



## Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ) Universitas Papua

website: <https://journal.fkip.unipa.org/index.php/kpej>



### Development of Student Worksheets Based on Discovery Learning Assisted by PhET Interactive Simulations

Siti Hajar<sup>1\*</sup>, Paulus G. D. Lasmono S.<sup>2</sup>, Umi Purnama<sup>3</sup>, Adeline Silaban<sup>4</sup>, & Virman<sup>5</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Cenderawasih, Indonesia

<sup>3</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andi Djemma, Indonesia

\*Corresponding author: [sitihajar.06.1991@gmail.com](mailto:sitihajar.06.1991@gmail.com)

**Abstract:** This study aims to design and develop Student Worksheets based on a discovery learning approach, supported by PhET Interactive Simulations media, and to examine their design, feasibility, and practicality in the context of electricity at the high school level. The LKPD development process follows the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) model, which encompasses the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The average obtained from the expert validation results is 87.50%, based on three assessment aspects, and is declared to be suitable for use. Meanwhile, the feasibility validation by media experts yields an average value of 79.68% across four indicators, indicating that the LKPD is ideal for use. Furthermore, the results of the field trial conducted by students are 82.84%, which is also classified as very appropriate. Based on the average value, it can be said that the physics LKPD based on discovery learning, supported by PhET.

**Keywords:** development, discovery learning, electricity, PhET interactive simulation, student worksheets

### Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Pembelajaran Penemuan Berbantuan PhET *Interactive Simulations*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis pendekatan pembelajaran penemuan yang didukung oleh media PhET *Interactive Simulations*, serta mengkaji desain, tingkat kelayakan, dan kepraktisannya pada topik listrik di jenjang SMA/MA. Proses pengembangan LKPD ini mengikuti model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang mencakup tahap analisis, perancangan, pengembangan, penerapan, dan evaluasi. Rata-rata yang diperoleh dari hasil validasi ahli yaitu sebesar 87,50% berdasarkan tiga aspek penilaian, dan dinyatakan sangat baik atau sangat layak digunakan. Sementara itu, validasi kelayakan dari ahli media menghasilkan nilai rata-rata sebesar 79,68% dari empat indikator, dari nilai rata-rata tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa LKPD nya baik dan layak digunakan. Selanjutnya, hasil uji coba lapangan yang dilakukan oleh peserta didik yaitu 82,84%, yang juga tergolong dalam kategori sangat layak. Berdasarkan nilai rata-rata tersebut, sehingga dapat dikatakan LKPD fisika berbasis pembelajaran penemuan yang didukung oleh PhET *Interactive Simulations* sangat layak untuk diterapkan.

**Kata Kunci:** lembar kerja peserta didik, listrik, pembelajaran penemuan, pengembangan, PhET *interactive simulation*

## PENDAHULUAN

Di era modern yang ditandai oleh kemajuan teknologi dan arus globalisasi yang cepat, dibutuhkan sumber daya manusia yang unggul. Pendidikan menjadi sarana utama dalam membentuk individu yang kompeten dan siap menghadapi berbagai tantangan masa depan. Seperti yang diungkapkan oleh Yusuf & Bektiarso (2020) pendidikan merupakan proses sadar yang meliputi pengembangan moral, aspek spiritual, kognitif, psikomotorik, dan kebiasaan guna mengoptimalkan potensi peserta didik. Kurikulum Merdeka menekankan pentingnya memiliki kemampuan berpikir kreatif, kritis serta keterampilan pemecahan masalah, dan pencapaian standar pembelajaran yang telah ditentukan (KKM). Namun, sifat kompleks dan abstrak dari materi fisika seringkali menjadi hambatan bagi peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran (Fitri et al., 2020).

Perkembangan teknologi juga turut mendorong kemajuan di bidang pendidikan, khususnya dalam pembelajaran IPA seperti fisika. Fisika adalah ilmu yang mempelajari fenomena alam melalui pendekatan teoritis dan matematis. Berdasarkan kurikulum, peserta didik diharapkan menguasai konsep, hukum, prinsip, dan asas fisika (Rosmiati et al., 2020). Selain itu, proses pembelajaran fisika bertujuan agar peserta didik mampu memecahkan permasalahan. Namun, kenyataannya, mereka masih tergolong rendah terkait pemahamannya tentang fisika. Banyak peserta didik menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang abstrak, sehingga sulit untuk dipahami. Salah satu faktor penyebabnya adalah ketidaktepatan dalam memilih model dan media pembelajaran (Hajar et al., 2020).

