



Biogenerasi Vol 11 No 3, 2026 (1287 – 1295)
Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi
Universitas Cokroaminoto Palopo
<https://e-journal.my.id/biogenerasi>
e-ISSN 2579-7085

**PENERAPAN LKPD BERBANTUAN *PhET SIMULATION* UNTUK
MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS IX UPT
SPF SMP NEGERI 33 MAKASSAR**

¹Rahma Sriwanda, ^{*2}Hasanuddin, ³Rifda Nur Hikmahwati Arif

¹²³Jurusan Pendidikan IPA, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

*Corresponding author E-mail: hasanuddin6404@unm.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.30605/c4za0637>

Accepted : 2 Juli 2026 Approved : 16 September 2026 Published : 17 September 2026

Abstract

The purpose of this study was to ascertain the following: (1) learning outcomes of grade IX students at SMPN 33 Makassar before and after the implementation of Student Worksheets (LKPD) assisted by PhET Simulation; (2) improvement in student learning outcomes following the implementation of LKPD assisted by PhET Simulation; and (3) significance of the improvement in student learning outcomes. This study employed pre-experimental methods and a one-group pretest-posttest design. 270 ninth-grade students from SMPN 33 Makassar made up the population. Thirty kids from grade IX F were chosen as samples using purposive sampling. The research instrument was a 20-item multiple-choice exam. Pretest and posttest data were collected, and descriptive and inferential statistics were used for analysis. The findings demonstrated that: (1) learning outcomes increased in the medium category with an *N-Gain* score of 0.42; (2) the average pretest score was 6.83 (low category), while the average posttest score increased to 12.23 (medium category); and (3) student learning outcomes significantly increased following the implementation of LKPD with assistance from PhET Simulation.

Keywords : *PhET simulation, Student worksheets (LKPD), Learning outcomes.*

PENDAHULUAN

Perkembangan pendidikan pada era Society 5.0 menuntut peserta didik memiliki berbagai kompetensi abad ke-21, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, kerja tim, dan kreativitas. Untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan ini, Kurikulum Independen menekankan pembelajaran yang berpusat pada siswa. Dengan cara ini, siswa memperoleh pengetahuan dan kemampuan yang dibutuhkan baik untuk kehidupan maupun dunia kerja (Wulan & marianus, 2022). Dalam kerangka Kurikulum Merdeka, pemerintah telah mengimplementasikan berbagai langkah untuk menghadapi tantangan di sektor pendidikan, termasuk revisi kurikulum (Marta, 2024). Tujuan dari modifikasi ini adalah untuk meningkatkan kompetensi siswa, yang mencakup pengetahuan akademis dan kemampuan yang ditunjukkan dalam cara kurikulum diterapkan (Harahap, 2023).

Baik tingkat keterlibatan siswa maupun taktik yang digunakan oleh instruktur memiliki dampak signifikan terhadap kinerja proses pembelajaran. Hasil pembelajaran biasanya meningkat melalui pembelajaran aktif dan partisipatif. Di sisi lain, pembelajaran yang masih sangat bergantung pada penjelasan instruktur seringkali menyebabkan rendahnya keterlibatan siswa dan pemahaman konsep yang tidak memadai. Masalah semacam ini sering terjadi pada konten kelistrikan abstrak yang perlu divisualisasikan agar siswa dapat memahami ide-ide yang dipelajari (Purwanti, 2022).

Permasalahan ini juga terungkap dari observasi yang dilakukan di UPT SPF SMP Negeri 33 Makassar, yang menunjukkan bahwa hasil belajar siswa dalam konten kelistrikan masih jauh di bawah harapan. Meskipun model *discovery learning* telah diterapkan, guru belum memperkenalkan penggunaan *PhET* kepada siswa. Karena guru sangat bergantung pada buku teks cetak sebagai sumber utama mereka, proses pembelajaran biasanya pasif dan hanya menggunakan sedikit teknologi. Keadaan ini menekankan perlunya strategi pengajaran inovatif yang dapat meningkatkan minat siswa dan menawarkan pemahaman yang lebih mendalam tentang mata pelajaran sains.

