



Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Elektronika Berbasis *Augmented Reality* (AMPERE) sebagai Media Interaktif Pembelajaran Elektronika

Anak Agung Gde Ekayana^{1*}, Ni Kadek Puspita Dewi²

¹Rekayasa Sistem Komputer, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia, Indonesia

²Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia, Indonesia

*Penulis Korespondensi: gungekayana@instiki.ac.id

Abstract. *Electronics learning in higher education continues to face various challenges, particularly in the provision of interactive learning media capable of concretely and engagingly visualizing the form, characteristics, and working principles of electronic components. The limitations of conventional learning media often result in abstract learning processes, which in turn lead to a low level of student understanding of basic electronics concepts. This study aims to develop the AMPERE as an innovative and technologically relevant interactive learning medium. The research employed R&D approach using the Borg & Gall model, which includes the stages of needs analysis, design, product development, validity testing, and limited implementation. The AMPERE application was developed using marker based AR technology, in which a smartphone camera detects markers to display and interact with 3D electronic component objects in real time. The results indicate that the AMPERE application achieved a high level of validity, with a score of 0.88 from subject-matter experts and 0.84 from media experts, and was therefore deemed suitable for use as a learning medium. The small-group trial results showed a practicality level of 82.07%, while the practicality test during the implementation stage reached 85.67%. These findings demonstrate that AMPERE is effective in enhancing learning interactivity and assisting students in understanding the form, function, and working principles of electronic components through smartphone-based digital visualization. Theoretically, these results are consistent with constructivist learning theory, which emphasizes active knowledge construction through direct experience and interaction with learning objects.*

Keywords: *Augmented Reality; Electronics; Higher Education; Interactive; Learning Media.*

Abstrak. Pembelajaran Elektronika di perguruan tinggi masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam penyediaan media pembelajaran interaktif yang mampu memvisualisasikan bentuk, karakteristik, dan prinsip kerja komponen elektronika secara konkret dan menarik. Keterbatasan media pembelajaran konvensional menyebabkan proses pembelajaran cenderung bersifat abstrak, sehingga berdampak pada rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap konsep dasar elektronika. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan AMPERE sebagai media pembelajaran interaktif yang inovatif dan relevan dengan perkembangan teknologi digital. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (Research and Development) dengan model Borg & Gall, yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan produk, uji validitas, serta implementasi terbatas. Aplikasi AMPERE dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* berbasis Marker Based Tracking, di mana kamera smartphone digunakan untuk mendeteksi marker sehingga objek tiga dimensi (3D) komponen elektronika dapat ditampilkan dan diinteraksikan secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi AMPERE validitas yang tinggi berdasarkan penilaian ahli materi dengan skor 0,88 dan ahli media sebesar 0,84, sehingga dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Hasil uji coba kelompok kecil menunjukkan tingkat kepraktisan sebesar 82,07%, sedangkan uji kepraktisan pada tahap implementasi mencapai 85,67%. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa media AMPERE efektif dalam meningkatkan interaktivitas pembelajaran serta membantu mahasiswa memahami bentuk, fungsi, dan prinsip kerja komponen elektronika melalui visualisasi digital berbasis perangkat smartphone. Secara teoretis, hasil ini sejalan dengan teori pembelajaran konstruktivisme, yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman langsung dan interaksi dengan objek pembelajaran.

Kata kunci: *Augmented Reality; Elektronika; Interaktif; Media Pembelajaran; Pendidikan Tinggi.*

1. LATAR BELAKANG

Dinamika teknologi informasi saat ini mengalami perubahan yang sangat pesat, hal tersebut dapat dilihat dari semakin banyaknya media informasi interaktif yang diadopsi ke dalam berbagai bidang seperti halnya dibidang Pendidikan. Dalam dunia Pendidikan,

penggunaan media pembelajaran membawa pengaruh yang penting terhadap keilmuan mahasiswa dalam mempelajari keterampilan yang diajarkan. Menurut penelitian Susilawati et al., (2025) menjelaskan bahwa pembelajaran ideal merupakan proses kegiatan belajar yang dilakukan secara dua arah sehingga mampu mendorong kreativitas dan keaktifan dalam lingkungan belajar. Mahasiswa tidak hanya diberikan ilmu secara searah, namun harus diberi interaksi sehingga proses pembelajaran memberikan hasil yang lebih efektif. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Andriani et al., (2021) menjelaskan bahwa media pembelajaran yang efektif adalah media yang mampu memberikan pengetahuan kepada mahasiswa secara langsung, meningkatkan kemampuan berbahasa, merangsang berpikir kritis, menciptakan sikap positif, serta membantu pemahaman terhadap materi pembelajaran. Sementara itu, penelitian dari Madyani et al., (2020) mengungkapkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang menarik menciptakan komunikasi dua arah yang dapat membantu mahasiswa memahami materi yang diajarkan. Oleh karena itu, diperlukan media interaktif untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses belajar mengajar, salah satunya menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pendidikan.

Media pembelajaran berperan sebagai sarana pendukung yang memfasilitasi mahasiswa dalam memahami materi atau konsep pembelajaran. Oleh karena itu, pemilihan dan penggunaan media perlu diselaraskan dengan kebutuhan belajar serta perkembangan mahasiswa pada saat penerapannya. Dengan penyesuaian tersebut, media pembelajaran dapat berfungsi secara optimal dalam mewujudkan tujuan pengembangannya, yakni mentransformasikan konsep yang bersifat abstrak menjadi informasi yang lebih konkret dan bermakna bagi siswa. Media pembelajaran turut berkontribusi dalam pencapaian tujuan pembelajaran secara menyeluruh. Kondisi ini selaras dengan pendekatan pembelajaran yang menempatkan media sebagai instrumen untuk menghadirkan pengalaman belajar baru sehingga mampu menumbuhkan rasa ingin tahu dan ketertarikan siswa terhadap materi yang dipelajari.

