



Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Matakuliah Rangkaian Listrik

Satria Buana Putra^{1*}, Mukhlidi Muskhir²

^{1,2} Universitas Negeri Padang, Indonesia

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatera Barat

Korespondensi penulis: satriaking000@gmail.com

Abstract. *The development of digital technology has changed the landscape of educational media, especially in the field of engineering, where abstract concepts often pose a challenge. In electrical engineering education, students often have difficulty understanding concepts such as current flow and circuit behavior due to limited class time and a lack of visualization tools. This study aims to evaluate the effectiveness of Augmented Reality (AR)-based learning media in enhancing conceptual understanding, learning outcomes, and student engagement in the Electrical Circuits course. A quasi-experimental design with pre-test and post-test control groups was applied, involving two groups: one group used AR-based media, while the control group used traditional instruction. Both groups underwent pre-tests and post-tests with 30 multiple-choice questions. Data were analyzed using descriptive statistics and N-Gain scores. Results showed that the experimental group experienced a significant improvement, with the average post-test score increasing from 62 to 81 and an N-Gain score of 0.48, while the control group only improved from 61 to 71 with an N-Gain score of 0.25. Statistical tests confirmed significant differences between the two groups. These findings indicate that AR is effective in enhancing understanding of complex concepts and can be integrated into technical education curricula to meet modern learning demands.*

Keywords: *Augmented Reality, Learning Media, Electrical Circuits, Learning Outcomes, Interactive Learning.*

Abstrak. Perkembangan teknologi digital telah mengubah lanskap media pendidikan, terutama di bidang teknik, di mana konsep abstrak seringkali menjadi tantangan. Dalam pendidikan teknik listrik, mahasiswa sering kesulitan memahami konsep seperti aliran arus dan perilaku rangkaian karena waktu kelas yang terbatas dan kurangnya alat visualisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) dalam meningkatkan pemahaman konseptual, hasil belajar, dan keterlibatan mahasiswa di mata kuliah Rangkaian Listrik. Desain quasi-eksperimental dengan kelompok kontrol pra-tes dan pasca-tes diterapkan, melibatkan dua kelompok: satu kelompok menggunakan media berbasis AR, sementara kelompok kontrol menggunakan instruksi tradisional. Kedua kelompok menjalani pra-tes dan pasca-tes dengan 30 soal pilihan ganda. Data dianalisis dengan statistik deskriptif dan skor N-Gain. Hasil menunjukkan kelompok eksperimen mengalami peningkatan signifikan, dengan skor posttest rata-rata naik dari 62 menjadi 81 dan skor N-Gain 0,48, sementara kelompok kontrol hanya meningkat dari 61 menjadi 71 dengan skor N-Gain 0,25. Uji statistik mengonfirmasi perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Temuan ini menunjukkan bahwa AR efektif meningkatkan pemahaman konsep kompleks dan dapat diintegrasikan dalam kurikulum pendidikan teknis untuk memenuhi tuntutan pembelajaran modern.

Kata kunci: Augmented Reality, Media Pembelajaran, Rangkaian Listrik, Hasil Pembelajaran, Pembelajaran Interaktif.

1. LATAR BELAKANG

Media pembelajaran berperan penting dalam mendukung kesuksesan proses pendidikan, terutama dalam meningkatkan kualitas dan efektivitas pembelajaran. Pemilihan media yang tepat, yang disesuaikan dengan karakteristik materi dan kebutuhan peserta didik, dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif dan bermakna. Racionero-Plaza dkk. (2023) berargumen bahwa media pembelajaran bukan sekadar alat bantu, melainkan bagian integral dari strategi instruksional yang mendorong partisipasi aktif dan pemahaman

konseptual. Media pembelajaran dapat mencakup baik perangkat keras maupun perangkat lunak, termasuk teknologi digital yang semakin canggih. Menurut Arifianto dan Izzudin (2021) serta Liu (2022), media juga berfungsi sebagai alat komunikasi yang memperkuat interaksi antara pendidik dan peserta didik dalam berbagai konteks pembelajaran.