Menurut Bestari, Ramlawati, & Yunus (2022), rendahnya hasil belajar siswa disebabkan oleh fakta bahwa pembelajaran

belum melibatkan siswa dalam proses ilmiah sebagai sarana untuk memperoleh pengetahuan. Menurut Wahyuni & Oviana (2023), salah satu penyebab buruknya keterampilan proses sains dan hasil belajar adalah kurangnya keakraban dengan aktivitas ilmiah, terutama eksperimen. Akibatnya, hasil belajar siswa terpengaruh secara negatif.

Penggunaan teknologi sebagai alat pengajaran adalah salah satu cara untuk mengatasi masalah ini. Hasil belajar siswa, motivasi, dan pemahaman konseptual dapat ditingkatkan dengan menggunakan media digital (Astuti & Iku, 2020). Sumber daya pengajaran sangat penting untuk pendidikan sains. Segala jenis sumber daya yang membantu guru melaksanakan proses pengajaran di kelas dianggap sebagai bahan pengajaran. Lembar kerja siswa (LKPD) merupakan alat pengajaran yang penting (Prastowo, 2014). LKPD adalah materi pembelajaran tercetak, biasanya berupa lembaran kertas, yang menyediakan sumber belajar, ringkasan, dan panduan untuk melakukan aktivitas yang diberikan (Mahardika, 2022).

Pembelajaran fisika melibatkan konsep-konsep sulit dipahami oleh siswa. Akibatnya, seringkali membutuhkan durasi lama bagi siswa untuk memahami konsep secara menyeluruh. Untuk memperjelas ide-ide tersebut, media seperti gambar, video, atau animasi dapat digunakan (Nurdini A *et al.*, 2022). Dengan menggunakan visualisasi statis dan dinamis, *PhET Simulation* membuat pembelajaran lebih menarik karena mengubah konsep abstrak menjadi lebih nyata. *PhET Simulation* menawarkan eksperimen virtual yang memungkinkan peserta berpartisipasi secara aktif, mengontrol prosedur eksperimen, dan menginternalisasi konsep yang diajarkan (Zulianti, 2024). Para siswa merasa pembelajaran menjadi lebih menarik dan menyenangkan berkat simulasi ini (Sumiasyih, 2022). Jika dibandingkan dengan pendekatan tradisional, pembelajaran melalui *PhET Simulation* dapat sangat meningkatkan hasil pembelajaran dan pemahaman konsep listrik dinamis, menurut sebuah studi komparatif oleh Sari & Setiawan (2022).

Penggunaan LKPD yang diintegrasikan dengan *PhET Simulation* dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Menurut Arumningtyas (2022) *PhET Simulation* memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen secara fleksibel

tanpa perlu latihan fisik dan untuk mensimulasikan konsep . Hal ini juga mendorong pembelajaran yang lebih aktif, yang dapat meningkatkan kinerja. Menurut Kurniawati& Nadiro (2021), mengintegrasikan lembar kerja dengan *PhET Simulation* dapat menghasilkan pembelajaran yang lebih aktif karena siswa bukan membaca dan menjawab pertanyaan tetapi juga melakukan eksperimen virtual , menganalisis hasil, dan mengambil keputusan berdasarkan metodologi ilmiah .

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan LKPD dan *PhET Simulation* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik, penelitian ini memiliki karakteristik yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Perbedaan penelitian ini terletak pada penerapan LKPD berbantuan *PhET Simulation* pada peserta didik kelas IX di UPT SPF SMP Negeri 33 Makassar yang sebelumnya belum menggunakan *PhET Simulation* dalam pembelajaran IPA khususnya materi listrik dinamis. Selain itu, LKPD digunakan sebagai panduan kegiatan peserta didik untuk melakukan eksplorasi konsep listrik dinamis melalui simulasi virtual. Penelitian ini juga berfokus pada pengukuran perubahan hasil belajar peserta didik sebelum dan setelah penerapan LKPD berbantuan *PhET Simulation* menggunakan desain *one-group pretest-posttest*.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat hasil belajar siswa kelas IX SMPN 33 Makassar sebelum dan setelah penerapan LKPD yang dibantu *PhET Simulation*, untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa setelah penerapan LKPD yang dibantu *PhET Simulation* dan untuk mengetahui apakah penerapan LKPD yang dibantu *PhET Simulation* dapat secara signifikan

meningkatkan hasil belajar siswa kelas IX di SMPN 33 Makassar.