Kendala yang dihadapi pengajar dan mahasiswa dalam proses pembelajaran pada mata kuliah elektronika yaitu kegiatan pembelajaran masih menggunakan bahan ajar yang masih konvensional seperti buku, modul, dan slide Powerpoint (PPT). Menurut bapak Windaryoto dan Bapak Surya Pradhana selaku dosen Rekayasa Sistem Komputer mengungkapkan bahwa kegiatan pembelajaran mata kuliah Elektronika cenderung lebih dominan menggunakan modul dan slide Powerpoint daripada menggunakan bahan ajar alternatif sebagai media pembelajaran. Hal ini menimbulkan tantangan dalam memahami bentuk asli komponen sehingga kurangnya pemahaman mahasiswa terkait konsep dari pembelajaran tersebut. Hasil penelitian dari

Santyasa et al., (2020) menjelaskan bahwa penggunaan media konvensional dianggap kurang efektif dan efisien dalam menyampaikan materi abstrak dan kompleks, seperti bentuk-bentuk bangun ruang atau pun bentuk dari komponen-komponen elektronika. Penggunaan gambar pada modul atau Powerpoint cenderung membuat mahasiswa kurang interaksi dan pasif saat pembelajaran di kelas. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Baharuddin, (2012) menegaskan bahwa penggunaan media Powerpoint cenderung kurang menarik minat dan semangat mahasiswa, dampaknya adalah sebagian besar mahasiswa sulit memusatkan perhatian pada materi yang disampaikan dan mengakibatkan pemahaman informasi yang kurang selama proses pembelajaran. Meninjau permasalahan tersebut dapat dilakukan melalui pemanfaatan penggunaan teknologi terkini yang dapat membantu mahasiswa dalam memvisualisasikan bentuk komponen-komponen elektronika selama proses pembelajaran. Salah satu solusinya adalah dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Jeki et al., (2023) media AR merupakan sebuah sistem yang dapat menggabungkan objek buatan komputer atau objek digital baik dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata dan terintegrasi dalam waktu yang bersamaan. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh (Kostov & Wolfartsberger, 2022) menyatakan bahwa penerapan teknologi *Augmented Reality* dalam media pembelajaran dapat meningkatkan pengalaman dan keterampilan mahasiswa. Fitur tiga dimensi pada media AR membantu mahasiswa mendalami pengetahuan mereka melalui tampilan langsung pada perangkat smartphone. Inovasi tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ekayana et al., (2022) memaparkan bahwa keterbatasan fasilitas di kampus dalam menyediakan akses media menjadi pemicu utama permasalahan yang mengakibatkan kegiatan pembelajaran sulit dipahami. Namun, dengan adanya *aplikasi Augmented Reality*, mahasiswa mendapatkan bantuan sehingga mampu memahami materi dengan lebih mudah. Implikasi media AR antara lain pembelajaran menjadi lebih aktif dan terjadi peningkatan hasil belajar siswa dibandingkan sebelumnya. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Purwati et al., (2022) menegaskan bahwa *aplikasi Augmented Reality* dengan pendekatan etnomatematika siswa SMP dinilai cocok sebagai media pembelajaran. Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nita & Pratiwi, (2022) menunjukkan bahwa nilai skor yang diperoleh dari *aplikasi Augmented Reality* yang dikembangkan adalah 81,31% termasuk ke dalam kategori sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

Berdasarkan analisis permasalahan yang telah diuraikan serta temuan penelitian sebelumnya, *Augmented Reality* (AR) terbukti berpotensi meningkatkan motivasi belajar mahasiswa, memperdalam pemahaman konsep, serta menghadirkan pengalaman belajar yang

lebih interaktif. Perkembangan dan inovasi teknologi pembelajaran memberikan peluang strategis bagi pendidik untuk merancang proses pembelajaran yang lebih menarik dan bermakna. Penelitian ini menegaskan adanya transformasi signifikan dalam praktik pendidikan sekaligus menyoroti urgensi integrasi teknologi, khususnya AR, dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran dan pengembangan keterampilan mahasiswa. Oleh karena itu, sebagai solusi atas permasalahan yang diidentifikasi, penelitian ini mengusulkan pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Elektronika Berbasis Augmented Reality (AMPERE) yang dibangun sebagai media interaktif untuk mendukung pembelajaran mata pelajaran Elektronika.

2. KAJIAN TEORITIS

Augmented Reality

Teknologi Augmented Reality (AR) memfasilitasi konvergensi antara objek virtual dan lingkungan fisik dalam satu kerangka waktu yang sama, yang pada gilirannya menciptakan pengalaman interaktif bagi pengguna terhadap elemen-elemen di kedua ranah tersebut (Nugraha et al., 2022). Pada konteks pendidikan, Augmented Reality dipandang sebagai teknologi inovatif yang mampu meningkatkan kualitas pembelajaran melalui pengalaman belajar yang imersif dan interaktif. AR memungkinkan penyajian materi pembelajaran yang kompleks dan abstrak menjadi lebih konkret melalui visualisasi tiga dimensi dan simulasi interaktif (Ariantini et al., 2024). Sejumlah kajian teoritis menunjukkan bahwa AR dapat meningkatkan keterlibatan belajar, perhatian, dan motivasi mahasiswa karena menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan kontekstual. Selain itu, AR mendukung pembelajaran aktif dengan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengeksplorasi objek pembelajaran secara mandiri dan melakukan interaksi langsung, sehingga proses konstruksi pengetahuan menjadi lebih optimal (Ayu et al., 2022; Wiweka et al., 2024).