Dengan kemajuan teknologi, bentuk dan fungsi media pembelajaran telah mengalami transformasi signifikan. Alat konvensional seperti buku teks atau papan tulis kini dilengkapi atau bahkan digantikan oleh media digital yang lebih interaktif. Salah satu inovasi yang mendapat perhatian besar dalam pendidikan adalah Augmented Reality (AR). Teknologi ini memungkinkan penyajian materi dalam bentuk visual 3D real-time melalui perangkat digital seperti smartphone. Dalam pendidikan teknik, AR meningkatkan pengalaman belajar dengan membuat materi abstrak dan kompleks menjadi lebih konkret. Visualisasi ini memungkinkan peserta didik berinteraksi langsung dengan konten, yang pada akhirnya memperkuat keterlibatan dan mempercepat pemahaman materi (Souza & Debs, 2024).

Augmented Reality (AR) bekerja dengan menggabungkan dunia nyata dan virtual melalui perangkat seperti kamera dan sensor yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan objek digital di lingkungan nyata mereka. Dalam pendidikan teknik listrik, AR memiliki potensi besar untuk membantu peserta didik memahami konsep kompleks seperti komponen listrik dan aliran arus dalam rangkaian. Teknologi ini memfasilitasi eksperimen virtual, memungkinkan peserta didik merakit dan mengamati perilaku rangkaian tanpa memerlukan laboratorium fisik. Pengalaman belajar yang imersif dan realistis ini membantu mengatasi keterbatasan waktu dan akses terbatas terhadap alat fisik. Kiryakova (2020) dan Romano dkk. (2023) menegaskan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan meningkatkan efektivitas pembelajaran, keterlibatan kognitif, dan motivasi peserta didik.

Mata kuliah rangkaian listrik merupakan mata kuliah dasar dalam program Teknik Elektro dan menjadi landasan untuk mata kuliah lanjutan seperti mesin listrik, sistem kendali otomatis, dan pembangkitan tenaga listrik. Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan oleh Luthfi dkk. (2024), 78,6% mahasiswa dari angkatan 2022 dan 2023 melaporkan kesulitan dalam memahami materi mata kuliah ini. Tantangan utama meliputi kompleksitas materi, waktu kelas yang terbatas, dan kurangnya visualisasi dalam penyampaian materi. Temuan serupa dilaporkan oleh Anugrah (2023) dan Urban-Woldron (2023), yang menyoroti tingkat pemahaman yang rendah di kalangan mahasiswa akibat kurangnya pendekatan pembelajaran kontekstual dan interaktif. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengembangkan media pembelajaran inovatif yang dapat memvisualisasikan konsep dan mendukung pembelajaran mandiri.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas media pembelajaran berbasis AR dalam meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan praktis, dan motivasi belajar mahasiswa dalam mata kuliah rangkaian listrik. Hasil penelitian diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan metode pengajaran inovatif dan adaptif, serta menjadi acuan bagi lembaga pendidikan dalam merancang kurikulum yang relevan dengan tuntutan industri dan perkembangan teknologi terkini.

2. KAJIAN TEORITIS

Media Pembelajaran Interaktif

Media pembelajaran interaktif mengacu pada perangkat yang memungkinkan peserta didik berinteraksi langsung dengan materi melalui teknologi digital seperti video, animasi, dan audio, menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik dan efektif. Penelitian oleh Wulandari et al. (2023) menunjukkan bahwa media berbasis Genially yang interaktif dapat membantu peserta didik memahami materi dengan desain yang menarik, meningkatkan pemahaman dan keterlibatan. Selain itu, platform berbasis Nearpod yang dijelaskan oleh Messina et al. (2022) juga meningkatkan hasil belajar dengan elemen multimedia seperti video dan kuis interaktif, menjadikan pembelajaran lebih fleksibel dan berpusat pada peserta didik. Media interaktif juga terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman terhadap materi kompleks. Wardani et al. (2023) menemukan bahwa media berbasis Lectora Inspire meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam sains. Media ini dinilai valid dan praktis, mendukung pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan berpikir kritis. Selain itu, aplikasi berbasis Android yang memungkinkan siswa SMA mengakses materi secara interaktif (Wahid & Cerya, 2022) menunjukkan fleksibilitas media ini untuk disesuaikan dengan berbagai kebutuhan pendidikan. Dengan perkembangan teknologi, media berbasis multimedia semakin populer untuk meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran di berbagai mata pelajaran, termasuk matematika (Hartati et al., 2024).

Dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran interaktif, yang memanfaatkan teknologi seperti animasi, simulasi, dan multimedia, terbukti efektif meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik melalui interaksi aktif dengan materi pembelajaran. Penelitian menunjukkan bahwa media ini tidak hanya meningkatkan hasil belajar tetapi juga membantu peserta didik memahami konsep yang kompleks, seperti dalam pembelajaran rangkaian listrik. Penggunaan teknologi augmented reality sebagai media pembelajaran interaktif dapat memberikan dampak signifikan terhadap hasil belajar mahasiswa dengan menyajikan visualisasi konsep rangkaian listrik yang abstrak secara dinamis dan praktis, sehingga

mendorong keterlibatan aktif, pemahaman mendalam, dan retensi pembelajaran yang lebih tinggi.

Augmented Reality

Teknologi Augmented Reality (AR) telah diadaptasi untuk mendukung proses pembelajaran baik di kelas maupun pembelajaran jarak jauh, dengan meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran. AR memungkinkan visualisasi konsep-konsep abstrak melalui objek 3D dan informasi digital, yang membantu peserta didik memahami materi lebih mendalam. Penelitian oleh Liono et al. (2021) dan Mystakidis et al. (2022) menunjukkan bahwa AR meningkatkan kualitas pembelajaran dengan memfasilitasi pembelajaran mandiri dan memperkaya pengalaman belajar peserta didik. Dalam bidang teknik, AR digunakan untuk memvisualisasikan komponen kompleks dalam perakitan dan pemeliharaan mesin, mempercepat deteksi kesalahan, serta memungkinkan peserta didik untuk melakukan simulasi berulang tanpa biaya tambahan (Mekacher, 2019; Wang et al., 2022). Selain itu, integrasi AR dalam pendidikan dapat meningkatkan kinerja akademik, motivasi, dan efisiensi biaya (Militello et al., 2023).

Dapat disimpulkan bahwa Augmented Reality (AR) memiliki kemampuan untuk mendukung pembelajaran mandiri di dalam kelas serta memfasilitasi pembelajaran jarak jauh, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran. AR digunakan sebagai sarana berkomunikasi dengan peserta didik dan meningkatkan pengalaman belajar, berkontribusi menambah motivasi pada proses pembelajaran sehingga tercapainya keberhasilan pelajaran, baik secara pengetahuan dan keterampilan.

Penelitian Relevan

Penelitian tentang penggunaan Augmented Reality (AR) dalam pendidikan menunjukkan hasil yang konsisten dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik. Misalnya, Halim et al. (2020) mengungkapkan bahwa AR memiliki potensi signifikan dalam pendidikan TVET, dengan dosen menunjukkan pengetahuan tinggi dan persepsi positif terhadap penggunaannya. Nelson et al. (2022) menekankan bahwa AR dapat digunakan dalam pembelajaran pencak silat dengan hasil validasi ahli yang sangat baik, serta respons positif dari peserta didik. Selain itu, penelitian Ningrum et al. (2021) menunjukkan bahwa AR meningkatkan kemampuan multi-representasi peserta didik dalam materi hidrokarbon. Dalam konteks teknik, Hamzah & Kurniadi (2019) menemukan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran perangkat keras jaringan di SMK menghasilkan validitas dan praktikalitas yang tinggi, sementara Rahayu et al. (2022) mengembangkan media AR untuk memahami rangkaian listrik dasar yang menunjukkan kelayakan penggunaan hingga 92%. Penelitian Ilhamsyah et

al. (2022) dan Yolandita (2022) juga mengonfirmasi bahwa media AR efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kepraktisan dalam materi rangkaian listrik.

