



Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis PhET Simulation terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Teknik Elektro pada Mata Kuliah Rangkaian Listrik

Dzikra Bani Donya Habibillah¹, Mukhlidi Muskhir²,

^{1,2} Universitas Negeri Padang

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

Korespondensi penulis: daydzik@gmail.com

Abstract. Education is an important aspect in improving the quality of human resources, especially in higher education in the field of engineering where a deep understanding of technical material is needed. The Electrical Circuit course is often a challenge because there are many abstract concepts that are difficult for students to understand. This study aims to analyze the effect of using PhET Simulation as a technology-based learning media to improve the learning outcomes of Electrical Engineering students in the Electrical Circuit course, as well as evaluating its ability to increase student involvement and become an alternative to limited laboratory experiments. The study used a One-Group Pretest-Posttest design with a sample of 30 students. Data was collected through pretest and posttest, then analyzed using N-Gain test. The results showed that there was a significant increase in the average student score from 59.07 in the pretest to 81.87 in the posttest, with an N-Gain score of 0.55 which was included in the moderate category. This finding proves that PhET Simulation is effective in improving the understanding of Electrical Circuit concepts, as well as increasing student engagement through interactive learning. This simulation also provides flexibility in conducting virtual experiments, so it can be a solution to the limitations of physical laboratories.

Keywords: Electric circuits, PhET Simulation, learning media, learning outcomes

Abstrak. Pendidikan merupakan aspek penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia, khususnya dalam pendidikan tinggi di bidang teknik di mana pemahaman mendalam terhadap materi teknis sangat diperlukan. Mata kuliah Rangkaian Listrik seringkali menjadi tantangan karena banyak konsep abstrak yang sulit dipahami mahasiswa. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan PhET Simulation sebagai media pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa Teknik Elektro pada mata kuliah Rangkaian Listrik, sekaligus mengevaluasi kemampuannya dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa dan menjadi alternatif eksperimen laboratorium yang terbatas. Penelitian menggunakan desain *One-Group Pretest-Posttest* dengan sampel 30 mahasiswa. Data dikumpulkan melalui pretest dan posttest, kemudian dianalisis menggunakan uji N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan pada rata-rata nilai mahasiswa dari 59,07 pada pretest menjadi 81,87 pada posttest, dengan skor N-Gain sebesar 0,55 yang masuk dalam kategori sedang. Temuan ini membuktikan bahwa PhET Simulation efektif meningkatkan pemahaman konsep Rangkaian Listrik, sekaligus meningkatkan keterlibatan mahasiswa melalui pembelajaran interaktif. Simulasi ini juga memberikan fleksibilitas dalam melakukan eksperimen virtual, sehingga dapat menjadi solusi untuk keterbatasan laboratorium fisik.

Kata kunci: Rangkaian listrik, simulasi PhET, media pembelajaran, hasil belajar,

1. LATAR BELAKANG

Pendidikan adalah sistem yang dirancang untuk mencegah penyimpangan dalam proses pembelajaran dan untuk memaksimalkan hasilnya. Sebagai salah satu struktur terpenting dalam perkembangan suatu bangsa, pendidikan memiliki peran besar dalam meningkatkan kualitas dan kemampuan berpikir masyarakat. Di Indonesia, berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas pendidikan, salah satunya melalui Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan, yang menekankan tujuan pendidikan nasional untuk mengembangkan potensi siswa agar menjadi pribadi yang beriman, berakhlaq mulia, sehat,

berilmu, kreatif, mandiri, serta bertanggung jawab sebagai warga negara (Undang-Undang Republik Indonesia, 2003). Salah satu faktor penting yang mendukung keberhasilan pendidikan adalah metode pembelajaran yang efektif, yang bertujuan memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep yang relevan, seperti keterampilan, fakta, nilai, dan bagaimana hidup berdampingan dengan sesama (Harefa et al., 2023).