Pemanfaatan Augmented Reality selaras dengan teori konstruktivisme, pembelajaran multimedia, dan experiential learning. Konstruktivisme menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman dan interaksi, yang dapat difasilitasi secara efektif melalui lingkungan AR. Sementara itu, teori pembelajaran multimedia menjelaskan bahwa integrasi berbagai saluran informasi, seperti visual, teks, dan interaksi, dapat meningkatkan pemrosesan kognitif dan pemahaman konsep. AR juga mendukung experiential learning dengan menyediakan pengalaman belajar langsung melalui simulasi yang menyerupai kondisi nyata.

Media Interaktif

Media interaktif dapat didefinisikan sebagai sarana pembelajaran yang memfasilitasi terjadinya interaksi timbal balik antara pengguna dan sistem, sehingga mahasiswa tidak

sekadar berperan sebagai penerima informasi, melainkan terlibat secara aktif sebagai partisipan dalam proses pembelajaran (Kusumasari et al., 2022; Pradnyana et al., 2021). Media ini mengintegrasikan berbagai elemen seperti teks, gambar, audio, video, animasi, dan interaktivitas yang dirancang untuk merespons tindakan pengguna secara langsung (Azzahra et al., 2025). Secara konseptual, media interaktif bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan belajar (engagement) dengan menyediakan pengalaman belajar yang lebih dinamis, adaptif, dan responsif dibandingkan media pembelajaran konvensional yang bersifat satu arah. Pengembangan dan pemanfaatan media interaktif sejalan dengan teori konstruktivisme, pembelajaran multimedia, dan pembelajaran berbasis teknologi. Teori konstruktivisme menekankan bahwa pembelajaran berlangsung secara optimal ketika mahasiswa terlibat aktif dalam membangun pengetahuannya melalui interaksi dan pengalaman belajar (Budyastuti & Fauziati, 2021; Suparno, 1997).

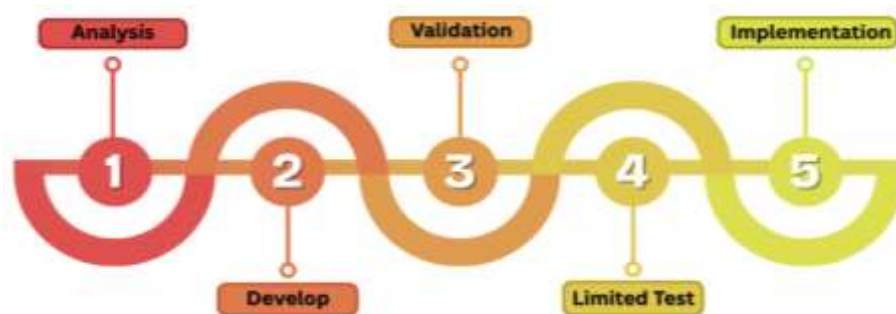
Aplikasi Media Pembelajaran Elektronika Berbasis Augmented Reality (AMPERE)

Aplikasi Media Pembelajaran Elektronika Berbasis Augmented Reality (AMPERE) merupakan inovasi teknologi pendidikan yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran Elektronika melalui integrasi antara objek virtual dan lingkungan nyata secara real-time (Anwar et al., 2024; Nita & Pratiwi, 2022). Secara konseptual, AMPERE menggabungkan karakteristik media pembelajaran interaktif dengan teknologi Augmented Reality untuk menyajikan komponen elektronika dalam bentuk visualisasi tiga dimensi yang dapat diamati dan diinteraksikan secara langsung melalui perangkat smartphone. Pengembangan AMPERE selaras dengan teori konstruktivisme, pembelajaran multimedia, dan experiential learning. Teori konstruktivisme menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui interaksi dan pengalaman langsung, yang difasilitasi melalui eksplorasi objek 3D dalam lingkungan AR (Budyastuti & Fauziati, 2021). Selanjutnya, teori pembelajaran multimedia mendukung integrasi elemen visual, teks, dan interaksi yang mampu meningkatkan pemrosesan kognitif dan pemahaman konsep abstrak. Sementara itu, experiential learning menjelaskan bahwa pengalaman belajar langsung melalui simulasi dan visualisasi digital dapat memperkuat pemahaman dan retensi pengetahuan.

3. METODE PENELITIAN

Research and Development (R&D) digunakan sebagai metode dalam pengembangan media pembelajaran AR berbasis smartphone. R&D bertujuan untuk menghasilkan produk dan prosedur inovatif yang kontekstual dalam bidang pendidikan melalui tahapan sistematis yang mencakup proses perancangan, pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan produk guna

mencapai kriteria kualitas dan efektivitas yang telah ditentukan (Sativa & Syaban, 2022). Model Borg dan Gall yang disederhanakan dikembangkan oleh *Center for Policy Research and Innovation*, yang merumuskan lima tahap utama dalam proses pengembangan, yaitu analisis, pengembangan, validasi, uji coba dan implementasi (Puslitjaknov, 2008). Model pengembangan lima tahap ini dinilai relevan dengan karakteristik pengembangan media karena mendukung proses iteratif yang memungkinkan perbaikan berkelanjutan berdasarkan hasil evaluasi pada setiap tahap pengembangan (Borg & Gall, 2002). Meskipun pendekatan ini berpotensi membatasi tahapan evaluasi tetapi memiliki keunggulan yang terletak pada kemampuan menjaga kualitas proses pengembangan melalui tahapan yang terstruktur. Efisiensi waktu serta orientasi pada praktik yang dibutuhkan dalam pengembangan media pembelajaran AR menjadikan model ini tetap relevan dan dapat dipertanggungjawabkan secara metodologi. Penelitian ini mengarah pada pengembangan media pembelajaran berbasis *smartphone* melalui integrasi teknologi AR yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas interaksi pembelajaran serta memperdalam pemahaman konsep pada mata kuliah Elektronika. Tahapan pengembangan media AMPERE ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Media.