Beberapa studi lain seperti Wicaksono et al. (2023) dan Zakaria et al. (2023) menunjukkan bahwa AR dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi praktikum, dengan hasil positif dalam menarik minat peserta didik dan meningkatkan efektivitas pembelajaran. Wicaksono et al. (2023) menemukan bahwa aplikasi praktikum AR untuk rangkaian listrik membantu peserta didik dengan fitur interaktif dan menarik, sementara Zakaria et al. (2023) menunjukkan bahwa ARDI, sebuah buku digital berbasis AR, memberikan pengalaman belajar yang menarik dan bermanfaat. Semua penelitian ini mendukung penggunaan AR dalam meningkatkan hasil belajar, terutama dalam pembelajaran yang melibatkan konsep-konsep teknis dan ilmiah yang kompleks.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental untuk mengevaluasi efektivitas media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) dalam mata kuliah Teknik Elektro, khususnya pada topik rangkaian listrik. Penelitian ini mengadopsi desain quasi-eksperimental, yaitu Desain Pretest-Posttest Kelompok Kontrol, yang melibatkan dua kelas: satu sebagai kelompok eksperimen dan yang lain sebagai kelompok kontrol, yang berfungsi sebagai perbandingan untuk menilai perbedaan dalam hasil belajar peserta didik.

Tahap awal eksperimen quasi ini melibatkan pemberian pretest kepada kedua kelompok — kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen menerima perlakuan berupa aktivitas pembelajaran menggunakan media instruksional berbasis AR untuk topik rangkaian listrik, sementara kelompok kontrol menerima instruksi konvensional tanpa penggunaan media AR. Setelah proses pembelajaran selesai, post-test diberikan kepada kedua kelompok dengan jumlah soal dan alokasi waktu yang sama. Tujuan tahap ini adalah untuk mengukur efektivitas media berbasis AR dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa Teknik Elektro, khususnya dalam memahami konsep rangkaian listrik. Tabel 1 menggambarkan desain penelitian quasi-eksperimental.

Tabel 1. Desain penelitian

Kelompok	Pre-Test	Perlakuan	Post-Test
Eksperimen	O1	X	O2
Kontrol	O3	-	O4

Keterangan:

O1 : Uji coba awal kelompok eksperimen

X : Perlakuan menggunakan media pembelajaran MBAR

O2 : Uji coba akhir kelompok eksperimen

O3 : Uji coba awal kelompok kontrol

O4 : Uji coba akhir kelompok kontrol

Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap utama: persiapan, pelaksanaan, dan kesimpulan. Pada tahap persiapan, para peneliti merumuskan masalah, tujuan, dan hipotesis, mengembangkan instrumen penelitian berupa tes, serta merancang Rencana Pembelajaran Semester (RPS) yang selaras dengan pendekatan pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR). Instrumen-instrumen tersebut diuji validitas dan reliabilitasnya untuk memastikan kelayakannya. Tahap implementasi melibatkan pemberian pre-test kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol, diikuti dengan pemberian instruksi berbasis AR kepada kelas eksperimen dan pengajaran konvensional kepada kelas kontrol. Proses ini diakhiri dengan post-test untuk mengukur peningkatan hasil belajar. Tahap akhir melibatkan analisis data dan kesimpulan berdasarkan perbandingan hasil belajar antara kedua kelompok, memungkinkan efektivitas media pembelajaran berbasis AR dievaluasi secara objektif. Laporan akhir merangkum seluruh proses penelitian dan menunjukkan bahwa implementasi AR memiliki dampak positif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang konsep rangkaian listrik dalam program Teknik Elektro. Temuan ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi untuk pengembangan dan adopsi media pembelajaran berbasis teknologi secara lebih luas di pendidikan tinggi.

Peneliti menggunakan pendekatan analisis kuantitatif, termasuk statistik deskriptif dan inferensial, untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan dalam skor rata-rata sebelum dan setelah perlakuan. Analisis hasil belajar dilakukan melalui tes menggunakan rumus N-Gain. Aspek Skor Gain digunakan dengan membandingkan perbedaan antara hasil pre-test dan post-test. Setelah data penguasaan individu peserta didik diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah total peserta didik yang mencapai penguasaan dengan membandingkan skor pre-test dan post-test. Ini dihitung menggunakan Persamaan 1 dan dikategorikan sesuai dengan kriteria skor gain yang tercantum dalam Tabel 2

$$N - Gain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \quad (1)$$

Deskripsi:

S_{post} = Skor rata-rata posttest

S_{pre} = Skor rata-rata pretest

S_{maks} = Skor maksimum ideal (100)

