

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Paragraf ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada materi routing statik dan routing dinamis dalam mata kuliah Jaringan Komputer. Selain itu, bab ini juga memuat saran-saran yang disusun sebagai rekomendasi untuk pengembangan media pembelajaran dan penelitian selanjutnya agar dapat memberikan kontribusi yang lebih optimal dalam proses pembelajaran.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengembangan, dan pengujian media pembelajaran berbasis AR pada materi routing statik dan routing dinamis yang telah dilaksanakan dan diuraikan secara sistematis pada Bab I sampai dengan Bab IV, maka penelitian ini menghasilkan sejumlah temuan yang menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan. Kesimpulan-kesimpulan tersebut disusun untuk menggambarkan capaian penelitian, baik dari aspek pengembangan media pembelajaran, kualitas media yang dihasilkan, maupun efektivitas media dalam mendukung proses pembelajaran Jaringan Komputer..

5.1.1 Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis AR

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah media pembelajaran berbasis AR yang dirancang untuk membantu proses pengenalan serta peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap konsep simulasi routing statik dan routing dinamis pada mata kuliah Jaringan Komputer. Media pembelajaran yang dikembangkan mampu menyajikan visualisasi topologi jaringan, perangkat jaringan, serta alur pengiriman paket data dalam bentuk objek tiga dimensi (3D) yang interaktif, sehingga konsep routing yang bersifat abstrak dapat dipahami secara lebih konkret dan kontekstual.

Pengembangan media pembelajaran ini dilakukan dengan memperhatikan kesesuaian antara tujuan pembelajaran, karakteristik materi, serta kebutuhan mahasiswa sebagai pengguna. Penyajian simulasi routing statik dan routing dinamis divisualisasikan secara bertahap melalui animasi pergerakan paket data antarperangkat jaringan, yang memungkinkan mahasiswa untuk mengamati secara

langsung proses pemilihan jalur dan mekanisme kerja routing. Pendekatan ini diharapkan dapat mengurangi kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep routing yang selama ini hanya disampaikan melalui media dua dimensi atau penjelasan teoritis.

Berdasarkan hasil pengujian fungsional menggunakan metode *Black box testing*, seluruh fitur aplikasi dinyatakan berjalan dengan baik dan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Fitur utama seperti navigasi menu, pemindaian marker, pemunculan objek AR, serta interaksi pengguna dengan media pembelajaran dapat dioperasikan tanpa kendala. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi telah memenuhi aspek keandalan sistem dan kesiapan teknis sebagai media pembelajaran berbasis teknologi.

Selain itu, hasil validasi kelayakan oleh para ahli menunjukkan bahwa media pembelajaran ini berada pada kategori sangat layak. Penilaian ahli media memperoleh persentase sebesar 90,66%, sedangkan penilaian ahli materi memperoleh persentase sebesar 86,66%, dengan skor rata-rata keseluruhan sebesar 88,66%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan baik dari aspek tampilan, interaksi, dan desain antarmuka, maupun dari aspek keakuratan materi, kesesuaian isi dengan kurikulum, serta kejelasan penyampaian konsep. Dengan demikian, media pembelajaran berbasis AR ini dinilai layak dan relevan untuk digunakan sebagai media pendukung pembelajaran Jaringan Komputer.

Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran berbasis AR ini dapat menjadi solusi inovatif dalam mengatasi keterbatasan media pembelajaran konvensional yang bersifat statis dan kurang mampu memvisualisasikan proses routing secara menyeluruh. Media ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas proses pembelajaran dengan menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif, menarik, dan mudah dipahami oleh mahasiswa.

5.1.2 Implementasi Media Pembelajaran AR

Media pembelajaran berbasis AR pada penelitian ini berhasil diimplementasikan menggunakan platform *Unity* yang terintegrasi dengan *Vuforia Software Development Kit* (SDK) sebagai teknologi pendukung pengenalan marker. Proses implementasi dilakukan dengan menerapkan metode *Multimedia*

Development Life Cycle (MDLC) yang terbukti mampu mendukung pengembangan media pembelajaran secara sistematis dan terstruktur, mulai dari tahap konsep, desain, pengumpulan materi, perakitan, pengujian, hingga tahap distribusi.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa *Unity* memiliki kemampuan yang baik dalam mengelola objek tiga dimensi, animasi, interaksi pengguna, serta integrasi teknologi AR secara optimal. Penggunaan *Vuforia* SDK memungkinkan sistem untuk mengenali marker dengan baik dan menampilkan objek AR secara stabil pada lingkungan nyata. Aplikasi yang dihasilkan dapat dijalankan pada perangkat berbasis Android dengan performa yang stabil, responsif, dan mudah digunakan oleh mahasiswa, sehingga mendukung aspek kemudahan penggunaan (*usability*) sebagai media pembelajaran.