Hasil analisis yang dilakukan peneliti di SMA Muhammadiyah Kota Jayapura, terdapat 65,5% peserta didik sulit memahami fisika, yang disebabkan oleh banyaknya simbol, rumus, dan istilah (55,4%) serta terbatasnya praktik di laboratorium karena keterbatasan alat (47%). Selain itu, penguasaan teknologi oleh guru fisika masih rendah. Akibatnya, sejumlah besar guru belum memiliki kemampuan untuk menggunakan komputer dalam merancang maupun menyampaikan media pembelajaran. (Hajar et al., 2023). Proses pembelajaran pun masih didominasi oleh metode tradisional yaitu guru menyampaikan materi secara langsung menggunakan papan tulis.

Kondisi ini mendorong guru agar lebih kreatif dan inovatif dalam melaksanakan proses pembelajaran agar tetap menarik dan menyenangkan, terlepas dari kendala yang ada (Hidayati et al., 2020). Oleh karena itu, penguasaan teknologi informasi menjadi keterampilan yang wajib dimiliki oleh guru. Tidak hanya menguasai konten fisika, guru juga diharapkan mampu merancang media dan Media pembelajaran yang memikat, melibatkan peserta didik secara aktif, dan mudah diakses maupun dipahami peserta didik. Sejumlah penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa model pembelajaran penemuan dan penggunaan media PhET dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep fisika, seperti yang dikemukakan oleh (Yonathan et al., 2015; Soimah, 2018; Kholida et al., 2022; Molamahu et al., 2025; Allo et al., 2018).

Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti terdorong guna menyusun LKPD dengan pendekatan pembelajaran penemuan, dengan harapan peserta didik dapat aktif secara mental dalam menemukan konsep dan prinsip fisika. LKPD ini dirancang menggunakan PhET *Interactive Simulations* sebagai alternatif praktikum, mengingat keterbatasan alat laboratorium di sekolah. Dengan dukungan fasilitas komputer yang memadai, penggunaan PhET dalam praktikum diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, serta menumbuhkan motivasi dan sikap ilmiah, khususnya pada materi Listrik. Kegiatan praktikum yang memanfaatkan PhET *Interactive Simulations* ini dapat meningkatkan pemahaman konsep, sekaligus menumbuhkan motivasi dan sikap ilmiah peserta didik dalam mempelajari materi Listrik.

## LANDASAN TEORI

### Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik adalah perangkat ajar berbentuk cetakan yang dirancang sebagai panduan bagi peserta didik dalam melaksanakan kegiatan belajar. LKPD berisi instruksi yang mendorong peserta didik untuk melakukan berbagai aktivitas seperti membaca, menulis, berhitung, berdiskusi, menganalisis, maupun mengevaluasi. Selain itu, LKPD biasanya memuat soal latihan yang dirancang untuk melatih kemampuan pemecahan masalah secara sistematis dan memperdalam pemahaman terhadap materi yang dipelajari (Nurliawaty et al., 2017). Secara umum, LKPD berisi tugas-tugas yang akan dikerjakan oleh peserta didik dan dapat dikembangkan oleh guru sebagai sarana pembelajaran. Lembar kegiatan ini biasanya memuat petunjuk, tahapan pengerjaan, serta ringkasan materi.

### Model Pembelajaran Penemuan

Model pembelajaran berperan penting dalam merancang dan menyusun langkah-langkah pembelajaran. Salah satu pendekatan inovatif yang memungkinkan peserta didik membangun sendiri pemahamannya serta menemukan konsep secara mandiri adalah model pembelajaran penemuan. Model ini mengacu pada teori konstruktivisme, yang mengutamakan partisipasi aktif peserta didik dalam proses belajar untuk memperoleh pemahaman terhadap konsep atau gagasan utama dalam suatu bidang (Ratumanan, 2023). Pembelajaran penemuan mendorong peserta didik menemukan konsep berdasarkan data atau informasi yang diperoleh dari hasil observasi atau eksperimen. Model ini merupakan pendekatan kognitif yang menuntut kreativitas guru dalam menciptakan suasana belajar yang mampu merangsang peserta didik untuk aktif membangun sendiri konsep dan prinsip. Melalui kegiatan eksperimen, pembelajaran penemuan tidak hanya memperkaya pengetahuan, tetapi juga meningkatkan keterampilan peserta didik secara bersamaan (Sani, 2019).