Tabel 2. Kategori gain score

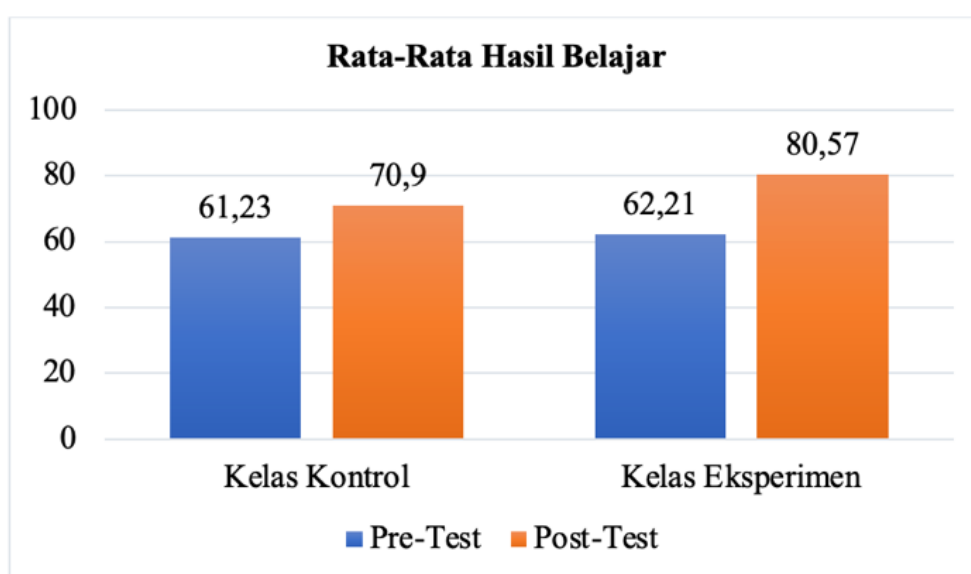
Gain Score	Kategori
$N - \text{gain} > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq N - \text{gain} \leq 0,70$	Sedang
$N - \text{gain} < 0,30$	Rendah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data hasil belajar

Hasil penelitian ini terdiri dari data yang diperoleh dari hasil belajar mahasiswa dalam mata kuliah Rangkaian Listrik. Pengumpulan data dilakukan melalui ujian yang diberikan kepada dua kelas sampel: kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelas kontrol terdiri dari 31 mahasiswa, sedangkan kelas eksperimen terdiri dari 29 mahasiswa. Ujian tersebut terdiri dari 30 soal pilihan ganda, masing-masing dengan lima opsi jawaban. Setiap jawaban benar diberi skor 1, yang kemudian dikonversi menjadi nilai 3,34, sedangkan jawaban salah diberi skor 0, dengan konversi nilai 0. Oleh karena itu, skor maksimum yang dapat diperoleh mahasiswa adalah 30, setara dengan skor 100. Rata-rata hasil belajar mahasiswa yang diperoleh dari studi ini disajikan dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Rata-rat hasil belajar mahasiswa

Gambar di atas menggambarkan perbandingan hasil belajar rata-rata mahasiswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen sebelum dan setelah intervensi. Di kelas kontrol, skor pra-tes rata-rata 61 meningkat menjadi 71 setelah pengajaran konvensional. Sementara itu, di kelas eksperimen, skor pra-tes rata-rata 62 meningkat secara signifikan menjadi 81 setelah menggunakan media pengajaran berbasis Augmented Reality (AR) untuk rangkaian listrik. Peningkatan yang lebih besar yang diamati pada kelas eksperimental menunjukkan bahwa penggunaan media Augmented Reality lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa Teknik Elektro dibandingkan dengan metode pengajaran tradisional. Temuan ini memperkuat argumen bahwa teknologi interaktif seperti AR dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan menarik, sehingga berdampak positif pada pemahaman konseptual dan prestasi akademik mahasiswa.

Analisis data hasil penelitian

a) Analisis deskriptif

Analisis statistik deskriptif bertujuan untuk menyajikan gambaran umum data sehingga memudahkan pembaca memahami informasi yang disajikan. Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik atau sifat-sifat data yang dikumpulkan. Hasil analisis deskriptif dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Statistik deskriptif

	N	Range	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Pre-test Kelas Kontrol	31	20	54	74	61.23	5.309
Post-test Kelas Kontrol	31	16	64	80	70.90	4.316
Pre-test Kelas Kontrol	28	28	46	74	62.21	6.806
Post-test Kelas Kontrol	28	18	72	90	80.57	4.803
Valid N	28					