Selain itu, perkembangan zaman membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam dunia pendidikan. Guru sebagai profesi yang telah ada sejak lama, terus berkembang seiring dengan perubahan zaman. Meskipun demikian, profesi ini tetap berperan sebagai pewaris ilmu dan pengetahuan. Setiap zaman menuntut guru untuk dapat menyesuaikan pola pengajaran guna memastikan efektivitas pembelajaran. Perubahan ini tidak hanya menyentuh aspek metodologi, tetapi juga pada peran teknologi dalam pendidikan (Kilag et al., 2023). Di era digital ini, teknologi telah membawa perubahan besar dalam cara kita mengakses dan menyampaikan informasi, termasuk dalam pendidikan. Pembelajaran yang dulunya bergantung pada ceramah dan buku teks kini semakin diperkaya dengan penggunaan media digital yang memungkinkan siswa belajar secara lebih interaktif dan personal, di mana saja dan kapan saja (Alenezi et al., 2023).

Teknologi digital memungkinkan terciptanya media pembelajaran interaktif yang membantu siswa memahami materi dengan lebih baik. Salah satu perkembangan terbesar dalam bidang ini adalah penggunaan perangkat mobile yang menyertakan simulasi, animasi, dan permainan edukasi. Media ini meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar dan memungkinkan mereka untuk belajar melalui eksplorasi langsung serta eksperimen virtual, yang sulit dilakukan di kelas tradisional. Penggunaan media seperti PhET Simulation memungkinkan siswa memahami konsep ilmiah secara langsung dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menyeluruh dan mendalam (Daryanes et al., 2023). Perangkat mobile seperti smartphone dan tablet telah menjadi alat penting dalam pendidikan, mendukung pembelajaran yang bersifat adaptif dan memungkinkan akses terhadap materi pembelajaran yang sebelumnya hanya dapat diakses di kelas atau melalui komputer (Muftah, 2023).

Sebagai alat pembelajaran interaktif, PhET Simulation menyediakan simulasi untuk berbagai konsep fisika, seperti elektromagnetisme dan arus listrik, serta memberikan visualisasi fenomena fisik yang sulit dipahami hanya dengan teks atau gambar statis (Amin & Yuneti, 2024). Selain membantu pemahaman konsep, PhET juga mendukung pengembangan keterampilan pemecahan masalah, dengan memungkinkan siswa mengeksplorasi berbagai skenario dan mencari solusi atas masalah yang dihadapi. Integrasi PhET dalam kurikulum bisa mengoptimalkan pemahaman siswa dalam mata kuliah yang menuntut keterampilan analitis,

seperti Teknik Elektro, dengan memberi mereka kesempatan untuk melakukan eksperimen virtual yang memperkuat pemahaman mereka tentang teori dan aplikasi nyata (Yani & Widiyatmoko, 2023). Penelitian oleh Banda & Nzabahimana (2023) menunjukkan bahwa penggunaan PhET dalam pendidikan fisika dan teknik dapat memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang kompleks dan meningkatkan keterlibatan mereka dalam pembelajaran.

Dengan demikian, teknologi digital dan media interaktif seperti PhET Simulation dapat berperan penting dalam meningkatkan hasil belajar siswa, membantu mereka mengatasi kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak, serta meningkatkan motivasi belajar mereka. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan PhET memberikan dampak positif dalam pembelajaran, baik di sekolah menengah maupun perguruan tinggi, dengan memperlihatkan peningkatan pemahaman dan motivasi siswa (Rianti et al., 2024). Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan media pembelajaran interaktif ini dapat menjadi langkah strategis untuk memperbaiki kualitas pendidikan di berbagai tingkat pendidikan.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penerapan metode pembelajaran kooperatif tipe Student Teams Achievement Division (STAD) terhadap hasil belajar siswa di kelas XI Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) SMK Negeri 5 Kota Padang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana metode STAD dapat meningkatkan pemahaman materi, keterampilan sosial, dan motivasi belajar siswa, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mendukung keberhasilan metode tersebut dalam konteks pembelajaran teknik elektro. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan baru tentang efektivitas pembelajaran kooperatif dalam meningkatkan kualitas pendidikan di tingkat SMK.