### PhET Simulation

PhET adalah simulasi interaktif yang menggambarkan berbagai fenomena fisika dan disediakan secara gratis, berbasis hasil penelitian. Pendekatan berbasis riset ini mengintegrasikan temuan-temuan studi sebelumnya, sehingga memungkinkan peserta didik untuk mengaitkan kejadian yang terjadi dalam keseharian mereka dengan konsep ilmiah yang mendasarinya. Hal ini secara tidak langsung membantu memperdalam pemahaman dan menumbuhkan minat peserta didik terhadap pelajaran (Sinulingga et al., 2016). PhET juga dianggap sebagai metode pembelajaran yang menarik karena melibatkan pemanfaatan teknologi modern dalam memahami materi fisika. Materi yang disampaikan melalui PhET dikemas dalam bentuk praktik langsung melalui simulasi (Arabacioglu, 2016). Simulasi ini berbentuk animasi interaktif yang menyerupai permainan, di mana peserta didik dapat secara aktif belajar dan mengeksplorasi materi sesuai dengan topik yang diajarkan di sekolah.

## METODE PENELITIAN

Adapun peneliti yang digunakan yaitu metode penelitian dan pengembangan Metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan model ADDIE, yang mencakup lima tahap, yaitu: tahap analisis, perancangan, pengembangan, pelaksanaan, dan evaluasi (Sugiyono, 2020). Proses pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, seperti angket analisis kebutuhan, validasi oleh para ahli, serta dokumentasi pendukung. Kegiatan

ini dilakukan di SMA Muhammadiyah Kota Jayapura kelas XI dengan jumlah peserta sebanyak 40 orang peserta didik.

Dalam rangka menilai kelayakan dan tingkat keterbacaan LKPD yang dikembangkan, peneliti memberika angket kepada peserta didik, ahli media dan ahli materi. Kemudian dianalisis agar diketahui seberapa layak LKPD tersebut untuk digunakan. Seluruh data yang dikumpulkan tadi kemudian dianalisis menggunakan skala Likert.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, peneliti melibatkan sejumlah pihak, antara lain pakar materi, pakar media, dan peserta didik. Hasil analisis nya yaitu:

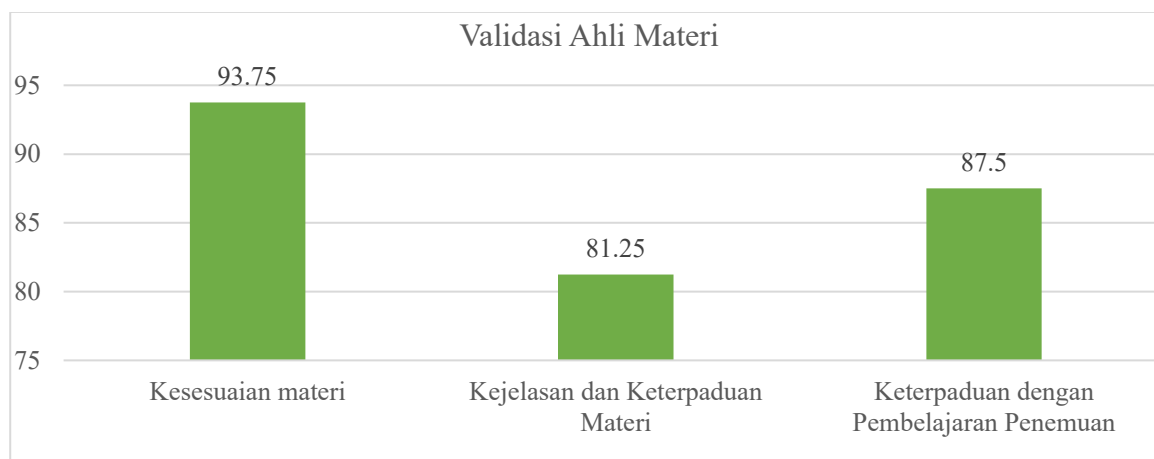
### Uji Validitas oleh Ahli Materi

LKPD berbasis pembelajaran penemuan yang didukung oleh PhET *Interactive Simulations* diuji tingkat kelayakannya oleh dua orang ahli materi. Kedua ahli tersebut merupakan dosen Fisika Universitas Cenderawasih. Instrumen penilaian yang digunakan dalam uji ahli materi berupa angket yang terdiri dari 12 butir pertanyaan yang dikelompokkan ke dalam 3 indikator penilaian. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert. Hasilnya kemudian diinterpretasikan menggunakan rentang skala Likert dari 0% hingga 100%, dengan kategori penilaian mulai dari sangat kurang baik hingga sangat baik. Tabel 1 menunjukkan hasil analisis uji kelayakan oleh ahli materi.

**Tabel 1.** Interpretasi Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Materi

No	Aspek	Uji kelayakan ahli materi	
		Presentase	Interpretasi
1	Kesesuaian materi	93.75	Sangat Baik
2	Kejelasan dan Keterpaduan Materi	81.25	Sangat Baik
3	Keterpaduan dengan Pembelajaran Penemuan	87.50	Sangat Baik
Rata-Rata		87.50	Sangat Baik

Tabel 1 merupakan hasil analisis dari ke 3 indikator, dimana pada indikator 1 yang terdiri dari 4 pernyataan, dari 4 pernyataan tersebut dianalisis dan mendapatkan presentase 93.75% dengan kategori sangat baik. Sedangkan untuk indictor ke 2 dengan jumlah pernyataan sebanyak 4 juga, hasil analisisnya yaitu sebesar 81.25% dan masuk pada kategori sangat baik. Sedangkan untuk indikator ke tiga dengan jumlah pernyataan 4 juga diperoleh persentase sebesar 87.50, masuk kategori sangat baik. Dari ke 3 indikator tersebut yang terdiri dari 12 pernyataan, dirata-ratakan sehingga menjadi 87.50% dan masuk kategori sangat baik. Rinciannya disajikan sebagaimana pada Gambar 1:



**Gambar 1.** Diagram Hasil Validasi Ahli Materi

Gambar 1 menunjukkan hasil persentase yang tinggi dengan kategori sangat baik. Pada indikator 1 yaitu tentang kesesuaian materi, diperoleh persentase sebesar 93.75%. Sedangkan untuk indikator ke 2 yaitu tentang kejelasan dan keterpaduan materi diperoleh persentase sebesar 81.25% dan yang terakhir yaitu untuk indikator ke tiga yaitu tentang keterpaduan dengan pembelajaran penemuan memperoleh persentase sebesar 87.50. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari dan Harjono (2016) yang menyatakan bahwa peningkatan nilai rata-rata penguasaan konsep peserta didik yang diajarkan dengan *discovery learning* berbantuan media laboratorium virtual lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, serta diperkuat oleh temuan Rismawati et al. (2017) yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif peserta didik dalam eksperimen dan penemuan konsep untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Secara keseluruhan setiap sub materi listrik dinamis mengalami peningkatan dengan peningkatan tertinggi terdapat pada materi arus listrik (88%). Ini menunjukkan bahwa model *discovery learning* efektif digunakan melalui bantuan media laboratorium virtual.