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan hasil belajar di kedua kelas, baik kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Rata-rata skor pra-tes kelas kontrol adalah 61,23 dan meningkat menjadi 70,90 pada skor pasca-tes, sementara kelas eksperimen mengalami peningkatan dari 62,21 menjadi 80,57. Peningkatan yang lebih signifikan pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran rangkaian listrik berbasis Augmented Reality (AR) memiliki efektivitas yang lebih tinggi dalam meningkatkan pemahaman dan hasil belajar mahasiswa Teknik Elektro dibandingkan dengan metode

pembelajaran konvensional. Hal ini diperkuat oleh perbedaan rata-rata skor pasca-tes yang lebih besar pada kelas eksperimental sebesar 18,36 dibandingkan kelas kontrol sebesar 9,67 poin, serta simpangan baku yang relatif stabil, yang menunjukkan konsistensi hasil belajar mahasiswa dalam kelompok.

b) Analisis data hasil pembelajaran (Uji N-Gain)

Uji N-Gain bertujuan untuk menentukan peningkatan hasil belajar mahasiswa sebelum dan setelah menerima intervensi. Hasil uji N-Gain dapat dilihat pada Tabel 4 untuk kelas kontrol dan pada Tabel 5 untuk kelas eksperimen.

Tabel 4. Hasil analisis uji n-gain kelas kontrol

1	Rata-rata		N-Gain Score	% N-Gain Score
	PostTest-PreTest	S_Ideal-PreTest		
31	9.68	38.77	0.25	25
Kategori			Rendah	

Tabel 5. Hasil analisis uji n-gain kelas eksperimen

N	Rata-rata		N-Gain Score	% N-Gain Score
	PostTest-PreTest	S_Ideal-PreTest		
28	18.36	37.79	0.48	48
Kategori			Sedang	

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil analisis efektivitas menggunakan analisis N-Gain pada kelas kontrol dari skor pretest dan posttest 31 mahasiswa. Skor N-Gain rata-rata adalah 0,25 dengan kategori rendah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar di kelas kontrol atau tanpa menggunakan media berbasis AR tidak efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Sementara itu, Tabel 4.3 menunjukkan hasil analisis efektivitas menggunakan analisis N-Gain pada kelas eksperimen berdasarkan skor pra-tes dan pasca-tes dari 28 siswa. Skor N-Gain rata-rata adalah 0,48 dengan kategori sedang. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar di kelas eksperimen atau dengan menggunakan media berbasis AR dapat secara efektif meningkatkan hasil belajar mahasiswa dalam mata kuliah rangkaian listrik.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) secara signifikan meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Rangkaian Listrik. Skor rata-rata pretest pada kelas eksperimen meningkat pesat dari 62 menjadi 81 setelah diberikan perlakuan dengan media berbasis AR, sementara kelas kontrol

hanya meningkat dari 61 menjadi 71 dengan metode pengajaran konvensional. Peningkatan yang lebih besar pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa teknologi interaktif seperti AR dapat memperkuat pemahaman mahasiswa terhadap konsep abstrak yang sulit divisualisasikan melalui pendekatan tradisional. Temuan ini sejalan dengan penelitian Racionero-Plaza et al. (2023) yang menekankan bahwa media pembelajaran bukan hanya alat pelengkap, melainkan komponen integral dari strategi pengajaran yang mendorong keterlibatan aktif dan pemahaman konsep.

Analisis deskriptif mengungkapkan tidak hanya adanya peningkatan yang lebih tinggi dalam hasil belajar pada kelompok eksperimen, tetapi juga konsistensi dalam kinerja mahasiswa, yang tercermin dalam deviasi standar yang stabil. Hal ini mendukung asumsi bahwa visualisasi tiga dimensi dan interaktivitas yang ditawarkan oleh AR membantu mengurangi beban kognitif peserta didik saat menghadapi materi yang kompleks. Kemampuan untuk memanipulasi komponen rangkaian secara virtual memungkinkan pengalaman pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna. Menurut Souza & Debs (2024), AR menyediakan lingkungan pembelajaran imersif yang menjembatani dunia nyata dan digital, menjadikan pembelajaran lebih konkret dan fleksibel, baik di dalam maupun di luar kelas.

