

**RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN AUGMENTED REALITY
DENGAN MODEL DISCOVERY LEARNING UNTUK MENINGKATKAN
CRITICAL THINKING SISWA PADA MATERI FIBER OPTIK**

Nurani Syahidah¹, Jajang Kusnendar², Andini Setya Arianti³

^{1,2,3}Universitas Pendidikan Indonesia

[1nuranisyahidah@upi.edu](mailto:nuranisyahidah@upi.edu), [2jkusnendar@upi.edu](mailto:jkusnendar@upi.edu), [3andini.sa@upi.edu](mailto:andini.sa@upi.edu)

ABSTRACT

The limited availability of physical fiber optic practical tools in Vocational High Schools (SMK) and the abstract nature of the material cause learning to be theoretically inclined and difficult to teach without supporting media, thereby resulting in low students' critical thinking skills. This study aims to develop Augmented Reality (AR) learning media to improve the critical thinking skills of 11th-grade students on fiber optic material using the Discovery Learning method. This research employs the Research and Development (R&D) method with a media development model using the Siklus Hidup Menyeluruh (SHM) which consists of analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. Effectiveness testing was conducted using a one-group pretest-posttest experimental design. Expert validation results indicated that the media feasibility reached 76% in the very good category. The implementation results proved that the use of AR media combined with the Discovery Learning method was able to significantly improve students' critical thinking skills, as indicated by an average N-Gain score of 0.70 in the medium criterion. In addition, student responses to this learning media were highly positive, with a percentage reaching 92.3% in the very good category. In conclusion, the Augmented Reality media with the Discovery Learning method is proven to be feasible, practical, and highly effective in improving students' critical thinking skills on fiber optic material as a solution to the lack of physical tools.

Keywords: Augmented Reality, Critical Thinking, Discovery Learning

ABSTRAK

Keterbatasan fasilitas alat praktik fisik fiber optik di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) serta sifat materi yang abstrak menyebabkan pembelajaran cenderung bersifat teoretis dan sulit diajarkan tanpa media pendukung, sehingga berdampak pada rendahnya kemampuan *critical thinking* siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *Augmented Reality* (AR) guna meningkatkan kemampuan *critical thinking* siswa kelas XI pada materi fiber optik dengan metode *Discovery Learning*. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan media menggunakan Siklus Hidup Menyeluruh (SHM) yang terdiri atas tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan penilaian. Pengujian efektivitas dilakukan

menggunakan desain eksperimen *one-group pretest-posttest*. Hasil validasi ahli menunjukkan kelayakan media mencapai 76% dengan kategori sangat baik. Hasil implementasi membuktikan bahwa penggunaan media AR yang dipadukan dengan metode *Discovery Learning* mampu meningkatkan kemampuan *critical thinking* siswa secara signifikan, yang ditunjukkan oleh perolehan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,70 dengan kriteria sedang. Selain itu, respons siswa terhadap media pembelajaran ini sangat positif dengan persentase mencapai 92,3% dalam kategori sangat baik. Simpulannya, media *Augmented Reality* dengan metode *Discovery Learning* terbukti layak, praktis, dan sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan *critical thinking* siswa pada materi fiber optik sebagai solusi akibat ketiadaan alat fisik.

Kata Kunci: Augmented Reality, Critical Thinking, Discovery Learning

A. Pendahuluan

Pembelajaran pada kompetensi Teknologi Jaringan Kabel dan Nirkabel di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menuntut peserta didik tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga memiliki keterampilan praktis dalam mengoperasikan perangkat jaringan. Salah satu materi yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi adalah fiber optik karena mencakup konsep perambatan cahaya, struktur kabel, karakteristik komponen, serta prosedur instalasi dan penyambungan yang sulit diamati secara langsung. Di sisi lain, teknologi fiber optik telah menjadi infrastruktur utama jaringan komunikasi modern yang mendukung kebutuhan transmisi data berkecepatan tinggi dan berkapasitas besar, sehingga penguasaan materi ini menjadi