Selain aspek teknis, implementasi media pembelajaran ini juga menunjukkan dampak positif terhadap proses pembelajaran. Hasil pengujian efektivitas melalui *pretest* dan *posttest* memperlihatkan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap materi routing statik dan routing dinamis setelah menggunakan media pembelajaran berbasis AR. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan tidak hanya layak secara teknis dan konten, tetapi juga efektif dalam membantu mahasiswa memahami konsep routing secara lebih mendalam.

Dengan demikian, implementasi media pembelajaran berbasis AR menggunakan *Unity* dapat disimpulkan efektif dalam mendukung proses pembelajaran Jaringan Komputer, khususnya pada materi simulasi routing. Media ini mampu menjadi alternatif sekaligus pelengkap media pembelajaran yang telah ada, serta berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut pada materi jaringan komputer lainnya. Secara keseluruhan, penelitian ini telah mencapai seluruh tujuan yang ditetapkan, yaitu mengembangkan dan mengimplementasikan media pembelajaran berbasis AR menggunakan *Unity* yang layak, efektif, dan dapat digunakan sebagai media pendukung pembelajaran simulasi routing statik dan routing dinamis pada mata kuliah Jaringan Komputer.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran berbasis AR untuk simulasi routing statik dan routing dinamis, terdapat beberapa

saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya. Saran-saran ini disusun dengan mempertimbangkan aspek pengembangan materi, peningkatan kualitas media, perluasan teknologi, serta implementasi dalam konteks pembelajaran yang lebih luas, sebagai berikut.

1. Pengembangan Materi dan Fitur

- a. Media pembelajaran dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan materi jaringan komputer lainnya, seperti *Network Address Translation* (NAT), *Virtual Local Area Network* (VLAN), serta konsep keamanan jaringan dasar, sehingga media tidak hanya terbatas pada materi routing, tetapi mencakup pembahasan jaringan komputer secara lebih komprehensif.
- b. Pengembangan selanjutnya dapat mencakup protokol routing tingkat lanjut, khususnya *Exterior Gateway Protocol* (EGP) seperti *Border Gateway Protocol* (BGP), untuk memberikan wawasan awal mengenai mekanisme routing pada skala jaringan yang lebih besar dan kompleks.
- c. Simulasi pembelajaran dapat diperluas dengan menambahkan tahapan konfigurasi dasar routing, baik secara konseptual maupun semi-interaktif, sehingga mahasiswa tidak hanya memahami alur data, tetapi juga memahami hubungan antara konfigurasi dan perilaku routing dalam jaringan.
- d. Materi pembelajaran dapat dilengkapi dengan studi kasus jaringan nyata, sehingga mahasiswa dapat mengaitkan simulasi AR dengan permasalahan yang sering ditemui dalam praktik jaringan komputer.

2. Peningkatan Interaktivitas Media

- a. Pengembangan berikutnya disarankan menambahkan skenario interaktif yang lebih kompleks, seperti perubahan topologi jaringan secara dinamis, kegagalan salah satu jalur jaringan (*link failure*), serta proses pemilihan rute alternatif oleh protokol routing.
- b. Penambahan fitur *real-time feedback* pada simulasi dan kuis dapat membantu mahasiswa memahami kesalahan secara langsung serta mendorong proses pembelajaran mandiri yang lebih efektif.

- c. Media pembelajaran dapat dilengkapi dengan sistem penilaian adaptif, dengan tingkat kesulitan kuis menyesuaikan dengan kemampuan pengguna, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih personal dan berkelanjutan.
 - d. Penggunaan elemen visual tambahan seperti indikator warna, animasi transisi, dan penanda jalur aktif dapat memperjelas proses routing dan meningkatkan keterlibatan mahasiswa selama pembelajaran.
3. Pengembangan Teknologi dan Platform
- a. Media pembelajaran disarankan untuk dikembangkan menggunakan teknologi *markerless AR* agar penggunaan aplikasi menjadi lebih fleksibel dan tidak bergantung pada marker tertentu, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan kepraktisan penggunaan.
 - b. Pengembangan aplikasi dapat diperluas ke platform lain, seperti IOS atau berbasis web AR, sehingga media pembelajaran dapat diakses oleh lebih banyak pengguna dengan berbagai jenis perangkat.
 - c. Optimalisasi performa aplikasi pada berbagai spesifikasi perangkat juga perlu diperhatikan agar media pembelajaran dapat berjalan secara stabil pada perangkat dengan kemampuan perangkat keras yang berbeda.
 - d. Integrasi dengan teknologi lain, seperti *Virtual Reality (VR)* atau *Mixed Reality (MR)*, dapat dipertimbangkan untuk menghadirkan pengalaman belajar yang lebih imersif pada materi jaringan computer.
4. Pengujian dan Evaluasi yang Lebih Luas
- a. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah responden yang lebih besar serta berasal dari berbagai program studi dan perguruan tinggi, sehingga hasil evaluasi yang diperoleh bersifat lebih general dan representatif.
 - b. Evaluasi media pembelajaran dapat ditambahkan dengan pengujian aspek *usability* menggunakan instrumen seperti *System Usability Scale (SUS)* atau *User Experience Questionnaire (UEQ)* untuk