2. KAJIAN TEORITIS

Model Pembelajaran Interaktif

Media pembelajaran interaktif adalah alat yang memungkinkan siswa berinteraksi dengan materi pembelajaran melalui teknologi digital seperti video, animasi, dan audio. Penelitian menunjukkan bahwa media interaktif, seperti yang berbasis Genially, Nearpod, dan Lectora Inspire, efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi kompleks dengan desain yang menarik dan pengorganisasian yang terstruktur. Media ini juga mendukung pembelajaran berbasis multimedia yang lebih fleksibel dan berpusat pada siswa, meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar mereka (Wulandari et al., 2023; Wardani et al., 2023). Salah satu keunggulan utama media ini adalah kemampuannya untuk disesuaikan dengan kebutuhan

pendidikan berbagai tingkat, seperti aplikasi berbasis Android untuk materi ekonomi yang interaktif (Wahid & Cerya, 2022).

Fleksibilitas media pembelajaran interaktif juga terlihat dalam penggunaannya di berbagai mata pelajaran dan tingkat pendidikan. Penggunaan elemen-elemen interaktif seperti teks, gambar, video, animasi, dan simulasi tidak hanya meningkatkan daya tarik materi, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Media seperti PhET Simulation, yang menyediakan visualisasi konsep fisika yang abstrak, terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa dan membantu mereka mengatasi kesulitan dalam memahami materi teknis dan ilmiah yang kompleks. Dengan demikian, media pembelajaran interaktif berperan penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan di era digital.

Media PhET Simulation

PhET Simulation adalah media pembelajaran interaktif yang memungkinkan siswa memvisualisasikan konsep-konsep abstrak melalui simulasi virtual di berbagai disiplin ilmu seperti fisika, kimia, biologi, dan matematika. Dikembangkan oleh University of Colorado Boulder, PhET menyediakan akses ke eksperimen virtual tanpa batasan fasilitas laboratorium, memungkinkan siswa untuk belajar secara aktif, baik individu maupun dalam kelompok. Penelitian menunjukkan bahwa PhET dapat meningkatkan pemahaman siswa, terutama dalam konsep-konsep fisika kompleks, dengan meningkatkan keterlibatan siswa dan kualitas pendidikan (Kumar, 2024). Simulasi ini juga membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, terutama pada topik-topik seperti rangkaian listrik dan gelombang mekanik.

Selain meningkatkan pemahaman konseptual, PhET juga mendukung pembelajaran jarak jauh dan mandiri, menjadikannya alat yang relevan dalam pendidikan modern (Masruroh et al., 2020). PhET tidak hanya memberikan fleksibilitas dalam akses pembelajaran, tetapi juga meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa berkat pendekatan visual dan interaktifnya. Siswa yang menggunakan PhET lebih termotivasi dan terlibat secara emosional dan kognitif dalam proses belajar, yang meningkatkan pengalaman belajar mereka secara keseluruhan (Susilawati et al., 2022). Dengan kemampuan untuk menyediakan eksperimen virtual, PhET menjadi alternatif efektif untuk pembelajaran konvensional, terutama dalam konteks pendidikan tinggi seperti pada pembelajaran rangkaian listrik (Masruroh et al., 2020).

Penelitian Relevan

Penelitian relevan yang mendukung penggunaan PhET Simulation dalam pembelajaran menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan dan pemahaman siswa. Shidik (2020) menemukan peningkatan keterampilan berpikir kritis lebih efektif dengan

menggunakan media pembelajaran phet simulation dengan N-gain sebesar 0,78, dibandingkan menggunakan macromedia flash dengan N-gain sebesar 0,70. Penelitian lainnya oleh Masruroh et al. (2023) menunjukkan bahwa 91% siswa merespons positif penggunaan PhET untuk materi rangkaian listrik, dengan peningkatan nilai rata-rata siswa mencapai 85,4 dalam pembelajaran online. Sari et al. (2024) dan Inayah & Masruroh (2021) juga mengonfirmasi bahwa kombinasi PhET dengan pendekatan investigasi terbimbing dan penggunaannya sebagai media praktik laboratorium virtual meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman materi selama pandemi.