kompetensi penting bagi lulusan SMK (Fadila, Aini, & Wahyudi, 2024). Namun, hasil observasi di SMKN 7 Mataram menunjukkan bahwa pembelajaran fiber optik masih didominasi penyampaian teori karena belum tersedianya perangkat praktik. Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik tidak memperoleh pengalaman belajar yang memungkinkan mereka menghubungkan konsep dengan implementasi di lapangan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Pateda, Mulyanto, dan Suhada (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran fiber optik tanpa dukungan media interaktif cenderung kurang efektif dan berdampak pada rendahnya hasil belajar. Dasar permasalahan ini berasal dari kondisi pembelajaran di SMKN 7 Mataram yang

mengandalkan pembelajaran teoretis karena keterbatasan fasilitas praktik fiber optik.

Keterbatasan pengalaman praktik tidak hanya memengaruhi pemahaman konsep, tetapi juga berdampak pada kemampuan berpikir kritis peserta didik. Pembelajaran yang berpusat pada penjelasan guru memberikan ruang yang terbatas bagi siswa untuk menganalisis permasalahan, mengevaluasi informasi, serta menentukan solusi terhadap kasus teknis yang berkaitan dengan jaringan fiber optik. Padahal, kemampuan critical thinking merupakan salah satu kompetensi abad ke-21 yang diperlukan dalam pendidikan vokasi karena berkaitan dengan kemampuan mengambil keputusan berdasarkan bukti dan penyelesaian masalah secara logis (Mahmudah, Kirana, & Rahayu, 2022). Hasil observasi di SMKN 7 Mataram menunjukkan bahwa sebagian peserta didik masih kesulitan memberikan alasan yang logis, mengevaluasi alternatif penyelesaian, maupun mengaitkan konsep yang dipelajari dengan kondisi nyata. Fenomena tersebut juga dilaporkan oleh Nusroh, Khalif, dan Saputri (2022), yang menunjukkan

bahwa rendahnya aktivitas analitis dalam pembelajaran berkontribusi terhadap lemahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran praktik adalah pemanfaatan media berbasis Augmented Reality (AR). Teknologi ini mampu mengintegrasikan objek virtual tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata sehingga peserta didik dapat mengamati struktur, fungsi, dan mekanisme kerja suatu objek secara lebih konkret. Dalam konteks pembelajaran fiber optik, AR memungkinkan visualisasi komponen kabel, konektor, alat kerja, maupun prosedur penyambungan tanpa memerlukan perangkat fisik secara langsung. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan AR mampu meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan peserta didik, dan efektivitas pembelajaran, terutama pada materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan visualisasi (Vari, 2022; Ronaldo, Wijaya, & Menrisal, 2023; Tamba et al., 2023). Dengan demikian, AR memiliki potensi untuk menjadi solusi pembelajaran pada sekolah yang memiliki keterbatasan sarana praktik.

Penelitian mengenai pemanfaatan AR dalam pendidikan telah berkembang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Azrai et al. (2023) menunjukkan bahwa media AR mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran biologi. Sidik dan Gerhana (2023) mengembangkan media AR pada mata pelajaran jaringan komputer dan memperoleh media yang valid serta membantu meningkatkan pemahaman konsep. Penelitian Tamba et al. (2023) dan Apriandi dan Adawiyah (2024) memanfaatkan AR untuk memperkenalkan perangkat fiber optik sehingga peserta didik lebih mudah mengenali komponen dan alat kerja. Di sisi lain, Muliana dan Hasan (2023) serta Sari dan Widiyono (2025) membuktikan bahwa integrasi Discovery Learning dengan AR mampu meningkatkan motivasi maupun keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi selain fiber optik. Hasil-hasil tersebut memperlihatkan bahwa AR maupun Discovery Learning memiliki kontribusi positif terhadap proses pembelajaran.