- memperoleh gambaran kualitas pengalaman pengguna secara lebih mendalam.
- c. Pengukuran efektivitas pembelajaran juga dapat diperluas dengan mengkaji aspek motivasi belajar, minat, serta retensi pengetahuan mahasiswa dalam jangka waktu tertentu.
 - d. Penelitian lanjutan dapat menggunakan desain eksperimen yang lebih kompleks, seperti kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, untuk membandingkan efektivitas media pembelajaran berbasis AR dengan metode pembelajaran konvensional.
5. Integrasi dengan Sistem Pembelajaran
- a. Media pembelajaran berbasis AR ini dapat diintegrasikan dengan *Learning Management System (LMS)* sebagai media pendukung pembelajaran mandiri maupun pembelajaran berbasis praktik, sehingga penggunaannya lebih terstruktur dalam proses perkuliahan.
 - b. Penggunaan media pembelajaran secara berkelanjutan dalam proses pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran jaringan komputer serta mendorong penerapan pembelajaran berbasis teknologi secara lebih luas.
 - c. Dosen pengampu mata kuliah dapat memanfaatkan media ini sebagai alat bantu demonstrasi di kelas maupun sebagai sarana tugas mandiri bagi mahasiswa.
 - d. Integrasi dengan modul pembelajaran digital dan buku panduan interaktif juga dapat dikembangkan untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih sistematis dan berkelanjutan
6. Pengembangan Aspek Pedagogis dan Kesesuaian Kurikulum
- a. Media pembelajaran berbasis AR disarankan diselaraskan dengan capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) dan indikator

pembelajaran, sehingga penggunaannya dapat mendukung pencapaian kompetensi mahasiswa secara terukur dan sistematis.

- b. Penggunaan media pembelajaran secara berkelanjutan dalam proses pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran
- c. Dosen pengampu mata kuliah dapat menggunakan media pembelajaran ini sebagai bagian dari strategi pembelajaran terpadu, baik sebagai pengantar materi, pendalaman konsep, maupun evaluasi pemahaman mahasiswa.
- d. Penyusunan panduan penggunaan media pembelajaran bagi dosen dan mahasiswa juga disarankan untuk mendukung pemanfaatan media secara konsisten, terarah, dan berkelanjutan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, N. H., Lubis, A. L., Basriadi, A., Dewi, I. P., & Wahdi, Y. W. (2024). Augmented Reality Learning Media Application In Computer Networking Courses. *Sinkron*, 8(3), 1641–1650. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i3.13707>
- Agnestisya, W. (2022). *Analisis Perbandingan Kinerja Routing Statis dan Dinamis dengan Teknik*. 2(2), 31–34.
- Andrian, D. R., Huda, A., & Mursyida, L. (2023). Rekayasa Aplikasi Media Pembelajaran Perangkat Komputer Berbasis Augmented reality Dalam Mata Pelajaran Informatika Kelas X SMKN 1 Tanjung Raya. *JAVIT : Jurnal Vokasi Informatika*, 124–132. <https://doi.org/10.24036/javit.v3i3.159>
- APRIANSYAH, A. F. (2022). *PENGEMBANGAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI ROUTING PROTOCOL UNTUK SISWA KELAS XI TKJ*.
- Dalifa, M., Dewi, I. P., & Asmara, D. (2025). *Rancang Bangun Media Augmented Reality Pada Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa*. 4(3), 1327–1338.
- Dita.I.S. (2025). *PENGARUH MEDIA PEMBELAJARAN DIGITAL STORYTELLING TERHADAP MINAT BACA SISWA KELAS IISDN SUMURWELUT III/440 SURABAYA*. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10.
- Fahmizher, M., Ruuhwan, R., & Hartono, R. (2023). Pembuatan Aplikasi Denah Berbasis Augmented Reality (Ar) Model Marker Basic Tracking Menggunakan Metode Mdlc. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3s1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3550>
- Fajar Kustrianugraha, A., Wibowo, A. P., Sains, F., Teknologi, D., & Yogyakarta, U. T. (2023). Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Komponen Elektronika Dasar Berbasis Android. *Jurnal TEKINKOM*, 6(2), 2023.

<https://doi.org/10.37600/tekinkom.v6i2.1073>

Firmansyah, A., Hidayat, C. R., & Mulyani, E. D. S. (2025). *APLIKASI MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF RUMAH ADAT NUSANTARA BERBASIS TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY MENGGUNAKAN METODE MDLC*.