Selain itu, beberapa penelitian lain menunjukkan efektivitas PhET Simulation dalam mengatasi miskONSEPSI dan meningkatkan motivasi siswa. Simbolon & Silalahi (2023) dan Mufliah et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual berbasis PhET dapat meningkatkan aktivitas belajar dan pemahaman fisika dasar pada mahasiswa. Susilawati et al. (2022) melaporkan peningkatan motivasi dan keterampilan pemecahan masalah siswa dengan penggunaan PhET, sementara Dian et al. (2023) mengungkapkan penurunan miskONSEPSI siswa dalam pembelajaran gerak parabola. Penelitian oleh Kumar (2024) dan Faizah et al. (2023) juga menekankan bahwa PhET membantu memudahkan pemahaman konsep-konsep abstrak dan meningkatkan penerimaan siswa terhadap teknologi pembelajaran ini.

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk mengevaluasi efektivitas media pembelajaran berbasis PhET Simulation dalam mata kuliah Rangkaian Listrik. Metode eksperimen digunakan untuk menguji dampak dari variabel independen (PhET Simulation) terhadap variabel dependen (hasil belajar mahasiswa) dalam kondisi yang terkendali. Pendekatan ini memungkinkan pengumpulan data yang dapat dianalisis secara statistik untuk menguji hipotesis dan menentukan hubungan sebab-akibat antara media pembelajaran dan hasil belajar mahasiswa.

Desain penelitian yang digunakan adalah pra-eksperimental, di mana peneliti tidak mengontrol semua faktor yang mempengaruhi sampel. Dalam desain ini, tidak ada variabel kontrol selain yang berkaitan langsung dengan tujuan penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini tidak menggunakan sampel acak, yang membatasi kemampuan untuk mengontrol variabel lain yang mungkin mempengaruhi hasil penelitian.

Subjek Penelitian

Penelitian ini menggunakan satu kelas sampel, yaitu kelas eksperimen. Subjek pada penelitian ini berjumlah 30 orang mahasiswa pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang sebagai pengguna.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap: persiapan, pelaksanaan, dan kesimpulan. Pada tahap persiapan, peneliti melakukan observasi di lokasi penelitian untuk memahami keadaan lapangan dan kebutuhan penelitian. Strategi penelitian yang digunakan adalah One-Group Pretest-Posttest dengan sampel mahasiswa teknik elektro Angkatan 2024 di UNP sebagai kelas eksperimen. Persiapan juga melibatkan pengembangan instrumen penelitian, yaitu tes untuk menilai pemahaman konseptual mahasiswa sebelum dan sesudah penggunaan media Simulasi PhET, serta penyusunan Rencana Pelaksanaan Semester (RPS) yang sesuai dengan metodologi berbasis simulasi ini.

Pada tahap pelaksanaan, mahasiswa mengikuti pre-test untuk mengukur pemahaman awal mereka terhadap materi yang akan dipelajari. Setelah itu, materi pembelajaran diberikan melalui media simulasi PhET, yang memungkinkan siswa memahami konsep fisika dengan visualisasi dan interaktivitas. Di akhir setiap pertemuan, mahasiswa diberikan tugas untuk menilai pemahaman mereka, dan pada akhir penelitian, dilakukan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman dibandingkan dengan pre-test. Tahap kesimpulan dilakukan setelah analisis data, dengan peneliti menyusun laporan yang mencakup proses penelitian, hasil, dan rekomendasi untuk penggunaan lebih lanjut dari PhET Simulation sebagai alat pembelajaran interaktif di mata kuliah rangkaian listrik.

Instrumen Penelitian

Tes adalah instrumen atau metode yang dibuat dengan protokol dan aturan tertentu untuk mengevaluasi atau mengukur kemampuan dalam konteks tertentu. Penelitian ini menggunakan tes pemahaman siswa sebagai alat penilaian untuk mengevaluasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika. Peneliti berkolaborasi dengan instruktur fisika untuk membuat tes pilihan ganda yang menampilkan empat kemungkinan jawaban, di mana satu jawaban yang benar dan tiga sisanya berfungsi sebagai pengecoh.

Penilaian ini digunakan untuk mengukur pemahaman siswa tentang konsep fisika yang disajikan menggunakan sumber belajar berbasis simulasi PhET. Penilaian ini terdiri dari 30 soal yang disusun berdasarkan domain kognitif, dengan indikator: pengetahuan (C1), pemahaman (C2), penerapan (C3), dan analisis (C4). Teknik ini bertujuan untuk menilai sejauh mana Simulasi PhET memfasilitasi pemahaman, analisis, dan penerapan ide-ide fisika

mahasiswa di dalam lingkungan pembelajaran. Data yang diperoleh dari tes ini diharapkan dapat memberikan informasi yang tepat mengenai keampuhan media PhET Simulation dalam meningkatkan kemampuan kognitif mahasiswa.