#### Uji Kelayakan oleh Ahli Media Pembelajaran

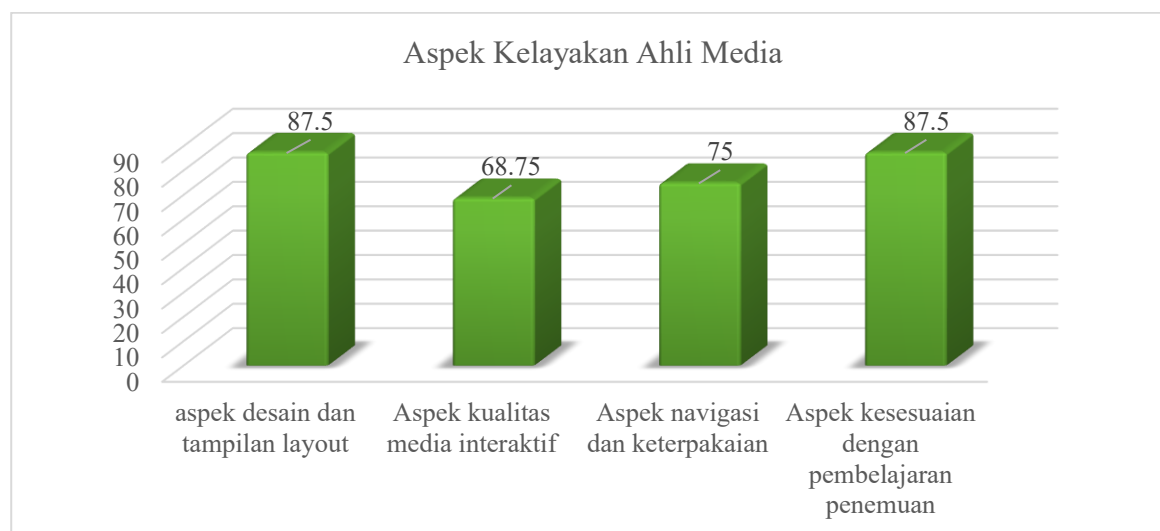
Pengujian ini dilakukan oleh dosen di Pendidikan fisika Dimana terdapat 2 indikator dan 12 pernyataan. Hasil analisisnya disajikan dalam Tabel 2:

**Tabel 2.** Interpretasi Hasil Uji Kelayakan oleh Ahli Media Pembelajaran

No	Aspek	Uji kelayakan Ahli media	
		Presentase	Interpretasi
1	Aspek desain dan tampilan layout	87.50	Sangat Baik
2	Aspek kualitas media interaktif	68.75	Sangat Baik
3	Aspek navigasi dan keterpakaian	75.00	Baik
4	Aspek kesesuaian dengan pembelajaran penemuan	87.50	Baik
Rata-Rata		79.68	Baik

Tabel 2 merupakan hasil validasi ahli media, ada 4 indikator dengan jumlah pernyataan sebanyak 12. Pada indikator 1 yang terdiri dari 4 pernyataan, dari 4 pernyataan tersebut dianalisis dan mendapatkan persentase sebesar 87.50% dengan kategori sangat baik. Sedangkan untuk indikator ke 2 dengan jumlah pernyataan sebanyak 4 juga, hasil analisisnya yaitu sebesar 68.75% dan masuk pada kategori sangat baik. Sedangkan untuk

indikator ke tiga dengan jumlah pernyataan sebanyak 2 pernyataan diperoleh persentase sebesar 75.00%, masuk kategori baik. Kemudian untuk indikator keempat dengan jumlah pernyataan sebanyak 2, memperoleh persentase sebesar 87.50% dan masuk kategori sangat baik (Saputra, 2020). Dari ke 4 indikator tersebut yang terdiri dari 12 pernyataan, dirata-ratakan sehingga menjadi 79.68% dan masuk kategori baik.



**Gambar 2.** Diagram Hasil Validasi Ahli Media

Gambar 2 menunjukkan hasil persentase yang tinggi dengan kategori baik. Dimana pada indikator 1 yaitu tentang aspek desain dan tampilan layout, diperoleh persentase sebesar 87.5%. Sedangkan untuk indikator ke 2 yaitu tentang aspek kualitas media interaktif diperoleh persentase sebesar 68.75%, sedangkan untuk indikator ke tiga tentang aspek navigasi dan keterpakaian memperoleh persentase sebesar 75% dan yang terakhir yaitu untuk indikator ke empat yaitu tentang aspek kesesuaian dengan pembelajaran penemuan memperoleh persentase sebesar 87.50%.

