlah Frekuensi				6	283
Jumlah Skor				18	1132	1275	
Jumlah Total Skor				2425			
Rata-Rata				4.45			
Persentase				89%			
Kriteria				Sangat Layak			

Hasil dari respon peserta didik sebanyak 32 siswa yaitu skor total 2425 dari 2720 dengan rata-rata 4.45 sehingga persentase yang diperoleh adalah 89%. Setelah dilakukan konversi menggunakan skala *likert*, pada Tabel 2 menunjukkan hasil dengan kriteria sangat layak.

### Pembahasan

Penelitian yang berjudul Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* Pada Materi Topologi Jaringan Di SMA Negeri 1 Marisa, bertujuan untuk mengembangkan media belajar menggunakan teknologi yang berbasis AR khusus pada materi topologi jaringan, serta menguji kelayakannya. Untuk mencapai tujuan ini, media

belajar ini dikembangkan dengan menggunakan metode R&D dengan model pengembangan 4D yang terdiri atas beberapa tahapan pengembangan yaitu Definisi (*Define*), Desain (*Design*), Pengembangan (*Develop*), dan Penyebaran (*Disseminate*).

Masalah utama yang menjadi latarbelakang dari penelitian ini yaitu rendahnya pemahaman siswa terhadap bentuk topologi jaringan komputer, yaitu salah satu materi dalam mata pelajaran Informatika. Materi ini cenderung bersifat abstrak karena disampaikan dalam bentuk dua dimensi melalui buku teks atau media presentasi. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan bentuk dan koneksi dari masing-masing jenis topologi seperti topologi *bus*, *ring*, *dual-ring*, *star*, *mesh* dan *hibrida*. Ketika siswa tidak mampu membayangkan bagaimana bentuk fisik dari suatu topologi, maka pemahaman terhadap fungsi dan karakteristik masing-masing topologi juga menjadi tidak optimal. Penelitian ini hadir untuk menjawab permasalahan tersebut melalui pengembangan media pembelajaran berbasis AR, yang memungkinkan siswa melihat representasi topologi jaringan secara tiga dimensi. Dengan menggunakan AR, siswa dapat mengamati bentuk topologi dari berbagai sudut pandang, memperbesar atau memperkecil objek, serta mengamati bagaimana perangkat-perangkat jaringan saling terhubung dalam suatu sistem. Hal ini sangat membantu dalam memperjelas konsep yang sebelumnya hanya bersifat teoritis menjadi lebih konkret.

Pengembangan media pembelajaran berbasis AR ini yaitu metode R&D dengan model 4D karena pendekatan ini memungkinkan proses yang sistematis dalam menghasilkan produk media pembelajaran yang efektif. Menurut Thiagarajan, *et al.* (1974), model 4D dirancang khusus untuk mengembangkan perangkat pembelajaran melalui empat tahap utama, yakni: *Define* (analisis kebutuhan dan perumusan tujuan), *Design* (perancangan media dan strategi pembelajaran), *Develop* (pengembangan dan validasi produk), serta *Disseminate* (penyebaran dan implementasi). Tahapan ini sangat sesuai untuk pengembangan media AR karena memungkinkan penyesuaian berkelanjutan berdasarkan umpan balik dan uji coba, sehingga produk akhir dapat lebih optimal dalam mendukung proses pembelajaran (Sugiyono, 2016). Dengan demikian, penggunaan metode R&D model 4D dapat menjamin kualitas, relevansi, dan efektivitas media pembelajaran berbasis AR secara menyeluruh.

Selain menyelesaikan permasalahan pemahaman siswa, penelitian ini juga menjawab keterbatasan dari penelitian-penelitian terdahulu dalam bidang yang sama. Media pembelajaran berbasis AR pada penelitian terdahulu umumnya masih menggunakan *marker* sebagai penanda untuk menampilkan objek tiga dimensi. Penggunaan *marker* memiliki kekurangan, seperti ketergantungan pada pencahayaan yang baik, keterbatasan sudut pandang kamera, serta kurang fleksibel saat digunakan di berbagai kondisi ruang kelas. Dalam penelitian ini, media dikembangkan dengan teknologi *markerless* AR, yang tidak memerlukan penanda fisik (tanpa *marker*) untuk memunculkan objek topologi jaringan. Dengan demikian, pengguna cukup menggunakan kamera perangkat untuk menampilkan objek AR langsung di lingkungan sekitar tanpa penanda khusus. Inovasi ini memberikan keunggulan dalam hal kemudahan penggunaan, pengalaman belajar yang lebih imersif dan menghemat penggunaan kertas karena media yang dikembangkan tidak lagi menggunakan *marker*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan solusi atas permasalahan pemahaman konsep abstrak, tetapi juga menjadi pengembangan yang lebih maju dari bidang teknologi jika dibandingkan dengan media AR pada penelitian sebelumnya.