METODE

Penelitian ini menggunakan *one-group pretest-posttest design* dan pendekatan pra-eksperimental. Penelitian ini menggunakan satu kelompok perlakuan, yaitu kelas yang diajar dengan menerapkan LKPD berbantuan *PhET Simulation* dengan melibatkan kelompok eksperimen tanpa kelompok kontrol. Penelitian dilaksanakan di Unit Pelaksana Teknik SPF (UPT SPF) SMP Negeri 33 Makassar pada tanggal 27 Oktober s/d 18 November 2025.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas IX UPT SPF SMP Negeri 33 Makassar tahun ajaran 2025/2026 yang terdiri atas sembilan kelas dengan jumlah 270 peserta didik. Sampel penelitian berjumlah 30 peserta didik dari kelas IX F yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan pertimbangan tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Instrumen penelitian berupa tes hasil belajar yang terdiri atas 20 soal pilihan ganda. Soal disusun berdasarkan indikator hasil belajar pada ranah kognitif Taksonomi Bloom yang meliputi mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), dan mengevaluasi (C5). Data kuantitatif yang diperoleh dari temuan penelitian dievaluasi menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menetapkan karakteristik hasil belajar siswa, termasuk skor maksimum dan minimum, nilai rata-rata, varians, dan deviasi standar. Selain itu, hasil belajar dibagi ke dalam kelompok yang telah ditentukan sebelumnya, seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Pedoman Pengkategorian Hasil Belajar Peserta Didik

Interval Skor	Kategori
17 – 20	Sangat Tinggi
13 – 16	Tinggi
9 – 12	Sedang
5 – 8	Rendah
0 – 4	Sangat Rendah

(Sumber:Arikunto,2013)

Peningkatan hasil belajar peserta didik yang diperoleh dari data *pretest* dan *posttest* dihitung dengan menggunakan uji *N-Gain* . Hipotesis diuji menggunakan metode statistik inferensial. Untuk memastikan data sesuai dengan asumsi distribusi normal, metode Shapiro-Wilk digunakan untuk

mengevaluasi kriteria normalitas data pada tingkat signifikansi 0,05 sebelum pengujian hipotesis. Setelah menentukan distribusi normal data, uji t sampel berpasangan digunakan untuk pengujian hipotesis. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan apakah hasil belajar siswa telah berubah secara signifikan sebelum dan setelah LKPD dengan Simulasi PhET diimplementasikan. Hipotesis alternatif diterima jika nilai signifikansi kurang dari 0,05, dan hipotesis nol diterima jika nilai signifikansi lebih dari 0,05. Keputusan pengujian didasarkan pada nilai (Sig. (2-tailed)).

HASIL PENELITIAN

1. Analisis Statistik Deskriptif

Hasil dari analisis statistik deskriptif terhadap skor *pretest* dan *posttest* peserta didik setelah penerapan LKPD berbantuan *PhET Simulation* disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Analisis Statistik Deskriptif Skor Hasil Belajar Peserta Didik

No	Statistik	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1.	Jumlah Sampel	30	30
2.	Skor Ideal	20	20
3.	Skor Tertinggi	12	18
4.	Skor Terendah	3	8
5.	Skor Rata-rata	6,83	12,23
6.	Standar Deviasi	2,23	2,62
7.	Varians	4,97	6,88

Setelah menyelesaikan lembar kerja siswa yang dibantu *PhET Simulation* (LKPD), Peningkatan hasil belajar siswa ditampilkan pada Tabel 3. Kemajuan ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata, maksimum, dan minimum pada tes akhir jika dibandingkan dengan tes awal.