Meskipun demikian, penelitian terdahulu masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian AR pada materi fiber

optik berfokus pada pengenalan komponen, validitas media, atau peningkatan pemahaman konsep, sedangkan penelitian yang mengukur kemampuan critical thinking umumnya dilakukan pada mata pelajaran dan jenjang pendidikan yang berbeda. Selain itu, masih sedikit penelitian yang mengintegrasikan media Augmented Reality dengan tahapan Discovery Learning secara khusus pada pembelajaran fiber optik di SMK untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran yang tidak hanya memvisualisasikan objek tiga dimensi, tetapi juga mengarahkan peserta didik melalui proses penemuan konsep secara sistematis masih memerlukan kajian lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengembangkan media pembelajaran Augmented Reality yang diintegrasikan dengan metode Discovery Learning pada materi fiber optik untuk peserta didik SMK. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi media AR dengan tahapan Discovery Learning yang meliputi stimulation, problem statement, data collection, data processing,

verification, dan generalization (Marisya & Sukma, 2020), sehingga mampu memfasilitasi peserta didik dalam mengeksplorasi konsep, menganalisis informasi, serta memecahkan permasalahan secara mandiri. Proses pembelajaran tersebut diarahkan untuk mengembangkan kemampuan critical thinking berdasarkan indikator Ennis (1985), yaitu elementary clarification, basic support, inference, advanced clarification, serta strategies and tactics. Efektivitas media yang dikembangkan selanjutnya dianalisis melalui peningkatan kemampuan critical thinking, kelayakan media berdasarkan penilaian ahli, serta respons peserta didik setelah menggunakan media dalam proses pembelajaran. Pembelajaran pada kompetensi Teknologi Jaringan Kabel dan Nirkabel di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menuntut peserta didik tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga memiliki keterampilan praktis dalam mengoperasikan perangkat jaringan. Salah satu materi yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi adalah fiber optik karena mencakup konsep perambatan cahaya, struktur kabel, karakteristik komponen, serta prosedur instalasi

dan penyambungan yang sulit diamati secara langsung. Di sisi lain, teknologi fiber optik telah menjadi infrastruktur utama jaringan komunikasi modern yang mendukung kebutuhan transmisi data berkecepatan tinggi dan berkapasitas besar, sehingga penguasaan materi ini menjadi kompetensi penting bagi lulusan SMK (Fadila, Aini, & Wahyudi, 2024). Namun, hasil observasi di SMKN 7 Mataram menunjukkan bahwa pembelajaran fiber optik masih didominasi penyampaian teori karena belum tersedianya perangkat praktik. Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik tidak memperoleh pengalaman belajar yang memungkinkan mereka menghubungkan konsep dengan implementasi di lapangan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Pateda, Mulyanto, dan Suhada (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran fiber optik tanpa dukungan media interaktif cenderung kurang efektif dan berdampak pada rendahnya hasil belajar. Dasar permasalahan ini berasal dari kondisi pembelajaran di SMKN 7 Mataram yang mengandalkan pembelajaran teoretis karena keterbatasan fasilitas praktik fiber optik.

Keterbatasan pengalaman praktik tidak hanya memengaruhi pemahaman konsep, tetapi juga berdampak pada kemampuan berpikir kritis peserta didik. Pembelajaran yang berpusat pada penjelasan guru memberikan ruang yang terbatas bagi siswa untuk menganalisis permasalahan, mengevaluasi informasi, serta menentukan solusi terhadap kasus teknis yang berkaitan dengan jaringan fiber optik. Padahal, kemampuan *critical thinking* merupakan salah satu kompetensi abad ke-21 yang diperlukan dalam pendidikan vokasi karena berkaitan dengan kemampuan mengambil keputusan berdasarkan bukti dan penyelesaian masalah secara logis (Mahmudah, Kirana, & Rahayu, 2022). Hasil observasi di SMKN 7 Mataram menunjukkan bahwa sebagian peserta didik masih kesulitan memberikan alasan yang logis, mengevaluasi alternatif penyelesaian, maupun mengaitkan konsep yang dipelajari dengan kondisi nyata. Fenomena tersebut juga dilaporkan oleh Nusroh, Khalif, dan Saputri (2022), yang menunjukkan bahwa rendahnya aktivitas analitis dalam pembelajaran berkontribusi