Firmansyah, F., & Hadi, A. (2022). Pengembangan Aplikasi E-Modul Interaktif untuk Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 10(4), 107. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v10i4.119978>

Hariyanto, S. (2025). *Analisis Perbandingan Protokol Routing Dinamis RIP dan OSPF pada Akses Kelas Virtual Berbasis LAN Pendahuluan*. 24, 229–242.

Hidayatullah, G. S., Novian, D., Pakaya, J. A., & Suhada, S. (2025). *Prototype Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Sejarah Perkembangan Komputer di SMA Negeri 6 Gorontalo Utara*. 5(1).

Inc., V. D. L. atau P. (2025). *Image Targets*. <https://developer.vuforia.com/library/vuforia-engine/images-and-objects/image-targets/image-targets/>

Isya'i, A. H., & Bektiningsih, K. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Flashcard Berbasis Augmented Reality dalam Meningkatkan Kemampuan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Pancasila dalam Diriku pada Peserta Didik Kelas IV SD Negeri Podorejo 03. *Fondatia*, 9(1), 118–138. <https://doi.org/10.36088/fondatia.v9i1.5625>

Karamela, N., & Karras, D. A. (2023). *A Comparative Analysis of OSPF and EIGRP Routing Protocol Evaluation*. 1(2), 73–103.

Matin, I. F., & Anistyasari, Y. (2024). Pengembangan Aplikasi Roting (Routing Concept Learning) Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Mobile Untuk Meningkatkan Kompetensi Konfigurasi Routing. *IT-Edu : Jurnal Information Technology and Education*, 9(3), 9–19. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v9i3.64584>

- Nur, A., Thohari, A., Karima, A., Wibowo, A. W., Santoso, K., Tantowi, M. I., Teknik, J., Politeknik, E., & Semarang, N. (2021). Pengenalan Perangkat Jaringan Komputer Menggunakan Teknologi Augmented Reality. *JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan)*, 10(1), 58–66. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/jtet/article/view/3252>
- Paat, M. (2022). Implementasi Multimedia Pembelajaran Biologi Berbasis Model Pbl Melalui Google Classroom Di Jurusan Pendidikan Biologi Unima. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(3), 2551–2557. <https://doi.org/10.58258/jime.v8i3.3709>
- Priyolistiyanto, A., & Mubina, M. F. (2024). Pengembangan Media Untuk Mata Pelajaran Teknik Komputer Dasar Berbasis AR (Augmented Reality). 36(2), 110–120.
- Purwanto Hadi, I., & Kurniawan Dwi, S. (2023). Implementasi Augmented Reality sebagai Media Pendukung Pembelajaran menggunakan Multimedia Development Life Cycle (MDLC). *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 12(1). <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v12i1.4340>
- Putri, A. E., & Hendriyani, Y. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Augmented Reality Untuk Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar Siswa Kelas X TKJ di SMK Negeri 3 Seluma. *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, 56–63. <https://doi.org/10.24036/javit.v3i1.70>
- Rahman, F. A. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality (AR- DPK) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Teknik Jaringan Komputer. 24(3), 2051–2069.
- Rahmatika, A., Manurung, A. A., & Ramadhani, F. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Empati Anak Usia Dini dengan Metode MDLC (Multimedia Development Life Cycle). *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(3), 122–130. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i3.330>
- Ramadhan, R., Khalida, R., Setiawati, S., & Lubis, H. (2024). Perancangan

Augmented Reality Berbasis Android Menggunakan Metode Mdlc Dengan Algoritma Surf. *Journal of Information System, Informatics and Computing*, 8(2), 404. <https://doi.org/10.52362/jisicom.v8i2.1714>

Setiawan, B., Gustalika, M. A., & Raharja, P. A. (2024). Rancang Bangun Media Pembelajaran Tumbuhan berbasis Augmented Reality dengan Metode MDLC. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 5(2), 91–101. <https://doi.org/10.47065/bit.v5i2.1325>

Shahid, K., & Ahmad, S. N. (2024). *Optimizing Network Performance : A Comparative Analysis of EIGRP , OSPF , and BGP in IPv6-Based Load-Sharing and Link-Failover Systems.*

Stanis Bouk Kapu, C., & Snae, M. (2025). Perancangan Game Edukasi Tebak Gambar Monumen Di Indonesia Berbasis Android Dengan Fitur Augmented Reality Menggunakan Metode Mdlc. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(3), 4944–4948. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i3.13827>

Sucipto, A. (2024). *Routing & switching.*

Wiharta, D. M. (2024). *ANALISIS PERBANDINGAN TOLERANSI KESALAHAN (FAULT TOLERANCE) ROUTING STATIC DAN OSPF PADA. 11(1), 32–40.*