Tabel 4. Kategori Skor Rata-rata *Pretest* dan *Posttest* Hasil Belajar Peserta Didik

Variabel	<i>Pretest</i>	Kategori	<i>Posttest</i>	Kategori	<i>N-Gain</i>	Kategori
Hasil Belajar	6,83	Rendah	12,23	Sedang	0,42	Sedang

Tabel 4 menunjukkan bagaimana distribusi hasil belajar siswa bergeser dari yang sebelumnya sebagian besar berada di kelompok rendah sebelum penerapan menjadi berada di kategori menengah setelah penerapan LKPD dengan *PhET Simulation*. Selanjutnya, hasil perhitungan *N-Gain* sebesar 0,42 yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan LKPD berbantuan *PhET Simulation* mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi listrik dinamis.

Tabel 5. Analisis *N-Gain* Tiap Indikator

Indikator Hasil Belajar	Jumlah Soal	Skor Rata-rata		<i>N-Gain</i>	Kategori
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
C1 (Mengingat)	1,6,12,17	1,50	2,80	0,52	Sedang
C2 (Memahami)	2,7,13,18	1,37	2,63	0,48	Sedang
C3 (Mengaplikasikan)	3,8,14,19	1,10	2,27	0,40	Sedang
C4 (Menganalisis)	4,9,10,15	1,23	2,17	0,34	Sedang
C5 (Mengevaluasi)	5,11,16,20	1,63	2,37	0,31	Sedang

Berdasarkan Tabel , seluruh indikator hasil belajar mengalami peningkatan. Nilai *N-Gain* tertinggi terdapat pada indikator C1 (mengingat), sedangkan nilai terendah diperoleh pada indikator C5 (mengevaluasi).

2. Analisis Statistik Inferensial

a. Uji Normalitas

Untuk memastikan apakah data *pretest* dan *posttest* terdistribusi normal, dilakukan uji *Shapiro-Wilk* menggunakan SPSS versi 31.0. Data dianggap terdistribusi normal jika nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05.

Tabel 6. Uji Normalitas *Shapiro-Wilk* Hasil Belajar Peserta Didik

	Hasil Belajar		
	Statistic	Df	Sig.
<i>Pretest</i>	0,961	30	0,333
<i>Posttest</i>	0,967	30	0,461

Karena skor signifikansi pretest dan posttest lebih tinggi dari 0,05, Tabel 6 menunjukkan bahwa data terdistribusi secara normal.

b. Uji Hipotesis

Setelah data memenuhi asumsi normalitas, Uji *Paired Sample T-Test* Berpasangan digunakan untuk mengevaluasi hasil belajar siswa baik sebelum maupun setelah penerapan LKPD dengan bantuan *PhET Simulation*. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai signifikansi signifikansi (2-tailed) $< 0,05$ atau $0,001 < 0,05$ yang artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan terhadap hasil belajar peserta didik kelas IX UPT SPF SMPN 33 Makassar setelah penerapan LKPD berbantuan *PhET Simulation*.

PEMBAHASAN

Hasil belajar siswa dalam bidang kelistrikan dinamis meningkat dengan penggunaan lembar kerja siswa (LKPD) yang didukung oleh *PhET Simulation*. Dengan skor berkisar antara 6,83 hingga 12,23, temuan penelitian menunjukkan bahwa penerapan LKPD bersamaan dengan simulasi interaktif meningkatkan hasil belajar siswa. Perbedaan antara nilai rata-rata siswa sebelum dan sesudah proses pembelajaran menunjukkan peningkatan ini dan memperlihatkan bagaimana proses pembelajaran dapat membantu siswa dalam memahami konsep listrik dinamis. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD bersamaan dengan *PhET Simulation* dapat menghasilkan pengalaman belajar yang lebih sukses dibandingkan pembelajaran sebelum terapi.