terhadap lemahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran praktik adalah pemanfaatan media berbasis *Augmented Reality* (AR). Teknologi ini mampu mengintegrasikan objek virtual tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata sehingga peserta didik dapat mengamati struktur, fungsi, dan mekanisme kerja suatu objek secara lebih konkret. Dalam konteks pembelajaran fiber optik, AR memungkinkan visualisasi komponen kabel, konektor, alat kerja, maupun prosedur penyambungan tanpa memerlukan perangkat fisik secara langsung. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan AR mampu meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan peserta didik, dan efektivitas pembelajaran, terutama pada materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan visualisasi (Vari, 2022; Ronaldo, Wijaya, & Menrisal, 2023; Tamba et al., 2023). Dengan demikian, AR memiliki potensi untuk menjadi solusi pembelajaran pada sekolah yang memiliki keterbatasan sarana praktik.

Penelitian mengenai pemanfaatan AR dalam pendidikan

telah berkembang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Azrai et al. (2023) menunjukkan bahwa media AR mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran biologi. Sidik dan Gerhana (2023) mengembangkan media AR pada mata pelajaran jaringan komputer dan memperoleh media yang valid serta membantu meningkatkan pemahaman konsep. Penelitian Tamba et al. (2023) dan Apriandi dan Adawiyah (2024) memanfaatkan AR untuk memperkenalkan perangkat fiber optik sehingga peserta didik lebih mudah mengenali komponen dan alat kerja. Di sisi lain, Muliana dan Hasan (2023) serta Sari dan Widiyono (2025) membuktikan bahwa integrasi *Discovery Learning* dengan AR mampu meningkatkan motivasi maupun keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi selain fiber optik. Hasil-hasil tersebut memperlihatkan bahwa AR maupun *Discovery Learning* memiliki kontribusi positif terhadap proses pembelajaran.

Meskipun demikian, penelitian terdahulu masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian AR pada materi fiber optik berfokus pada pengenalan komponen, validitas media, atau

peningkatan pemahaman konsep, sedangkan penelitian yang mengukur kemampuan *critical thinking* umumnya dilakukan pada mata pelajaran dan jenjang pendidikan yang berbeda. Selain itu, masih sedikit penelitian yang mengintegrasikan media *Augmented Reality* dengan tahapan *Discovery Learning* secara khusus pada pembelajaran fiber optik di SMK untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran yang tidak hanya memvisualisasikan objek tiga dimensi, tetapi juga mengarahkan peserta didik melalui proses penemuan konsep secara sistematis masih memerlukan kajian lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengembangkan media pembelajaran *Augmented Reality* yang diintegrasikan dengan metode *Discovery Learning* pada materi fiber optik untuk peserta didik SMK. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi media AR dengan tahapan *Discovery Learning* yang meliputi *stimulation*, *problem statement*, *data collection*, *data processing*, *verification*, dan *generalization* (Marisya & Sukma, 2020), sehingga

mampu memfasilitasi peserta didik dalam mengeksplorasi konsep, menganalisis informasi, serta memecahkan permasalahan secara mandiri. Proses pembelajaran tersebut diarahkan untuk mengembangkan kemampuan *critical thinking* berdasarkan indikator Ennis (1985), yaitu *elementary clarification*, *basic support*, *inference*, *advanced clarification*, serta *strategies and tactics*. Efektivitas media yang dikembangkan selanjutnya dianalisis melalui peningkatan kemampuan *critical thinking*, kelayakan media berdasarkan penilaian ahli, serta respons peserta didik setelah menggunakan media dalam proses pembelajaran.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan serta memvalidasi produk media pembelajaran berupa aplikasi *Augmented Reality* (AR) pada materi fiber optik. Pendekatan R&D dipilih karena karakteristik penelitian yang menekankan pada pengembangan produk edukatif yang diuji efektivitasnya di lapangan. Prosedur

pengembangan media mengikuti model Siklus Hidup Menyeluruh (SHM) yang dikembangkan oleh Munir (2012), yang terdiri atas lima tahapan sistematis: (1) analisis, (2) desain, (3) pengembangan, (4) implementasi, dan (5) penilaian.