Berdasarkan analisis N-Gain, efektivitas media AR semakin dibuktikan dengan skor rata-rata N-Gain sebesar 0,48, yang masuk dalam kategori sedang, dibandingkan dengan 0,25 pada kelompok kontrol yang masuk kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa AR tidak hanya mempercepat pemahaman tetapi juga mendukung pembelajaran mandiri yang lebih efisien. Dalam konteks ini, AR berfungsi sebagai media yang mengatasi kendala waktu dalam pembelajaran di kelas dan terbatasnya akses ke peralatan laboratorium. Kiryakova (2020) dan Romano et al. (2023) juga menyatakan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan terbukti meningkatkan efektivitas pembelajaran, keterlibatan kognitif, dan motivasi peserta didik secara keseluruhan. AR muncul sebagai solusi pedagogis yang sangat relevan di era transformasi digital dalam pendidikan tinggi saat ini.

Selain efektivitas kuantitatifnya, penggunaan media berbasis AR memiliki implikasi praktis untuk pengembangan metode pengajaran yang lebih adaptif dan responsif, yang disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik digital-native saat ini. Mata kuliah Rangkaian Listrik menjadi dasar bagi mata kuliah lanjutan seperti Mesin Listrik dan Sistem Kontrol Otomatis, yang memerlukan pendekatan pengajaran yang bersifat teoritis dan kontekstual. Temuan ini konsisten dengan analisis kebutuhan yang dilakukan oleh Luthfi et al. (2024), yang mengungkapkan bahwa lebih dari 78% peserta didik melaporkan kesulitan dalam memahami materi karena kompleksitasnya dan kurangnya representasi visual. Oleh karena itu, integrasi

teknologi AR dalam kurikulum tidak hanya relevan, tetapi juga mendesak, khususnya dalam pendidikan teknik. Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan inovasi pengajaran yang berbasis teknologi dan berpusat pada mahasiswa.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan temuan penelitian dan analisis, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Sirkuit Listrik dalam program studi Teknik Elektro. Penggunaan AR secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual, keterlibatan kognitif, dan motivasi belajar mahasiswa, sebagaimana dibuktikan oleh nilai rata-rata posttest yang lebih tinggi dan nilai N-Gain yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol. Teknologi ini tidak hanya memfasilitasi visualisasi interaktif konsep-konsep abstrak tetapi juga menyediakan pengalaman belajar yang imersif dan fleksibel, secara efektif mengatasi tantangan waktu instruksi yang terbatas dan akses ke sumber daya laboratorium. Temuan ini menyoroti urgensi integrasi media digital inovatif ke dalam pendidikan teknis untuk mendukung pencapaian belajar yang lebih optimal yang sejalan dengan tuntutan era digital.

DAFTAR REFERENSI

- Anugrah, D. (2023). Penerapan hukum Kirchhoff dan hukum Ohm pada metode analisis rangkaian listrik menggunakan simulasi software Electronics Workbench. *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 8(1), 47–57.
- Arifianto, M., & Izzudin, I. (2021). Students' acceptance of Discord as an alternative online learning media. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(20), 179–195. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i20.24193>
- Halim, F. A., Wan Muda, W. H. N., Zakaria, N., & Samad, N. H. B. A. (2020). The potential of using augmented reality (AR) technology as learning material in TVET. *Journal of Technical Education and Training*, 12(1 Special Issue), 119–124. <https://doi.org/10.30880/jtet.2020.12.01.012>
- Hamzah, S., & Kurniadi, D. (2019). Pengembangan media pembelajaran perangkat keras jaringan berbasis augmented reality pada platform Android. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 7(3), 146–157.
- Hartati, S., Cerya, E., & Wahid, U. (2024). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis multimedia untuk meningkatkan pemahaman matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(1), 45–60.