Pencapaian ini dibuktikan tidak hanya dengan peningkatan hasil belajar, tetapi juga dengan perubahan cara siswa memperoleh pengetahuan tentang hal-hal yang mereka pelajari. Melalui simulasi virtual, siswa secara aktif mengeksplorasi konsep selama proses pembelajaran, alih-alih menjadi penerima pengetahuan secara pasif. Peserta didik dapat

mengubah nilai tegangan, hambatan, maupun arus listrik pada simulasi kemudian mengamati perubahan yang terjadi secara langsung. Melalui latihan-latihan ini, siswa dapat menghubungkan teori-teori yang mereka pelajari dengan fenomena yang mereka amati, yang membantu mereka memahami ide-ide abstrak. Karena pengetahuan dikembangkan melalui investigasi, observasi, dan percakapan sepanjang proses pembelajaran, metode ini memberi siswa kesempatan untuk memiliki pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Hasil penelitian ini menguatkan hasil penelitian Mahardika, Ismawati, dan Rahayu (2022), yang menemukan bahwa penggunaan Simulasi PhET selain LKPD meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan dengan penggunaan LKPD konvensional. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara LKPD dan

Penggunaan *PhET Simulation* untuk melaksanakan lembar kerja siswa (LKPD) menghasilkan peningkatan hasil belajar yang moderat, menurut analisis N-Gain. Pemahaman konseptual siswa meningkat sebagai hasil dari pembelajaran terapan, meskipun peningkatan tersebut masih di bawah kategori tinggi. Pencapaian ini menunjukkan bahwa penggunaan sumber belajar berbasis simulasi secara signifikan meningkatkan hasil belajar, meskipun efektivitasnya masih dipengaruhi oleh sejumlah aspek yang berkaitan dengan karakteristik siswa dan implementasi pembelajaran.

Temuan penelitian ini didukung oleh (Mahyana et al., 2025; Rizki et al., 2025; Mahardika et al., 2022), yang juga menemukan bahwa penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKPD) bersamaan dengan *PhET Simulation* dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Menurut penelitian tersebut, simulasi interaktif memberi siswa kesempatan untuk menyelidiki ide melalui eksperimen virtual, yang membantu mereka memahami ide-ide abstrak. Selain meningkatkan pemahaman konseptual, penggunaan lembar kerja siswa bersamaan dengan *PhET Simulation* mendorong partisipasi

aktif siswa sepanjang proses pembelajaran, yang meningkatkan hasil belajar.

Peningkatan hasil belajar yang signifikan dalam penelitian ini dijelaskan melalui karakteristik pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuannya melalui pengalaman belajar secara langsung. LKPD berbantuan *PhET Simulation* memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi konsep listrik dinamis dengan mengubah variabel seperti tegangan, hambatan, dan arus, kemudian mengamati perubahan yang terjadi pada simulasi. Proses tersebut sejalan dengan pandangan konstruktivisme yang menempatkan peserta didik sebagai pihak yang aktif dalam membangun pemahaman berdasarkan pengalaman dan hasil pengamatan. Hasil kajian Banda & Nzabahimana (2021) menunjukkan bahwa integrasi *PhET* dalam pembelajaran fisika memberikan bukti yang kuat terhadap peningkatan pemahaman konseptual peserta didik dan lebih efektif ketika dipadukan dengan pembelajaran aktif.

Faktor lain mendukung peningkatan hasil belajar adalah kemampuan *PhET* dalam memvisualisasikan konsep yang sulit diamati secara langsung. Materi listrik dinamis, hubungan antara arus, tegangan, dan hambatan tidak seluruhnya dapat diamati secara nyata oleh peserta didik. Melalui *PhET Simulation*, hubungan tersebut dapat divisualisasikan melalui rangkaian virtual dan perubahan variabel yang dapat diamati secara langsung. Visualisasi ini membantu peserta didik menghubungkan representasi konsep dengan fenomena yang disimulasikan sehingga pemahaman menjadi lebih konkret. Da Lopez et al. (2023) menjelaskan bahwa simulasi *PhET* dapat membantu memvisualisasikan konsep-konsep fisika abstrak sehingga mendukung pemahaman konsep dan hasil belajar peserta didik. Temuan Syifa et al. (2023) juga menunjukkan bahwa penggunaan simulasi virtual dapat membantu perubahan struktur kognitif peserta didik melalui pemberian representasi visual terhadap konsep yang dipelajari.