Pada tahap analisis, telah dilaksanakan kajian terhadap kondisi aktual pembelajaran pada mata kuliah Elektronika disertai identifikasi terhadap tren pemanfaatan teknologi AR dalam dunia pendidikan. Kegiatan ini mencakup studi literatur dan analisis kebutuhan pendidikan yang diperkuat melalui data survei dan publikasi hasil analisis kebutuhan pembelajaran. Selanjutnya, tahap pengembangan diawali dengan perancangan prototipe AMPERE, termasuk pengumpulan objek visual yang diperlukan untuk membangun konten aplikasi. Proses ini diikuti oleh pengembangan instrumen evaluasi dan penyusunan konten media secara sistematis. Tahap validasi dan revisi media melibatkan penilaian oleh para ahli di bidang materi dan media pembelajaran dengan fokus pada relevansi konten, kejelasan visual, serta kesesuaian pedagogis. Umpan balik yang diperoleh dari para pakar digunakan sebagai dasar untuk menyempurnakan media agar sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik

mahasiswa. Setelah proses validasi, uji coba terbatas dilaksanakan pada kelompok terbatas untuk menilai tingkat kepraktisan dan respons pengguna. Masukan yang diperoleh dari uji coba ini menjadi dasar dalam optimalisasi fitur dan navigasi media. Tahap implementasi dilakukan dengan uji coba media pembelajaran AMPERE di dalam kelas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian pengembangan ini difokuskan pada penciptaan media pembelajaran Elektronika berbasis smartphone. Media AMPERE yang dihasilkan mampu memenuhi aspek validitas dan kepraktisan sebagai media pembelajaran. Tahapan pengembangannya mengacu pada model Borg and Gall yang telah dimodifikasi menjadi lima langkah utama, meliputi analisis kebutuhan, pengembangan produk awal, validasi oleh ahli, pelaksanaan uji coba, serta tahap implementasi.

Pertama, tahap analisis dalam penelitian berpusat pada pengumpulan data yang berkaitan dengan tren pemanfaatan teknologi AR dalam pendidikan khususnya di bidang elektronika. Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan bidang rekayasa sistem komputer masih terbatas. Selain itu, analisis kebutuhan dilakukan melalui penyebaran kuesioner dan wawancara kepada mahasiswa dan dosen untuk mengidentifikasi tantangan pembelajaran dalam mata kuliah Elektronika. Sebanyak 84,3% mahasiswa melaporkan kesulitan dalam memahami materi, dan 76,2% menyatakan bahwa media pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman mereka. Dukungan terhadap penggunaan AR sebagai alat bantu pembelajaran juga tinggi dengan 88,4% mahasiswa menyatakan perlu inovasi dalam pembelajaran. AR dinilai mampu menawarkan pengalaman visualisasi real-time yang dapat memperjelas konsep abstrak dalam elektronika. Hasil wawancara dengan dosen pengampu dapat di cermati bahwa pembelajaran masih mengandalkan media konvensional seperti papan tulis dan presentasi PowerPoint yang dinilai kurang efektif untuk menyajikan simulasi rangkaian secara interaktif. Selain itu, analisis terhadap Rencana Pembelajaran Semester (RPS) menunjukkan bahwa beberapa materi penting seperti komponen pasif dan aktif, rangkaian seri, paralel, serta perhitungan nilai komponen sangat membutuhkan media berbasis visualisasi.

Kedua, tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk media pembelajaran AR yang dapat diakses melalui perangkat smartphone, khususnya untuk mendukung pembelajaran pada mata kuliah Elektronika. Proses pengembangan terdiri atas beberapa langkah utama, dimulai dengan perancangan mockup media pembelajaran yang mencakup

struktur antarmuka pengguna dan alur interaksi aplikasi berbasis mobile. Selanjutnya dilakukan pengumpulan aset desain, yang meliputi pemilihan referensi materi yang sesuai dengan topik pembelajaran serta pengumpulan objek pendukung seperti desain UI/UX untuk latar belakang aplikasi, gambar tiga dimensi (3D) dari setiap komponen elektronika, animasi interaktif dari rangkaian, dan simulasi materi terkait rangkaian elektronika. Tampilan media AR Elektronika ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan AR Elektronika dan Marker AR.

Media AMPERE yang dikembangkan dalam penelitian ini dilengkapi dengan berbagai fitur interaktif yang mendukung proses belajar mahasiswa pada mata kuliah Elektronika. Pada Gambar 2 menampilkan tampilan awal aplikasi, dan halaman petunjuk. Pada sisi kanan diperlihatkan marker media AMPERE yang dirancang. Di bagian tengah, ditampilkan halaman panduan penggunaan yang memberikan instruksi operasional mengenai cara mengaktifkan dan menggunakan fitur AR, serta penjelasan fungsi masing-masing tombol yang tersedia dalam aplikasi. Pada Gambar 3 menunjukkan tampilan layar kamera AR, di mana kamera perangkat memindai marker gambar dua dimensi (2D) yang kemudian dikonversi menjadi objek tiga dimensi (3D). Fitur ini dilengkapi dengan narasi suara yang otomatis aktif saat tombol informasi ditekan, memberikan penjelasan mengenai fungsi komponen yang ditampilkan. Kemampuan visualisasi 3D ini mempermudah mahasiswa dalam memahami struktur dan fungsi komponen elektronik secara lebih konkret. Selain itu, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4, media AR ini juga menyediakan fitur kalkulasi nilai komponen, yaitu resistor, kapasitor, dan induktor. Fitur ini membantu mahasiswa untuk menghitung nilai-nilai komponen secara langsung dalam aplikasi, sehingga mendukung pemahaman konseptual dan keterampilan praktis yang diperlukan dalam pembelajaran elektronika.