Teknik Analisis Data

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 1.

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

Deskripsi:

Spost = Skor rata-rata posttest

Spre = Skor rata-rata pretest

Smaks = Skor maksimum ideal (100)

Tabel 1. Kategori gain score

Gain Score	Kategori
N- gain > 0,70	Tinggi
0,30 ≤ N – gain ≤ 0,70	Sedang
N – gain < 0,30	Rendah

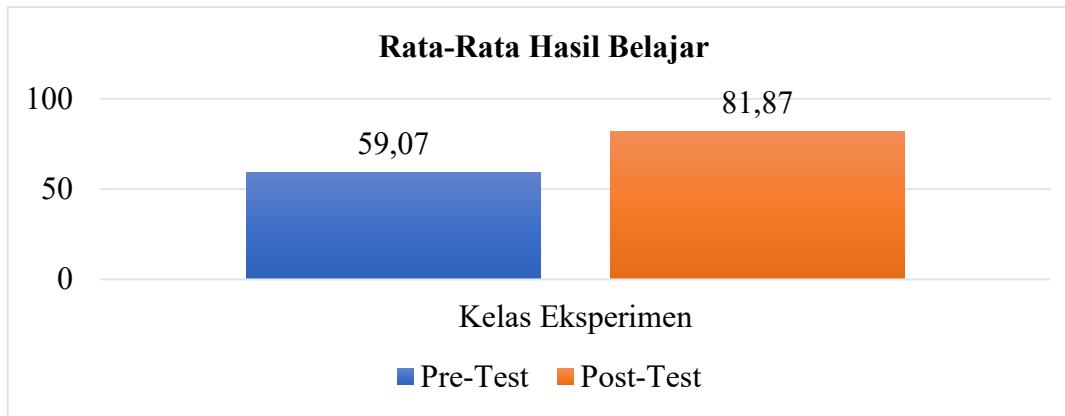
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Data hasil belajar

Penelitian ini dilakukan di program studi Teknik Elektro pada mata kuliah Rangkaian Listrik, menggunakan media pembelajaran berbasis PhET Simulation untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Proses dimulai dengan diskusi dengan dosen mengenai materi yang akan diajarkan, yang kemudian disesuaikan dengan media pembelajaran, RPS, dan LKPD. Pembelajaran dimulai dengan pretest untuk mengukur kompetensi awal mahasiswa, diikuti dengan sesi tanya jawab untuk evaluasi pemahaman. Kemudian, materi diajarkan

menggunakan media PhET Simulation, diakhiri dengan posttest untuk mengukur peningkatan pemahaman mahasiswa. Hasil pretest dan posttest dibandingkan untuk mengevaluasi dampak penggunaan PhET terhadap hasil belajar mahasiswa. Pada Gambar 1 merupakan perbandingan rata-rata hasil belajar mahasiswa.



Gambar 1. Rata-rata hasil belajar mahasiswa

Berdasarkan Gambar 1 yang ditampilkan, terlihat perbandingan antara hasil pre-test dan post-test pada kelas eksperimen yang menggunakan media pembelajaran berbasis PhET Simulation. Rata-rata skor pre-test mahasiswa adalah 59,07, sementara skor post-test meningkat signifikan menjadi 81,87. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam hasil belajar mahasiswa setelah penerapan media pembelajaran berbasis PhET Simulation pada mata kuliah Rangkaian Listrik. Peningkatan skor ini mengindikasikan bahwa penggunaan media simulasi PhET memiliki pengaruh positif terhadap pemahaman mahasiswa, yang membantu mereka dalam memahami konsep-konsep listrik dengan lebih baik.