Keberhasilan ini diyakini disebabkan oleh sejumlah faktor, termasuk siswa yang belum terbiasa menggunakan simulasi virtual sebagai media pembelajaran, meskipun peningkatan hasil belajar termasuk dalam kategori moderat. Berdasarkan hasil observasi

awal, peserta didik belum pernah menggunakan *PhET Simulation* dalam pembelajaran IPA, sehingga memerlukan waktu untuk beradaptasi dengan fitur dan cara penggunaannya. Meskipun demikian, distribusi kategori hasil belajar menunjukkan perubahan yang positif setelah penerapan LKPD berbantuan *PhET Simulation*.

Berikut penjelasan tiap indikatornya:

1) Mengingat (C1)

Jika dibandingkan dengan indikator lainnya, Indikator Mengingat (C1) memiliki skor *N-Gain* tertinggi yaitu 0,52. Hal ini menunjukkan bahwa konsep-konsep dasar seperti arus listrik, tegangan, hambatan, simbol, dan satuan yang digunakan dalam kelistrikan dinamis lebih mudah diingat oleh siswa. Visualisasi yang ditawarkan oleh *PhET Simulation* membantu siswa menghubungkan representasi yang mereka lihat dengan informasi yang telah mereka pelajari. Temuan ini menguatkan temuan Prihatin dkk. (2022), yang menjelaskan bagaimana pengalaman belajar yang lebih realistis melalui simulasi interaktif dapat meningkatkan pemahaman topik dasar.

2) Memahami (C2)

Dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,48, indikasi Memahami (C2) diklasifikasikan sebagai sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa dapat menjelaskan hubungan antar ide dalam konten listrik dinamis serta mampu mengingat informasi. Melalui latihan eksplorasi *PhET Simulation*, siswa dapat melihat bagaimana arus, tegangan, dan hambatan saling berhubungan, yang meningkatkan pemahaman konseptual. Memahami (C2) dalam taksonomi Bloom menunjukkan bahwa siswa mampu menafsirkan, menjelaskan, dan menghubungkan konsep-konsep dasar dalam konteks yang jelas (Sebagai contoh, bagaimana arus, tegangan, dan hambatan berinteraksi dalam rangkaian listrik yang dinamis) selain mampu menghafal fakta-fakta dasar. Hasil ini mencerminkan bahwa setelah pembelajaran, peserta didik dapat menjelaskan kembali hubungan antara konsep-konsep kunci materi listrik dinamis dengan cara yang lebih bermakna daripada sekadar hafalan. Hal ini sejalan dengan penelitian Kamilah, Sulisworo & Juli (2025), bahwa peningkatan pemahaman konsep melalui *PhET Simulation* didukung oleh fakta bahwa simulasi interaktif menampilkan

representasi visual dari konsep abstrak, dengan demikian, membantu siswa dalam menghubungkan teori dengan fenomena nyata.

3) Mengaplikasikan (C3)

Indikator Mengaplikasikan (C3) berada dalam kisaran sedang dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,40. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa mulai menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya untuk menyelesaikan masalah kontekstual dan pertanyaan dunia nyata. Meskipun demikian, kemampuannya masih bisa ditingkatkan lewat latihan yang lebih beragam agar semakin terbiasa menerapkan konsep dalam berbagai situasi. Menurut Wendra dkk. (2021), terdapat peningkatan moderat dalam prestasi belajar fisika, termasuk kemampuan memahami dan menerapkan konsep, ketika menggunakan Simulasi *PhET*.

4) Menganalisis data (C4)

Pada kategori menengah, indikator Menganalisis (C4) memperoleh nilai *N-Gain* sebesar 0,34. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa telah mampu menginterpretasikan data eksperimen dan menghubungkan hubungan antara arus, tegangan, dan resistansi, meskipun kemampuan ini belum berkembang secara optimal. Salah satu penjelasannya adalah bahwa siswa masih membutuhkan banyak latihan dalam membaca grafik, menafsirkan tabel, dan membuat kesimpulan dari informasi yang ada. Hasil ini konsisten dengan penelitian oleh Mahyana, Husnizar, dan Nurmalina (2024), yang menemukan bahwa *PhET Simulation* membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir analitis mereka.