Gambar 3. Tampilan 3D dari bentuk Komponen Elektronika.



Gambar 4. Fitur Kalkulator Nilai Komponen Elektronika.

Ketiga, tahap validasi dilakukan untuk memastikan bahwa media pembelajaran telah memenuhi kualitas yang diharapkan sebelum dilanjutkan ke tahap implementasi. Validasi dilakukan melalui instrumen penelitian yang mencakup aspek kepraktisan, validasi oleh ahli media, dan ahli materi. Hasil perhitungan Aiken's V dari semua instrumen instrumen ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Validasi Instrumen Penelitian.

Instrumen	Hasil Validasi	Kategori
Instrumen Ahli Materi	0,86	Valid
Instrumen Ahli Media	0,84	Valid
Instrumen Kepraktisan	0,83	Valid

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, nilai validitas instrumen yang diperoleh dari ahli materi adalah sebesar 0,86, sementara nilai dari ahli media sebesar 0,84. Keduanya berada dalam rentang 0,6 hingga 1,0, yang mengindikasikan bahwa instrumen tersebut berada pada kategori valid. Adapun nilai validitas untuk instrumen kepraktisan tercatat sebesar 0,83, yang juga menunjukkan bahwa instrumen tersebut layak dan valid untuk digunakan dalam tahap uji terbatas dan implementasi. Proses validasi berfokus pada sejumlah indikator penilaian, yaitu

kejelasan instruksi, akurasi dan relevansi isi terhadap capaian pembelajaran, validitas konten, objektivitas, serta ketepatan penggunaan bahasa. Berdasarkan masukan dari para validator, sejumlah perbaikan dilakukan pada bagian butir instrumen agar dinilai lebih jelas, mudah dipahami, dan layak digunakan dalam penelitian. Setelah instrumen dinyatakan valid, proses dilanjutkan pada tahap validasi ahli materi dan ahli media. Proses validasi melibatkan masing-masing tiga validator. Instrumen untuk ahli media mencakup indikator desain pembelajaran, kualitas penyajian materi, serta keunggulan media secara keseluruhan. Validitas media dievaluasi berdasarkan tiga komponen utama, yaitu kualitas tampilan visual, performa perangkat lunak dan kemudahan navigasi serta tingkat interaktif media. Hasil uji ahli materi dan media ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Validasi Ahli Konten.

No	Aspek Materi Pembelajaran	Validator			Aiken's V	Category
		1	2	3		
1	Desain Pembelajaran	0,87	0,90	0,78	0,85	Valid
2	Penyajian Materi	0,95	0,89	0,92	0,92	Valid
3	Kebermanfaatan Media	0,92	0,88	0,82	0,87	Valid
	Rata-rata				0,88	Valid

Tabel 3. Validasi Ahli Media.

No	Aspek Media AR	Validator			Aiken's V	Category
		1	2	3		
1	Tampilan Visual Media	0,82	0,80	0,88	0,83	Valid
2	Performa Media AR dan Petunjuk/Navigasi Media	0,85	0,79	0,82	0,82	Valid
3	Interaktif Media AR	0,96	0,82	0,78	0,85	Valid
	Rata-rata				0,84	Valid

Hasil evaluasi pakar terhadap aspek materi dalam media pembelajaran AR menunjukkan skor rata-rata sebesar 0,88. Berdasarkan kriteria validitas, skor ini termasuk dalam kategori “valid”, yang mengindikasikan bahwa materi pada media pembelajaran AR layak digunakan dalam proses pembelajaran mata kuliah Elektronika. Sementara itu, aspek media memperoleh skor rata-rata sebesar 0,84, yang juga tergolong dalam kategori “valid,” menandakan bahwa media ini memenuhi kelayakan sebagai media pembelajaran. Meskipun media telah dinyatakan valid oleh para ahli, beberapa penyempurnaan tetap dilakukan berdasarkan masukan dari validator materi dan media untuk meningkatkan kualitas aplikasi secara keseluruhan. Penyempurnaan tersebut mencakup peningkatan kualitas visualisasi objek 3D, penyesuaian isi materi, penambahan fitur pembacaan nilai komponen, penggunaan kode warna pada resistor, serta penyempurnaan tampilan perhitungan komponen.

Keempat, uji coba terbatas dilakukan untuk memperoleh informasi awal terkait kelayakan dan respons pengguna terhadap media pembelajaran yang telah divalidasi. Subjek uji coba terdiri dari sepuluh mahasiswa Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Teknologi dan Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia, yang telah menyelesaikan mata kuliah Elektronika. Pada uji coba kelompok kecil, mahasiswa diarahkan untuk menggunakan media pembelajaran AR melalui smartphone secara mandiri dalam mempelajari materi Elektronika. Penggunaan media ini difokuskan pada pemanfaatan fitur-fitur AR untuk memperkuat pemahaman konsep secara visual dan interaktif. Penilaian terhadap kepraktisan media ditampilkan dalam Tabel 4. Berdasarkan hasil uji coba terbatas yang melibatkan sepuluh mahasiswa, diperoleh nilai rata-rata kepraktisan sebesar 82,07%, yang tergolong dalam kategori sangat praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran AR berbasis smartphone dinilai mudah digunakan dan mendukung proses pembelajaran elektronika.

Tabel 4. Uji Kepraktisan Kelompok Terbatas.