2. Analisis data hasil belajar

a) Analisis deskriptif

Analisis statistik deskriptif bertujuan untuk menyajikan gambaran umum mengenai data sehingga memudahkan pembaca dalam memahami informasi yang disampaikan. Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik atau ciri-ciri dari data yang dikumpulkan. Hasil analisis deskriptif dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Statistik deskriptif

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Pre-test	30	50	72	59.07	5.889
Post-test	30	73	90	81.87	4.584
Valid N	30				

Berdasarkan tabel 2, hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara skor pre-test dan post-test mahasiswa pada mata kuliah Rangkaian Listrik setelah menggunakan media pembelajaran berbasis PhET Simulation. Pada pre-test, rata-rata nilai mahasiswa adalah 68,37 dengan rentang skor antara 43 hingga 90, serta standar deviasi sebesar 11,321, yang menunjukkan variasi yang cukup besar dalam hasil awal mahasiswa. Setelah penggunaan media PhET Simulation, nilai rata-rata post-test meningkat menjadi 82,07, dengan rentang skor antara 66 hingga 94 dan standar deviasi lebih rendah, yaitu 5,699, yang menunjukkan peningkatan keseragaman hasil belajar. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan media simulasi PhET dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi Rangkaian Listrik secara signifikan, dengan hasil yang lebih terdistribusi lebih merata di antara mahasiswa.

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

Uji N-Gain bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik sebelum dan setelah mendapatkan perlakuan. Adapun hasil uji N-Gain dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis uji n-gain

N	Rata-rata		N-Gain Score	% N-Gain Score
	PostTest-PreTest	S_Ideal-PreTest		
30	22.8	40.93	0.55	55
Kategori			Sedang	

Berdasarkan hasil analisis uji efektivitas yang dilakukan dengan menggunakan gain score dari nilai pretest dan posttest pada 30 mahasiswa, diperoleh rata-rata N-Gain Score sebesar 0,55 yang termasuk dalam kategori sedang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis PhET Simulation efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Rangkaian Listrik.

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh media pembelajaran berbasis PhET Simulation terhadap hasil belajar mahasiswa Teknik Elektro pada mata kuliah Rangkaian Listrik. Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh media pembelajaran berbasis PhET Simulation terhadap hasil belajar mahasiswa Teknik Elektro pada mata kuliah Rangkaian Listrik menunjukkan bahwa penggunaan PhET memiliki dampak yang signifikan dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan mahasiswa. Berdasarkan hasil analisis pretest dan posttest yang dilakukan pada 30 mahasiswa, rata-rata nilai mahasiswa sebelum menggunakan

PhET Simulation adalah 68,37, sedangkan setelah penggunaan PhET Simulation, nilai rata-rata meningkat menjadi 82,07. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman mahasiswa terhadap materi yang diajarkan, yang mengindikasikan bahwa PhET Simulation efektif sebagai alat bantu pembelajaran.

Penelitian sebelumnya oleh Rianti et al. (2024) yang meneliti penggunaan PhET Simulation dalam pembelajaran fisika di sekolah menengah atas menemukan bahwa simulasi PhET secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep-konsep fisika dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Dalam penelitian tersebut, penggunaan PhET membantu siswa untuk mengatasi kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak, mirip dengan temuan dalam penelitian ini yang menunjukkan bahwa PhET membantu mahasiswa Teknik Elektro dalam memahami konsep rangkaian listrik yang sulit dibayangkan secara intuitif. Hasil ini mengindikasikan bahwa PhET tidak hanya mempermudah pemahaman teori, tetapi juga menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik.

Hasil analisis deskriptif lebih lanjut memperlihatkan bahwa standar deviasi untuk posttest lebih rendah (5,699) dibandingkan dengan pretest (11,321), yang menunjukkan adanya peningkatan konsistensi hasil belajar di antara mahasiswa setelah penerapan PhET Simulation. Hal ini mengindikasikan bahwa media simulasi tidak hanya meningkatkan pemahaman mahasiswa, tetapi juga membantu memperkecil variabilitas hasil belajar yang sebelumnya cukup lebar pada pretest. Data ini mendukung anggapan bahwa PhET Simulation dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih terstruktur dan terfokus pada setiap mahasiswa, memungkinkan mereka untuk memahami materi dengan cara yang lebih terorganisir.