5) Mengevaluasi (C5)

Dengan nilai *N-gain* sebesar 0,31, Indikator Mengevaluasi (C5) termasuk dalam kisaran sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD bersamaan dengan *PhET Simulation* dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk menilai suatu klaim, membandingkan temuan eksperimental dengan ide-ide teoretis, dan membuat penilaian berdasarkan informasi yang dikumpulkan. Meskipun demikian, peningkatan yang dicapai masih di kategori sedang. Penelitian oleh Rahmawati & Dwikoranto (2022) dan Sari et al. (2021) menunjukkan bahwa pemanfaatan *PhET Simulation* meningkatkan hasil pembelajaran dan kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk kemampuan evaluatif. Capaian yang

belum optimal pada indikator C5 menunjukkan bahwa kemampuan mengevaluasi memerlukan penguasaan konsep yang baik serta kemampuan berpikir kritis.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis pada Tabel 8 menggunakan uji T, khususnya Uji T Sampel Berpasangan, nilai signifikan (2-tailed) $<0,05$ atau $0,001 <0,05$ menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa kelas IX di UPT SPF SMPN 33 Makassar secara signifikan meningkatkan hasil belajar mereka ketika LKPD diimplementasikan dengan menggunakan *PhET Simulation*.

SIMPULAN DAN SARAN

Menurut temuan penelitian, siswa kelas sembilan di UPT SPF SMP Negeri 33 Makassar menunjukkan peningkatan hasil belajar setelah penggunaan LKPD dengan *PhET Simulation*. Skor *N-Gain* moderat sebesar 0,42 menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar meningkat dari 6,83 pada pretest menjadi 12,23 pada posttest. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan lembar kerja siswa (LKPD) di samping Simulasi *PhET* sangat meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil ini menyiratkan bahwa penggunaan simulasi *PhET* interaktif di samping lembar kerja siswa dapat meningkatkan hasil belajar dan membantu pemahaman siswa tentang listrik dinamis.

Guru sebaiknya menggunakan lembar kerja siswa yang dibantu *PhET Simulation* (LKPD) sebagai alat pengajaran untuk membantu siswa belajar, terutama dalam materi listrik dinamis. Selain itu, disarankan agar penelitian selanjutnya yang ingin menggunakan lembar kerja siswa yang dibantu *PhET Simulation* memodifikasi dan meningkatkan sumber belajar yang digunakan dalam penelitian ini agar lebih sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa. Bagi peneliti selanjutnya yang ingin menerapkan LKPD berbantuan *PhET Simulation* diharapkan mengadaptasi dari penuntun listrik dinamis dan dapat lebih memaksimalkan proses pembelajaran dan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dengan mengadakan penelitian lanjutan

DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik Edisi Revisi*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Arumningtyas, N., Budiyanto, M., & Purnomo, A. R. (2022). Penerapan Virtual Laboratory untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa di Masa Pandemi. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*, 10(2), 246-252.
- Astuti, N., & Iku, P. F. (2020). Pembelajaran Multiliterasi sebagai Wahana Peningkatan Keterampilan Belajar Siswa di Masa Pandemi Covid 19. *Aliterasi (Jurnal Pendidikan, Bahasa, dan sastra)*, 1(1), 12-18.
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 023108.
- Bestari, F., Ramlawati, R., & Yunus, S.R. (2022). Penerapan LKPD Berbasis KPS untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal IPA Terpadu*, 6(2), 51.
- Da Lopez, M. A., Nikmatillah, Z., Cahyani, A., Gunawan, G., & Nisrina, N. (2023). The use of PhET simulations to improve high school students' understanding of physics concepts: A systematic literature review. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 4(2), 182-191.
- Harahap, N. F., Pangaribuan, M., Faisal, M. H., Marbun, T., & Ivanna, J. (2023). Peran Pembelajaran IPS dalam Pembentukan Karakter Siswa SMP 35 Medan. *Journal Ability : Journal of Education and Social Analysis*, 4(2), 157-166.
- Hake, R. (1999). Analyzing Change/ Gain Scores. Dept. Of Physics, Indiana University.
- Kamilah, D. P., Sulisworo, D., & Firmansyah, J. (2025). The Impact of PhET Simulations on Conceptual Understanding in High School Physics: Evidence from Indonesian Studies. *Journal of Educational Sciences*, 9(6), 6229-6244.
- Kurniawati, R., & Nadiroh. (2021). Pengaruh Penggunaan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 12(1), 15-23.
- Mahardika, H. C., Ismawati, R., & Rahayu, R. (2022). Penerapan LKPD Berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Kognitif IPA Peserta Didik SMP. *Edu Sains*, 10(1), 61-70.
- Mahyana, Husnizar, & Nurmalina. (2024). Pengaruh Penerapan LKPD Berbasis Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Suhu dan Kalor. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 7(1), 57-63.
- Marta, R., Surya, F. Y., & Sumianto. (2024). Pelatihan Penerapan Kurikulum Merdeka pada Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Pengabdian Pendidikan dan Teknologi Masyarakat*, 2(1), 75-79.
- Nurdini A, Husniyah R, Chusni M, & Mulyana E. (2022). Penggunaan *Physics Education Technology (PhET)* dengan Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(1), 136-146.
- Nurhayati, S., Rahman, A., & Mulyani, T. (2020). Pemanfaatan Media *PhET Simulation* dalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Listrik Dinamis. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(2), 91-99.
- Prastono, A. (2014). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Prihatin, S., Hasanah, U., & Rusdiana, D. (2022). Pengaruh LKPD berbantuan Simulasi PhET terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(2), 100-110.
- Purwasi, L. A., & Fitriyana, N. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS). *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 894-908.
- Rahmaniati, R., & Aulia, N. (2025). Analisis Keterampilan Proses Sains pada Mata Kuliah Pendidikan IPA: Analysis of Science Process Skills in Science

- Education Subjects. *Anterior Jurnal*, 24(1), 111-116.
- Rizki, M. P., Sakdiah, H., Ginting, F. W., Zahara, S. R., Muliani., & Damanik, B. P. P. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Guided Discovery Learning Menggunakan Simulasi Physics Education Technology (PhET) pada Materi Listrik Dinamis. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 6(1), 31–40.
- Sari, R., & Setiawan, W. (2022). Implementasi Simulasi *PhET* dalam Pembelajaran Listrik Dinamis untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(3), 210–218.
- Sumiasyih. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis PBL berbantuan *PhET Simulation* untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA pada Materi Getaran dan Gelombang di MTs Negeri 1 Bantul. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, 7(2), 135–142.
- Syifa, A., Putra, N. M. D., Darsono, T., & Rohim, A. M. (2023). Changes in students' cognitive structure on the concept of diffraction and light interference using PhET virtual simulation. *Physics Education Research Journal*, 5(1).
- Wahyuni, F., Daniah, dan Oviana, W. 2023. "Upaya Peningkatan Keterampilan Proses Sains Pembelajaran IPA melalui Model Inkuiri Terbimbing di SDN 02 Keumumu Aceh Selatan. *FITRAH: International Islamic Education Journal*, 5(1): 84–104.
- Wendra, D., & Festiyed. 2021. *Meta Analysis of the Effect of the Use of PhET Simulation on Learning Outcomes of Physics of SMA/MA Students*. *Pillar of Physics Education*, 14(4).
- Wulan, D., & Marianus, S. M. (2022). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran Scientific Approach dan Keterampilan Proses Sains Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas V SdN 067954 Medan. *Bina Gogik*, 9(2), 39–48.
- Zulianti, W. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Multimedia PhET Simulation terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa (Studi Quasi Eksperimen pada Muatan IPA di Kelas VI SD Negeri 1 Cimaranten). *UNIEDU: Universal Journal of Educational Research*, 5(3), 1–23.