Penelitian dilaksanakan di SMKN 7 Mataram. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) semester genap tahun ajaran 2025/2026. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yakni kelas XI TKJ 1 dengan pertimbangan karakteristik kelas yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan media dan keterbatasan fasilitas praktik di kelas tersebut. Desain penelitian yang digunakan adalah *one-group pretest-posttest design*, di mana subjek diberikan tes awal (*pretest*) sebelum perlakuan, kemudian diberikan perlakuan (*treatment*) berupa pembelajaran materi fiber optik menggunakan media *Fiber-AR Learning* yang terintegrasi dengan sintaks *Discovery Learning*, dan diakhiri dengan tes akhir (*posttest*) untuk mengukur perubahan kemampuan *critical thinking*.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tiga instrumen utama. Pertama, instrumen tes dalam bentuk soal pilihan ganda sebanyak 40 butir yang telah melalui uji validitas (korelasi *Pearson*), reliabilitas (KR-20), tingkat kesukaran, dan daya pembeda untuk mengukur keterampilan *critical thinking* peserta didik berdasarkan indikator Ennis (1985). Kedua, instrumen validasi ahli untuk menilai kelayakan media menggunakan rubrik evaluasi *Augmented Reality* yang dikembangkan oleh Aldred et al. (2015). Ketiga, angket respons peserta didik yang diadaptasi dari *Multimedia Mania Student Checklist* untuk mengukur aspek mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten.

Teknik analisis data untuk mengukur tingkat kelayakan media oleh ahli dan persentase tanggapan siswa dihitung menggunakan rumus persentase menurut Sugiyono (2020) sebagai berikut:

$$p = \frac{\text{Skor hasil pengumpulan data}}{\text{Skor ideal}} \times 100\%$$

Teknik ini digunakan untuk mengkaji dan mendeskripsikan skor yang diperoleh guna menentukan tingkat kelayakan media yang

dikembangkan. Di mana p adalah hasil persentase skor, skor hasil pengumpulan data adalah total skor aktual yang diberikan oleh responden (ahli validator atau siswa), sedangkan skor ideal adalah skor maksimal yang mungkin diperoleh. Kategori persentase kelayakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kategori Skor Kelayakan Media dan Tanggapan Siswa

Skor (%)	Kategori
0-25	Tidak Baik
26-50	Kurang Baik
51-75	Baik
76-100	Sangat Baik

Sementara itu, analisis efektivitas peningkatan kemampuan *critical thinking* dilakukan dengan langkah: (1) uji normalitas data menggunakan *Shapiro-Wilk* (karena sampel < 30); (2) uji hipotesis menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test* karena data tidak berdistribusi normal; serta (3) perhitungan nilai *Normalized Gain* (N-Gain) untuk menentukan besarnya peningkatan keterampilan berpikir kritis dengan rumus:

$$(g) = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}}$$

Hasil nilai N-Gain selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kriteria efektivitas: rendah ($g \leq 0.3$), sedang ($0.3 < g \leq 0.7$), atau tinggi ($g > 0.7$). Seluruh rangkaian analisis ini ditujukan untuk memberikan gambaran objektif mengenai kelayakan media serta dampak integrasi model *Discovery Learning* terhadap keterampilan *critical thinking* peserta didik.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) untuk menghasilkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dinamai *Fiber-AR Learning*. Proses pengembangan aplikasi dilakukan dengan mengadopsi model Siklus Hidup Menyeluruh (SHM) yang mencakup lima tahapan: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan penilaian. Aplikasi ini dikemas dalam format .apk agar dapat diinstal pada perangkat Android dan diimplementasikan pada peserta didik kelas XI Fase F Program Keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) di SMKN 7 Mataram. Kehadiran *Fiber-AR Learning* dirancang sebagai solusi

inovatif untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif melalui visualisasi objek tiga dimensi, sehingga membantu peserta didik memahami konsep fiber optik yang sulit diamati secara langsung.