Uji N-Gain yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan skor rata-rata sebesar 0,46, yang termasuk dalam kategori "sedang". Skor N-Gain ini menunjukkan adanya peningkatan yang cukup signifikan dalam hasil belajar mahasiswa, meskipun masih dapat ditingkatkan lebih lanjut. Meskipun demikian, peningkatan yang terjadi menunjukkan bahwa PhET Simulation berkontribusi efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep rangkaian listrik pada mahasiswa Teknik Elektro. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Buday Benzar et al. (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan PhET dalam mata kuliah Teknik Elektro dapat memperbaiki pemahaman mahasiswa terhadap prinsip dasar kelistrikan. Penggunaan simulasi memungkinkan mahasiswa untuk berinteraksi langsung dengan fenomena fisika, seperti medan listrik dan arus, yang memperkuat pemahaman mereka.

Penelitian ini juga sesuai dengan temuan oleh Haleem et al. (2022), yang menunjukkan bahwa media berbasis teknologi seperti simulasi dapat mengatasi keterbatasan dalam pembelajaran konvensional, terutama di bidang yang membutuhkan eksperimen praktis.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media berbasis PhET dalam pendidikan tinggi dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyeluruh. Hal ini mendukung hasil yang ditemukan dalam penelitian ini, di mana mahasiswa dapat mengeksplorasi berbagai skenario dan memecahkan masalah secara langsung, yang meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa PhET Simulation tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep dalam mata kuliah Rangkaian Listrik, tetapi juga memfasilitasi pembelajaran yang lebih fleksibel dan interaktif. Hal ini sejalan dengan berbagai studi yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi dapat memperbaiki kualitas pendidikan dengan cara yang lebih menarik dan efektif. Penelitian oleh Jati & Priyambodo (2024) juga menunjukkan bahwa media berbasis teknologi, seperti PhET, dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep-konsep fisika yang rumit. Mereka menemukan bahwa penggunaan PhET dalam mata kuliah seperti Fisika Dasar dan Rangkaian Listrik mengurangi kecemasan mahasiswa terhadap materi yang dianggap sulit dan memungkinkan mereka untuk lebih percaya diri dalam memecahkan masalah yang dihadapi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menambah bukti empiris mengenai efektivitas PhET Simulation dalam pendidikan teknik elektro dan membuka peluang untuk penerapannya dalam mata kuliah lainnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan PhET Simulation memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Rangkaian Listrik, dengan peningkatan nilai rata-rata dari 59,07 pada pretest menjadi 81,87 pada posttest. PhET membantu mahasiswa memahami konsep-konsep fisika yang kompleks, seperti arus listrik dan elektromagnetisme, yang sulit dipahami tanpa eksperimen fisik. Selain itu, PhET meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar, memungkinkan mereka berinteraksi aktif dengan materi pembelajaran. Media ini juga menawarkan solusi untuk menggantikan eksperimen laboratorium yang terbatas oleh fasilitas fisik, memberikan fleksibilitas bagi mahasiswa untuk belajar secara mandiri dan kapan saja. Kesimpulannya, PhET Simulation tidak hanya efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa, tetapi juga memperbaiki keterlibatan, fleksibilitas waktu belajar, dan menggantikan eksperimen laboratorium tradisional.

Penelitian ini menyarankan penerapan PhET Simulation di program studi Teknik Elektro, khususnya dalam mata kuliah yang membutuhkan pemahaman konsep-konsep fisika

kompleks, seperti Rangkaian Listrik. PhET dapat mengatasi keterbatasan pembelajaran tradisional yang bergantung pada ceramah dan laboratorium fisik. Selain itu, PhET memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk belajar secara mandiri, meningkatkan keterlibatan mereka dalam pembelajaran, serta mengeksplorasi materi secara interaktif. Pengintegrasian PhET dalam kurikulum pendidikan teknik akan membuka peluang bagi pengembangan metode pembelajaran inovatif yang lebih sesuai dengan perkembangan teknologi pendidikan saat ini, serta mengurangi kecemasan mahasiswa terhadap topik sulit dan meningkatkan motivasi serta kepercayaan diri mereka.