- Ilhamsyah, B. Y., Sudarti, S., & Bektiarso, S. (2022). Pengembangan modul fisika berbasis augmented reality (AR) materi rangkaian arus searah untuk siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(3), 98–105.
- Kiryakova, G. (2020). Augmented reality in education: A systematic review. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*, 4(28), 1–12. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijitss/30092020
- Liono, R. A., Amanda, N., Pratiwi, A., & Gunawan, A. A. S. (2021). A systematic literature review: Learning with visual by the help of augmented reality helps students learn better. *Procedia Computer Science*, 179, 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.014>
- Liu, G. (2022). Research on the relationship between students' learning adaptability and learning satisfaction under the mobile media environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 17(2), 43–58. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i02.28967>
- Luthfi, A., Muskhir, M., Jalinus, N., Sukardi, S., & Effendi, H. (2024). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality pada matakuliah rangkaian listrik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 5(2), 167–174.
- Mekacher, B. (2019). Augmented reality in technical education: A review of potential applications. *Journal of Engineering Education*, 108(3), 412–430. <https://doi.org/10.1002/jee.20289>
- Messina, P., Díaz, C., & Rodríguez, M. (2022). Nearpod as an interactive learning platform: Effects on student engagement and performance. *Educational Technology Research and Development*, 70(1), 123–145. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10082-3>
- Militello, L. G., Sushereba, C. E., & Ramachandran, S. (2023). *Handbook of augmented reality training design principles*. Cambridge University Press.
- Mystakidis, S., Christopoulos, A., & Pellas, N. (2022). A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 27(2), 1883–1927. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10682-1>
- Nelson, S., Darni, R., & Haris, F. (2022). Development augmented reality (AR) learning media for Pencak Silat course at Faculty of Sports and Science Universitas Negeri Padang. *Educational Administration: Theory and Practice*, 28(1), 37–46. <https://doi.org/10.17762/kuey.v28i01.322>
- Ningrum, V. F., Sumarni, W., & Cahyono, E. (2021). Development of augmented reality-based learning media on concept of hydrocarbon to improve multi-representation ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(Special Issue), 256–265.
- Racionero-Plaza, S., Flecha, R., Carbonell, S., & Rodríguez-Oramas, A. (2023). Neuroedumyhts: A contribution from socioneuroscience to the right to education for all. *Qualitative Research in Education*, 12(1), 1–24. <https://doi.org/10.17583/qre.10795>

- Rahayu, W. I., Bibi, S., & Arief, M. S. (2022). Perancangan media pembelajaran rangkaian listrik dasar menggunakan teknologi augmented reality melalui virtual laboratory. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 11(2), 200–210. <https://doi.org/10.31571/saintek.v11i2.4714>
- Romano, M., Díaz, P., & Aedo, I. (2023). Augmented reality in engineering education: A meta-analysis of learning outcomes. *IEEE Transactions on Education*, 66(1), 1–12. <https://doi.org/10.1109/TE.2022.3206789>
- Souza, J., & Debs, L. (2024). Immersive learning with augmented reality: Bridging physical and virtual environments in engineering education. *Journal of Educational Technology & Society*, 27(1), 89–103.
- Urban-Woldron, H. (2023). Testing student conceptual understanding of electric circuits as a system. *Proceedings of ESERA*, 101–111.
- Wahid, U., & Cerya, E. (2022). Pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis Android untuk siswa SMA. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 10(2), 78–92.
- Wang, Z., Bai, X., Zhang, S., Billingham, M., He, W., Wang, P., ... Chen, Y. (2022). A comprehensive review of augmented reality-based instruction in manual assembly, training and repair. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 78, 102407. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2022.102407>
- Wardani, S., Suryani, N., & Sutopo, A. (2023). Pengembangan media pembelajaran berbasis Lectora Inspire untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1), 34–50.
- Wicaksono, H., Suprpto, S. S., Tuwaidan, Y., Kusuma, V. A., & Utami, A. R. (2023). Rancang bangun aplikasi modul praktikum rangkaian listrik berbasis augmented reality. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 5(2), 217–224. <https://doi.org/10.32528/elkom.v5i2.8142>
- Wulandari, R., Sari, P., & Putra, A. (2023). Efektivitas media pembelajaran interaktif berbasis Genially dalam meningkatkan pemahaman siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 8(2), 112–125.
- Yolandita, S. (2022). Pengembangan bahan ajar berbasis teknologi augmented reality pada mata kuliah rangkaian listrik DC di Departemen Teknik Elektro. Skripsi.
- Zakaria, A., Wahyuni, I. S., Satriawan, M., Saputra, O., Habibulloh, M., ... Alam, P. (2023). Pengembangan media pembelajaran ARDI (AR-Digital Book) berbasis augmented reality 3D animated pada materi induksi elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(2), 54–64.