Pada tahap analisis, peneliti mengidentifikasi masalah mendasar di lapangan, yaitu pembelajaran materi fiber optik yang cenderung teoretis akibat ketiadaan alat praktik fisik, sehingga aktivitas siswa bergantung sepenuhnya pada media AR. Analisis kebutuhan perangkat lunak menentukan penggunaan sistem operasi Windows 11, *Unity 3D* edisi 6.3 LTS sebagai *engine* utama, *Vuforia Engine* untuk sistem pelacakan penanda (*marker*), *Blender* untuk aset 3D, *Figma* untuk desain UI/UX, serta *Visual Studio Code* untuk penulisan skrip logika aplikasi.

Tahap desain berfokus pada penyusunan cetak biru media dan instrumen penelitian. Desain perangkat lunak meliputi pembuatan *flowchart* dan *storyboard* menggunakan *Figma*, yang mencakup menu utama, CP/ATP, materi, AR *scanner*, dan kuis. Dari aspek pedagogis, peneliti menyusun modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka Fase F yang diintegrasikan dengan

sintaks *Discovery Learning*. Untuk instrumen evaluasi, 70 draf soal disusun berdasarkan indikator *critical thinking* Ennis (1985), yang setelah diuji menghasilkan 40 butir soal valid dan reliabel. Selain itu, disusun pula instrumen angket respons siswa dengan mengadaptasi *Multimedia Mania Student Checklist* untuk mengevaluasi kualitas dan kelayakan media.

Tahap pengembangan merupakan fase realisasi *storyboard* menjadi aplikasi fungsional menggunakan *Unity 3D* yang diintegrasikan dengan *Vuforia SDK*. Antarmuka aplikasi diawali dengan halaman utama yang memuat navigasi ke menu "Materi" untuk penjelasan teoretis, "CP/ATP" untuk panduan kompetensi, serta fitur utama yaitu kamera pemindai AR yang melacak 10 *image target* untuk menampilkan model 3D secara *real-time*. Visualisasi ini dirancang untuk memfasilitasi tahap *Data Collection* dan *Data Processing* dalam *Discovery Learning*. Setelah eksplorasi, siswa diarahkan ke tahap *Verification* melalui fitur kuis yang menyediakan umpan balik instan. Tampilan antarmuka dan visualisasi AR disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1 Tampilan Halaman Utama Aplikasi



Gambar 2 Tampilan *Augmented Reality*

Sebelum implementasi, media divalidasi oleh ahli materi dan media. Hasil validasi menunjukkan media telah memenuhi kriteria kelayakan dengan persentase 76% yang diklasifikasikan dalam kategori "Sangat Baik".

Pada tahap implementasi, Fiber-AR Learning digunakan sebagai media pendukung model *Discovery Learning* di kelas XI TKJ 1 SMKN 7 Mataram. Sebelum melakukan pengujian efektivitas, dilakukan serangkaian uji prasyarat analisis data untuk mengetahui distribusi data *pretest* dan *posttest*. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal atau tidak. Mengingat jumlah sampel adalah 16 peserta didik

(sampel kecil), maka digunakan uji *Shapiro-Wilk*. Berdasarkan hasil analisis, data *pretest* memperoleh nilai signifikansi 0,356 ($> 0,05$), yang menunjukkan data terdistribusi normal. Sebaliknya, data *posttest* memperoleh nilai signifikansi 0,006 ($< 0,05$), yang menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal. Karena salah satu data tidak memenuhi asumsi normalitas, maka pengujian hipotesis dilakukan menggunakan statistik non-parametrik. Pengujian hipotesis dilakukan untuk membuktikan adanya perbedaan yang signifikan antara kemampuan awal (*pretest*) dan kemampuan akhir (*posttest*) peserta didik setelah menggunakan media Fiber-AR Learning. Uji beda dilakukan dengan *Wilcoxon Signed Rank Test*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 16 sampel, terdapat 15 peserta didik yang mengalami peningkatan skor (*Positive Ranks*) dan tidak ada yang mengalami penurunan skor (*Negative Ranks*). Hasil uji statistik menunjukkan nilai signifikansi (*Asymp. Sig. 2-tailed*) sebesar $< 0,001$. Nilai tersebut jauh lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*, yang