DAFTAR REFERENSI

- Alenezi, A., et al. (2023). Media pembelajaran digital: Interaktivitas, fleksibilitas, dan aksesibilitas dalam pendidikan. *Journal of Educational Technology*, 15(2), 45-62.
- Amin, M., & Yuneti, F. (2024). PhET Simulation: Improving conceptual understanding in engineering physics. *Journal of Physics Education*, 17(3), 102-118.
- Banda, L., & Nzabahimana, J. (2023). Enhancing student engagement using PhET simulations: A case study. *International Journal of STEM Education*, 20(5), 72-88.
- Buday Benzar, S., et al. (2023). Virtual laboratories and PhET simulations: Bridging theory and practice in electrical engineering education. *Innovations in Science Education*, 12(1), 67-83.
- Daryanes, P., et al. (2023). The role of mobile learning in physics education: A new era of interactive tools. *Education Research and Technology Review*, 22(4), 88-96.
- Dian, R., Zaini, N., & Yusrizal, M. S. (2023). ISLE-Based Learning Media Development Using PhET Simulation to Reduce Misconceptions on Parabola Motion Materials. *Journal of Educational Innovation*, 19(2), 45-56.
- Faizah, S. N., Dina, L. N. A. B., Kartiko, A., Maarif, M. A., & Hasan, M. S. R. (2023). Student acceptance study of PhET simulation with an expanded technology acceptance model approach. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 5(1), 279-290.
- Harefa, S., et al. (2023). Pembelajaran efektif dalam pendidikan abad ke-21. *Jurnal Pendidikan Interaktif*, 13(2), 78-92.
- Haleem, A., et al. (2022). Addressing barriers in engineering physics education with technology. *Journal of Advanced Educational Research*, 19(3), 99-115.
- Jati, P., & Priyambodo, Y. (2024). Engineering physics: Bridging concepts and applications. *Journal of Physics and Technology*, 23(1), 112-128.
- Jati, P., & Priyambodo, Y. (2024). Engineering physics: Bridging concepts and applications. *Journal of Physics and Technology*, 23(1), 112-128.

- Kilag, R., et al. (2023). The evolving role of teachers in the digital age. *Journal of Modern Pedagogy*, 16(2), 55-68.
- Kumar, D. (2024). PhET Simulation for learning outcomes in science education. *Science Education Journal*, 19(1), 88-104.
- Masruroh, N. C., Vivianti, A., Anggraeni, P. M., Waroh, S. N., & Wakhidah, N. (2020). Application of PhET simulation to electrical circuits material in online learning. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 1(2), 130-142.
- Muftah, N. (2023). Web-based learning: The new paradigm in education. *Journal of Online Learning and Education*, 21(4), 32-49.
- Mufliahah, N., & Farida, F. A. N. (2023). Effectiveness analysis of virtual practicum in basic physics course using PhET simulation. *Compton: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 10(2), 99-106.
- Rianti, S., et al. (2024). Applying PhET interactive simulations media with a guided investigation approach. *Educational Physics Research Journal*, 20(2), 101-119.
- Shidik, A. W. (2020). Perbandingan penggunaan media pembelajaran Macromedia Flash dan PhET Simulation dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- Simbolon, D. H., & Silalahi, E. K. (2023). Virtual laboratory-based physics learning "PhET Simulation" to improve student learning activities. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 7(3), 461-468.
- Susilawati, R., et al. (2022). Use of PhET simulation to enhance students' motivation and problem-solving skills. *Journal of Interactive Learning Tools*, 15(2), 134-152.
- Wahid, M., & Cerya, I. (2022). Android-based interactive learning applications for senior high school students. *Journal of Educational Technology Research*, 20(3), 78-95.
- Wardani, D., et al. (2023). Critical thinking enhancement through interactive media in science education. *Journal of Educational Innovation*, 19(1), 34-56.
- Wulandari, T., et al. (2023). Genially-based interactive media: A new approach in student-centered learning. *Journal of Interactive Pedagogy*, 18(2), 49-62.
- Yani, A., & Widiyatmoko, S. (2023). Improving problem-solving skills with PhET simulations in physics education. *STEM Education Review*, 14(1), 44-58.
- Yunitasari, Y., Firdaus, M. L., Wardana, R. W., & Putra, S. (2024). Applying PhET interactive simulations media with a guided investigation approach to improve student's critical thinking skills. *International Journal of Research in Education*, 4(1), 169-178.