## SIMPULAN

Sesuai hasil akhir dari penelitian yang sudah didapatkan dari pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* pada materi topologi jaringan di SMA Negeri 1 Marisa, maka disimpulkan:

1. Media belajar ini dikembangkan menggunakan metode R&D dengan menerapkan model pengembangan 4D yang terdiri atas 4 tahap yaitu: tahap *define*, tahap *design*, tahap *develop*, dan tahap *disseminate*. Media ini dikembangkan dengan software *Unity 3D* dengan basis sistem operasi *Android* sehingga dapat dengan mudah didistribusikan dan dipakai oleh peserta didik.
2. Media belajar yang berbasis AR pada materi topologi jaringan ini valid untuk digunakan disekolah, hasil pengujian *Blackbox Testing* memperlihatkan bahwa semua fungsi-fungsi komponen pada media belajar AR berjalan dengan sangat baik. Selanjutnya, sesuai dengan hasil validasi dari 3 ahli yaitu 1 orang ahli materi dan 2 ahli media, dengan hasil persentase berturut-turut 92%, 92%, dan 84% dengan hasil kriteria sangat valid. Hasil respon peserta didik pada media belajar yang dikembangkan menggunakan teknologi yang berbasis AR pada materi topologi jaringan ini sangat layak, didapatkan hasil persentase 89% yang termasuk kriteria sangat layak.

Sesuai hasil penilaian yang sudah didapatkan tersebut, maka diambil kesimpulan bahwa media belajar yang berbasis AR pada materi topologi jaringan di SMA Negeri 1 Marisa layak diterapkan pada proses belajar di sekolah.

Beberapa saran peneliti dari penelitian ini untuk peneliti lain dalam hal pengembangan media belajar yang berbasis *Augmented Reality* (AR) yaitu:

1. Media belajar yang berbasis AR pada materi topologi jaringan yang sudah dikembangkan dapat menjadi lebih baik jika dikembangkan lebih lengkap dan menarik baik dari kesesuaian tampilan animasi, penampilan objek 3D, dan penampilan antarmuka pengguna.
2. Keberadaan media belajar yang berbasis teknologi AR tanpa *marker* lebih baik lagi jika peneliti lain dapat mengimplementasikannya pada topik materi yang lain, dengan tampilan animasi yang lebih menarik, penampilan objek 3D yang lebih baik, dan antarmuka pengguna yang lebih unik dan menarik.
3. Media belajar yang berbasis AR pada materi topologi jaringan yang sudah dikembangkan bisa tingkatkan lagi pada bagian kamera AR agar objek 3D yang ditampilkan terkunci dibagian tengah kamera.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, S. R., Annas, F., Darmawati, G., & Elin Yuspita, Y. (2024). PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY MENGGUNAKAN APLIKASI ASSEMBLR EDU PADA MATA PELAJARAN IPA KELAS VIII DI SMPN 1 SUNGAI LIMAU. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Vokasional*, 6(2), 37–53. <https://doi.org/10.23960/jpvti>
- Djafar, S., & Novian, D. (2021). Implementasi Teknologi Augmented Reality Dalam Pengembangan Media Pembelajaran Perangkat Keras Komputer. *JAMBURA JOURNAL OF INFORMATICS*, 3(1), 44–57. <https://doi.org/10.37905/jji.v2i2.10440>
- Indra, Z., Firdaus, M., & Arifin, K. (2022). PENERAPAN AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN. *KARISMATIKA*, 8(1).

- Kusuma, W. T., Supianto, A. A., & Tolle, H. (2020). Vertex markers: Modification of grid methods as markers to reproduce large size augmented reality objects to afford hands. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10(1), 1063–1069. <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i1.pp1063-1069>
- Lahiya, I. W., Suhada, S., & Takdir, R. (2021). IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY PADA PENGENALAN ALAT FIBER OPTIK. *Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK)*, 5(1), 517–523. <https://prosiding.konik.id/index.php/konik/article/view/113>
- Miasari, R. S., Indar, C., Pratiwi, Purwoto, Salsabila, U. H., Amalia, U., & Romli, S. (2022). TEKNOLOGI PENDIDIKAN SEBAGAI JEMBATAN REFORMASI PEMBELAJARAN DI INDONESIA LEBIH MAJU. *Jurnal Manajemen Pendidikan Al Hadi*, 2(1), 53–61.
- Sugeha, S. S., Rohandi, M., & Padiku, I. R. (2024). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN AR MENGGUNAKAN DIGITAL ASSEMBLR EDU PADA MATA PELAJARAN INFORMATIKA DI SMK 23 MARET KOTAMOBAGU. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Vokasiional*, 6(2), 111–122. <https://doi.org/10.23960/jpvti>
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sukardi. (2014). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. PT. Bumi Aksara.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. G., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Center for Innovation in Teaching the Handicapped, Indiana University.