mengindikasikan bahwa penggunaan media Fiber-AR Learning dengan metode *Discovery Learning* memberikan dampak nyata terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Setelah diketahui adanya perbedaan yang signifikan, uji *Normalized Gain* (N-Gain) dilakukan untuk mengukur besarnya peningkatan. Perhitungan N-Gain dilakukan dengan membandingkan selisih skor *posttest* dan *pretest* terhadap selisih skor maksimal dan *pretest*. Hasil analisis menunjukkan nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,70, yang diklasifikasikan ke dalam kriteria "Sedang". Peningkatan pada setiap indikator dirinci pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Peningkatan Berdasarkan Indikator *Critical Thinking*

Indikator CT	<i>Pretest</i> <i>t</i>	<i>Posttest</i> <i>st</i>	N-Gain
<i>Elementary Clarification</i>	56.3	100	1.00
<i>Basic Support</i>	64.6	81.3	0.47
<i>Inference</i>	52.1	85.4	0.70
<i>Advanced Clarification</i>	32.3	76.0	0.65
<i>Strategies and Tactics</i>	32.3	81.3	0.72
Rata-rata	47.5	84.8	0.70

Evaluasi akhir dilakukan dengan menyebarkan angket respons siswa berdasarkan *Multimedia Mania Student Checklist* untuk menilai aspek mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten. Hasil penilaian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Tanggapan Siswa Terhadap Media Pembelajaran

Aspek Penilaian	Persentase (%)
Mekanisme	92.5%
Elemen Multimedia	93.8%
Struktur Informasi	93.8%
Dokumentasi	93.8%
Kualitas Konten	90%
Rata-rata	92.3%

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata skor respons siswa mencapai 92,3% dengan kriteria "Sangat Baik". Hal ini membuktikan bahwa Fiber-AR Learning tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga diterima dengan sangat baik oleh pengguna karena operasionalnya yang intuitif, desain yang menarik, serta keandalannya dalam menggantikan fungsi alat praktik fisik secara interaktif selama proses *Discovery Learning*.

E. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan media pembelajaran *Augmented Reality* (AR) bernama Fiber-AR Learning melalui metode *Research and Development* (R&D) sebagai solusi atas ketiadaan alat praktik fisik dan sifat materi fiber optik yang abstrak. Integrasi media ini dengan metode *Discovery Learning* terbukti sangat layak digunakan berdasarkan penilaian validasi ahli yang mencapai persentase kelayakan 76%. Kelebihan utama dari media ini adalah kemampuannya menyajikan pengalaman praktikum secara virtual, sehingga peserta didik tetap dapat melakukan eksplorasi komponen secara utuh dengan mengandalkan sepenuhnya pada media AR

Penggunaan media Fiber-AR Learning terbukti efektif dalam mensintesis dan menjawab tujuan utama penelitian, yakni meningkatkan kemampuan *critical thinking* peserta didik pada materi fiber optik. Keberhasilan ini ditunjukkan oleh adanya perbedaan hasil yang signifikan pada uji hipotesis, dengan perolehan tingkat peningkatan rata-rata (N-Gain) sebesar 0,70 yang berada pada kriteria sedang. Selain