No	Aspek Media AR Elektronika	Persentase (%)	Kriteria
1	Tingkat keteraksesan dalam pengoperasian media	82.7	Praktis
2	Optimalisasi waktu dalam pemanfaatan media	80.4	Praktis
3	Fitur media dipahami secara eksplisit	81.6	Praktis
4	Menunjukkan konsistensi saat digunakan	83,6	Praktis
	Rata-rata	82,07	Praktis

Media pembelajaran AR berbasis smartphone memperoleh skor rata-rata kepraktisan sebesar 85,67%, yang tergolong dalam kategori sangat praktis. Hasil ini mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan tidak hanya mudah digunakan tetapi juga mendukung proses pembelajaran dalam konteks kelas yang lebih besar.

Tabel 5. Uji Kepraktisan Media AMPERE.

No	Aspek Media AR Elektronika	Persentas (%)	Kriteria
1	Tingkat keteraksesan dalam pengoperasian media	84.5	Praktis
2	Optimalisasi waktu dalam pemanfaatan media	87.4	Praktis
3	Fitur media dipahami secara eksplisit	85.6	Praktis
4	Menunjukkan konsistensi saat digunakan	85,2	Praktis
	Rata-rata	85,67	Praktis

Pembahasan

Perkembangan pembelajaran di era digital menghadirkan tantangan sekaligus peluang dalam menyampaikan materi secara efektif kepada mahasiswa (Sukardjo et al., 2024). Salah satu tantangan adalah menciptakan lingkungan belajar yang menarik dan interaktif, khususnya pada mata kuliah dengan tingkat kompleksitas tinggi seperti elektronika (Anwar et al., 2024;

Tuli et al., 2022). Mengatasi hal tersebut, pemanfaatan teknologi sebagai sumber belajar telah menjadi pendekatan yang semakin relevan dan diminati. Salah satu bentuk teknologi yang potensial untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran mandiri adalah *Augmented Reality* (AR) berbasis *smartphone*. Teknologi ini membantu integrasi antara objek virtual dan lingkungan nyata dalam satu tampilan, sehingga mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, imersif, dan mudah diakses oleh mahasiswa (Muskhir et al., 2025; Sari & Dantes, 2024; Susilawati et al., 2025).

Teknologi AR memberikan kemampuan untuk menggabungkan objek virtual ke dalam lingkungan nyata, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif (Jailungka et al., 2020). Media pembelajaran berbasis AR yang dikembangkan dalam bentuk aplikasi dirancang sebagai media pembelajaran untuk mendukung pemahaman mahasiswa selama proses belajar. Media ini dilengkapi dengan berbagai fitur, seperti penyajian materi melalui simulasi komponen tiga dimensi (3D), tutorial dalam bentuk audio dan video, serta kuis interaktif yang memungkinkan mahasiswa untuk mengeksplorasi konsep materi elektronika. Penggunaan media AR ini melalui perangkat *smartphone* yang memberikan fleksibilitas sehingga proses pembelajaran berlangsung kapan saja dan di mana saja. Hal ini menjadi solusi atas keterbatasan waktu dan lokasi yang kerap ditemui dalam pendekatan pembelajaran konvensional. Media pembelajaran AR yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan dengan mengacu pada kurikulum mata kuliah Elektronika serta disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik mahasiswa. Sebelum diterapkan dalam proses pembelajaran, media ini telah melalui serangkaian tahapan pengujian untuk memastikan kebermanfaatannya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran AR telah sesuai dengan capaian pembelajaran dan substansi materi pada mata kuliah Elektronika. Namun demikian, implementasi media berbasis AR tidak terlepas dari sejumlah tantangan teknis. Beberapa mahasiswa mengungkapkan adanya kendala dalam pengoperasian aplikasi khususnya pada fitur simulasi 3D dan navigasi antar menu. Selain itu, keterbatasan perangkat dengan spesifikasi rendah menjadi kendala tersendiri bagi mahasiswa mengingat aplikasi AR membutuhkan perangkat dengan spesifikasi menengah hingga tinggi untuk dapat berfungsi secara optimal (Cao et al., 2023; Holford et al., 2025). Meskipun terdapat beberapa kendala teknis, hasil evaluasi dari pengujian menunjukkan bahwa media pembelajaran AR memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa berbagai fitur pembelajaran seperti teks, audio, visual, video pembelajaran, dan simulasi komponen elektronika 3D telah terintegrasi secara efektif dan mendukung proses pembelajaran.

Peningkatan aktivitas belajar yang menarik dan interaktif mencerminkan bahwa media pembelajaran AR dalam mata kuliah Elektronika mampu menyajikan materi secara adaptif, visual, interaktif, dan efektif dalam mendukung pemahaman terhadap konsep-konsep belajar Elektronika. Nilai kepraktisan media AR Elektronika berada pada kategori sangat praktis yang menunjukkan bahwa telah media AR dapat digunakan dengan efektif oleh mahasiswa sehingga memberikan kontribusi positif yang nyata dalam proses pembelajaran. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa media pembelajaran berbasis AR memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada bidang keilmuan teknis, khususnya dalam program studi Rekayasa Sistem Komputer.