itu, efektivitas tersebut juga didukung oleh respons peserta didik yang sangat positif dengan persentase mencapai 92,3%. Peserta didik menilai bahwa media ini sangat intuitif untuk dioperasikan, memiliki desain multimedia yang menarik, dan berhasil memandu mereka menemukan informasi secara logis selama proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D., Hanafi, I., & Taryudi. (2024). The influence of multimedia-interactive project-based learning models on the metacognitive abilities, critical thinking abilities and fiber optic communication learning outcomes. *Journal of Scientific Research, Education, and Technology (JSRET)*, 3(2), 512-534.
- Apriandi, D., & Adawiyah, R. (2024). Implementasi augmented reality media pembelajaran pengenalan alat-alat fiber optik pada SMK Satria berbasis Android. *Jurnal Info Digit (JID)*, 2(3A), 1369-1381.
- Azrai, E. P., Rini, D. S., Kurnianto, B. M., & Ampang, J. (2023). AR SINAPS: Augmented reality learning media to enhance critical thinking ability. *International Journal of Education*, 16(2), 109-122.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44-48.
- Fadila, W. A., Aini, Q., & Wahyudi, F. A. (2024). Perkembangan teknologi pemanfaatan fiber optik dalam industri telekomunikasi untuk koneksi jaringan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 309-320.
- Hajrah, H., Nair, M., & Olahairullah, O. (2021). Implementasi model pembelajaran discovery learning untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Soromadi. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 5(4).
- Latifah, D. R., Pramudiyanti, & Saputra, B. (2025). Pengembangan modul berbantuan Assemblr Studio pada materi perangkat jaringan fiber optik untuk kelas X di SMK. *Jurnal PPS-TP: Jurnal Pendidikan Analisis, Aplikasi Teori dan Hasil Penelitian*, 13(1), 27-43.
- Mahmudah, S., Kirana, T., & Rahayu, Y. S. (2022). Profile of students' critical thinking ability: Implementation of e-modul based on problem-based learning. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 3(4), 478-488.
- Marisya, A., & Sukma, E. (2020). Konsep model discovery learning pada pembelajaran tematik terpadu di sekolah dasar menurut pandangan para ahli. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 4(3), 2189-2198.
- Muliana, S., & Hasan, N. R. (2023). Peningkatan motivasi belajar melalui model discovery learning dengan media augmented reality di SMP Negeri 1. *Jurnal Pemikiran*

- dan Pengembangan Pembelajaran, 5(2), 908-914.
- Munir. (2012). Multimedia: Konsep dan aplikasi dalam pendidikan. Bandung: Alfabeta.
- Nusroh, H., Khalif, M. A., & Saputri, A. A. (2022). Developing physics learning media based on augmented reality to improve students' critical thinking skills. *Physics Education Research Journal*, 4(1), 23-28.
- Pateda, A. R., Mulyanto, A., & Suhada, S. (2023). Pengaruh implementasi augmented reality terhadap hasil belajar siswa pada materi fiber optik. *Inventor: Jurnal Inovasi dan Tren Pendidikan Teknologi Informasi*, 1(3), 22-30.
- Rahmatin, V. S., Andriana, E., & Fajari, E. W. (2025). Pengembangan media pembelajaran augmented reality untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 13(3).
- Ronaldo, P. J., Wijaya, I., & Menrisal, M. (2023). Perancangan media pembelajaran pengenalan mikrokontroler menggunakan augmented reality pada mata pelajaran sistem komputer. *Journal of Research and Investigation in Education*, 1(3), 70-74.
- Saidin, N., Halim, N. A., & Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International Education Studies*, 8(13).
- Sari, A. Y., & Widiyono, A. (2025). Penerapan model discovery learning berbasis media augmented reality (AR) terhadap keterampilan berpikir kritis pada materi tata surya di sekolah dasar. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 866-874.
- Sidik, D. F., & Gerhana, Y. A. (2023). Rancangan bangun media pembelajaran berbasis multimedia interaktif menggunakan augmented reality pada pelajaran komputer dan jaringan dasar di Sekolah SMA-IT Maroko. *Jurnal Abdimas Peradaban*, 4(1), 70-89.
- Sugiyono. (2020). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Tamba, F. J., Ardi, M. R., Arsa, I. G., & Sudiatmika, I. P. (2023). Pengenalan alat fiber optik menggunakan augmented reality. *Seminar Hasil Penelitian Informatika dan Komputer (SPINTER) Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali*, 564-569.
- Utami, A. N., & Rusnilawati. (2025). Augmented reality-based discovery learning: An effective strategy to improve critical thinking in sciences for grade IV. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 16(1), 293-306.
- Vari, Y. (2022). Pemanfaatan augmented reality untuk melatih keterampilan berpikir abad 21 di pembelajaran IPA. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 11(2), 70-75.