Temuan ini juga didukung oleh hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan manfaat yang signifikan dari penerapan AR dalam pembelajaran, seperti peningkatan motivasi belajar, hasil akademik, dan keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian sebelumnya oleh Muskhir et al., (2025) mengungkapkan bahwa media dengan memanfaatkan teknologi AR mempermudah pemahaman konsep rangkaian listrik sekaligus mendukung pelaksanaan praktik secara lebih efektif. Sementara itu, hasil penelitian Susilawati et al., (2025) menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis smartphone dapat menjadi alternatif metode pembelajaran yang inovatif, efektif, dan adaptif, dengan memanfaatkan perkembangan teknologi sebagai solusi dalam proses pembelajaran. Pengembangan media pembelajaran AR berbasis smartphone dalam penelitian ini merujuk pada berbagai studi sebelumnya terkait pengembangan media untuk mata kuliah elektronika yang masih tergolong sebagai inovasi baru dan belum banyak dieksplorasi. Kondisi ini memberikan tantangan untuk menghadirkan solusi media pendukung melalui pemanfaatan teknologi AR sebagai media pembelajaran interaktif pada mata kuliah tersebut. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa teknologi AR dapat diadaptasi secara efektif untuk memenuhi tuntutan kognitif dan teknis mahasiswa di bidang teknik. Dari sudut pandang kawasan teknologi pendidikan, penelitian ini berada dalam ranah pengembangan yang bertujuan menciptakan produk pembelajaran inovatif berbasis teknologi yang didesain untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar. Pendekatan ini selaras dengan prinsip-prinsip pengembangan dalam teknologi pendidikan yang menekankan integrasi antara desain instruksional, pemanfaatan media interaktif, dan keberlanjutan dalam praktik pembelajaran.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa media pembelajaran Elektronika berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan pada perangkat smartphone berhasil memenuhi kebutuhan pembelajaran pada mata kuliah Elektronika. Penerapan media pembelajaran AR Elektronika memberikan dampak positif terhadap proses dan hasil belajar mahasiswa Program Studi Rekayasa Sistem Komputer. Media ini mampu meningkatkan interaktivitas pembelajaran, mendorong motivasi belajar, serta membantu mahasiswa dalam memahami konsep-konsep elektronika yang bersifat abstrak melalui visualisasi dan simulasi tiga dimensi. Fleksibilitas penggunaan media juga mendukung pembelajaran mandiri, memungkinkan mahasiswa mengakses materi secara efisien tanpa dibatasi oleh waktu dan tempat.

Sebagai bagian dari inovasi teknologi pendidikan, pengembangan media pembelajaran Elektronika berbasis *Augmented Reality* (AR) ini merepresentasikan penerapan teknologi digital yang selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21. Media yang dikembangkan berlandaskan pada teori pembelajaran konstruktivisme dan multimedia, yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif mahasiswa serta penyajian informasi melalui kombinasi visual, teks, dan interaksi. Pemanfaatan AR memungkinkan terjadinya pengalaman belajar yang imersif, di mana mahasiswa dapat membangun pemahaman konseptual melalui eksplorasi langsung objek tiga dimensi, sehingga mendukung proses internalisasi pengetahuan secara lebih bermakna. Dari sisi praktis, media pembelajaran ini memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran Elektronika, baik dalam konteks pembelajaran tatap muka maupun mandiri. Dosen memperoleh alternatif media inovatif untuk menjelaskan materi yang kompleks, sementara mahasiswa mendapatkan sarana belajar yang fleksibel, mudah diakses, dan kontekstual.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama pada ruang lingkup penerapan yang terbatas pada satu mata kuliah serta adanya kendala terkait ketersediaan perangkat dan perbedaan tingkat literasi digital pengguna. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas implementasi media AR pada bidang studi lain, mengkaji dampak penggunaan media terhadap retensi pengetahuan jangka panjang, serta mengembangkan fitur personalisasi agar media pembelajaran menjadi lebih adaptif dan inklusif. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa media pembelajaran AR berbasis smartphone memiliki potensi yang signifikan untuk dikembangkan dan diadopsi secara lebih luas dalam mendukung pembelajaran di era digital.

DAFTAR REFERENSI

- Andriani, A. A., Sultan, A. D., Rufaida, S., & Nurfadilah, N. (2021). Development of physics learning media based mobile learning using Adobe Flash CS6 at Muhammadiyah University of Makassar. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 91–97. <https://doi.org/10.26618/jpf.v9i1.4651>
- Anwar, M., Hendriyani, Y., Zulwisli, Hidayat, H., & Sabrina, E. (2024). Analyzing the impact of augmented reality on trait thinking for electronics science learning in engineering education. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(11), 1624–1637. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.11.2193>
- Ariantini, M. S., Rajasyah, A. Y., Ariasih, N. K., Indradewi, I. G. A. A. D., & Parwita, W. G. S. (2024). Augmented reality introduction to Cirebon mask at Setia Darma Mask House Gianyar. *Jurnal Info Sains: Informatika dan Sains*, 14(2), 140–150. <https://doi.org/10.54209/infosains.v14i02.4493>
- Ayu, F., Suryani, D., Muhammad, & Maria, S. (2022). Pemanfaatan augmented reality sebagai media pembelajaran di masa pandemi pada mata kuliah desain grafis. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 5(1), 123–131. <https://doi.org/10.31539/intecom.v5i1.3865>
- Azzahra, A., Mawarsari, V. D., & Suprayitno, J. S. (2025). AISITARU: Pengembangan media pembelajaran interaktif dengan pendekatan realistic mathematics education (RME) materi luas bangun datar untuk siswa tunarungu. *Issues in Mathematics Education*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.35580/imed.v9i1.6626>
- Baharuddin, D. (2012). *Teori belajar dan pembelajaran*. Ar-Ruzz Media.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (2002). *Educational research: An introduction* (7th ed.). Pearson Education.
- Budyastuti, Y., & Fauziati, E. (2021). Penerapan teori konstruktivisme pada pembelajaran daring interaktif. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 3(2), 112–119. <https://doi.org/10.36232/jurnalpendidikandasar.v3i2.1126>
- Cao, J., Lam, K. Y., Lee, L. H., Liu, X., Hui, P., & Su, X. (2023). Mobile augmented reality: User interfaces, frameworks, and intelligence. *ACM Computing Surveys*, 55(9). <https://doi.org/10.1145/3557999>
- Ekayana, A. A. G., Putra, P. S. U., & Destiansyah, B. T. (2022). Android-based learning media in supporting the recovery of science learning class VII. *JINOTEP (Jurnal Inovasi dan Teknologi Pembelajaran)*, 9(2), 197–204. <https://doi.org/10.17977/um031v9i22022p197>
- Holford, R., Wales, M., Kelly, L. J., Bednarski, S., Bullock, A., Harrap, R., Macdonald, Z., & Graham, T. C. N. (2025). ScriptAR: No-code development of augmented reality educational games. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 9(4). <https://doi.org/10.1145/3734188>
- Jailungka, P., Charoenseang, S., & Thammatinno, C. (2020). Augmented reality and microbit for project-based learning. In C. J. Y. C. & F. G. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 12191, pp. 219–235). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49698-2_15
- Jeki, I. K., Putra, L., Ardana, I. M., & Suweken, G. (2023). Pengembangan media pembelajaran adaptif dengan teknik detour untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika

- peserta didik. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 11(2), 332–349. <https://doi.org/10.25273/jipm.v11i2.15352>
- Kostov, G., & Wolfartsberger, J. (2022). Designing a framework for collaborative mixed reality training. In L. F., A. M., & P. A. (Eds.), *Procedia Computer Science* (Vol. 200, pp. 896–903). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.287>
- Kusumasari, V., Chandra, T. D., Muksar, M., & Rahardi, R. (2022). Pengembangan e-modul berbasis problem based learning untuk mendukung pembelajaran daring dengan flipped classroom. *Prisma*, 5, 195–201.
- Madyani, I., Yamtinah, S., Utomo, S. B., Saputro, S., & Mahardiani, L. (2020). Profile of students' creative thinking skills in science learning. *Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Innovation and Quality Education*, 397, 957–964. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200129.119>
- Muskhir, M., Luthfi, A., Effendi, H., Jalinus, N., Samala, A. D., & Slavov, V. (2025). Can mobile-based augmented reality improve learning in electrical circuit education? *International Journal of Information and Education Technology*, 15(3), 595–604. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.3.2268>
- Nita, S., & Pratiwi, A. O. C. (2022). Implementasi augmented reality sebagai media pembelajaran interaktif algoritma pemrograman. *JBKom (Jurnal Bina Komputer)*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.33557/jbkom.v4i1.1723>
- Nugraha, B. S. D., Wibowo, D. W., & Ravandhika, A. (2022). Penerapan teknologi leap motion dengan augmented reality sebagai media pembelajaran bakteri. *Jurnal Sistem dan Informatika*, 16(2), 68–76. <https://doi.org/10.30864/jsi.v16i2.405>
- Pradnyana, I. K. A., Agustini, K., & Santyasa, I. W. (2021). Pengembangan e-modul interaktif kolaboratif pada mata pelajaran komputer dan jaringan dasar. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 1(4), 218–225. <https://doi.org/10.57008/jjp.v1i04.24>
- Purwati, D., Mardhiah, A., Nurhasanah, E., & Ramli, R. (2022). The six characteristics of andragogy and future research directions in EFL: A literature review. *Elsya: Journal of English Language Studies*, 4(1), 86–95. <https://doi.org/10.31849/elsya.v4i1.7473>
- Puslitjaknov. (2008). *Learning innovation development research methods*. Pusat Penelitian Kebijakan dan Inovasi Pendidikan.
- Santyasa, I. W., Rapi, N. K., & Sara, I. W. W. (2020). Project-based learning and academic procrastination of students in learning physics. *International Journal of Instruction*, 13(1), 489–508. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13132a>
- Sari, M. R. P., & Dantes, N. (2024). Increasing fifth grade students' learning motivation through learning modules containing augmented reality. *Jurnal Edutech Undiksha*, 11(2), 307–316. <https://doi.org/10.23887/jeu.v11i2.59826>
- Sativa, F. O., & Syaban, M. B. A. (2022). Pengembangan evaluasi berbasis media permainan ular tangga pada materi berbagai pekerjaan kelas IV sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6981–6989. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3442>
- Sukardjo, M., Situmorang, R., Kandriasari, A., Marsofiyati, Rahmat, S. T., & Mahadewi, L. P. P. (2024). Examining the effectiveness of augmented reality-based practical models in electropneumatic education in vocational high schools. *Jurnal Edutech Undiksha*, 12(2), 224–231. <https://doi.org/10.23887/jeu.v12i2.75021>
- Suparno, P. (1997). *Filsafat konstruktivisme dalam pendidikan*. Kanisius.

- Susilawati, Doyan, A., Rokhmat, J., Mulyadi, L., Rizaldi, D. R., Fatimah, Z., Ikhsan, M., & Ardianti, N. R. (2025). Integration of smartphone-based learning media and project-based learning to enhance creativity and scientific literacy in physics. *International Journal of Information and Education Technology*, 15(7), 1449–1459. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.7.2346>
- Tuli, N., Singh, G., Mantri, A., & Sharma, S. (2022). Augmented reality learning environment to aid engineering students in performing practical laboratory experiments in electronics engineering. *Smart Learning Environments*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00207-9>
- Wiweka, I. K. A. Y., Widiana, I. W., & Bayu, G. W. (2024). Transforming science learning with augmented reality: The impact of Assemblr Edu on cognitive dissonance and thinking skills. *Jurnal Edutech Undiksha*, 12(2), 399–408. <https://doi.org/10.23887/jeu.v12i2.91225>