### Uji Coba Lapangan ke Peserta Didik

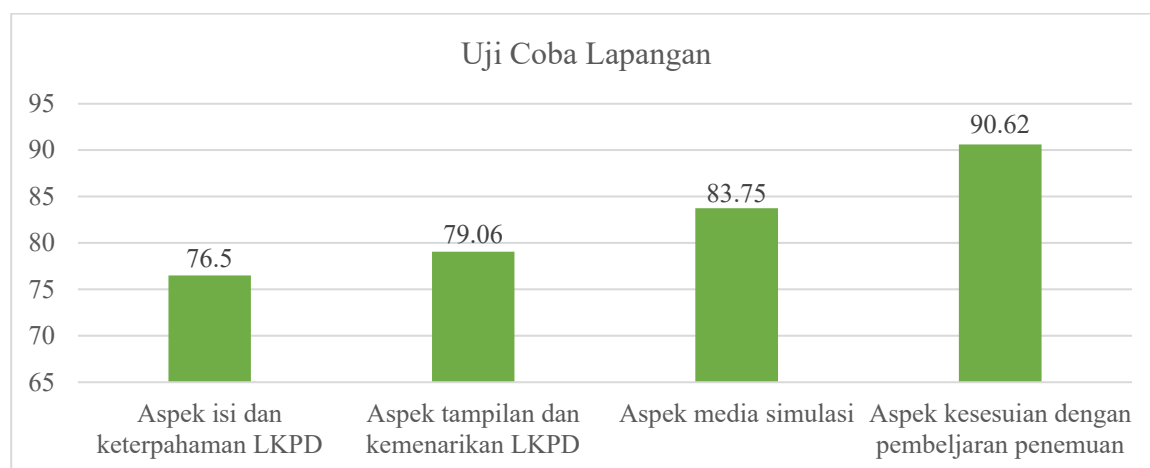
Pengujian ini diberikan kepada 40 orang peserta didik di SMA Muhammadiyah Jayapura dengan sebanyak 4 indikator yaitu 11 pernyataan. Hasilnya disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Interpretasi Hasil Uji Coba Lapangan

No	Aspek	Uji coba peserta didik	
		Presentase	Interpretasi
1	Aspek isi dan keterpahaman LKPD	76.50	Baik
2	Aspek tampilan dan kemenarikan LKPD	79.06	Baik
3	Aspek media simulasi	83.75	Sangat Baik
4	Aspek kesesuaian dengan pembelajaran penemuan	90.62	Sangat Baik
Rata-Rata		82.48	Sangat Baik

Tabel 3 merupakan hasil analisis dari uji coba yang dilakukan oleh peserta didik sebanyak 40 orang. Pada uji ini terdapat 4 indikator dengan jumlah pernyataan sebanyak 11. Pada indikator 1 terdiri dari 4 pernyataan, dari 4 pernyataan tersebut dianalisis dan mendapatkan persentase sebesar 76.50% dengan kategori baik. Sedangkan untuk indikator ke 2 dengan jumlah pernyataan sebanyak 2 juga, hasil analisisnya yaitu sebesar 79.06%

dan masuk pada kategori baik juga. Sedangkan untuk indikator ke tiga dengan jumlah pernyataan sebanyak 3 pernyataan diperoleh persentase sebesar 83.75%, dan masuk pada kategori sangat baik. Kemudian untuk indikator ke empat dengan jumlah pernyataan sebanyak 2, memperoleh persentase sebesar 90.62% dan masuk kategori sangat baik. Dari ke 4 indikator tersebut yang terdiri dari 11 pernyataan, dirata-ratakan sehingga menjadi 82.48% dan masuk kategori baik. Penjelasan lebih rinci dapat dilihat Gambar 3.



**Gambar 3.** Diagram Hasil Uji Coba Lapangan

Gambar 3 merupakan hasil analisis dari uji coba peserta didik yang menunjukkan hasil persentase yang tinggi dengan kategori baik. Dimana pada indikator 1 yaitu tentang aspek isi dan keterpahaman LKPD, diperoleh persentase sebesar 76.50%. Sedangkan untuk indikator ke 2 yaitu tentang aspek keterampilan dan kemenarikan LKPD diperoleh persentase sebesar 79.06%, sedangkan untuk indikator ke tiga tentang aspek media simulasi memperoleh persentase sebesar 83.75% dan yang terakhir yaitu untuk indikator ke empat yaitu tentang aspek kesesuaian dengan pembelajaran penemuan memperoleh persentase sebesar 90.62%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan memenuhi aspek kelayakan baik dari segi materi, media, maupun bahasa. Validasi ahli materi menegaskan bahwa isi LKPD telah sesuai dengan capaian pembelajaran, relevan dengan kompetensi dasar, serta mampu mengarahkan peserta didik pada proses penemuan konsep melalui aktivitas berbasis eksperimen virtual. Sementara itu, validasi ahli media menekankan bahwa desain LKPD sederhana, sistematis, dan mudah dipahami, serta integrasi dengan PhET dapat meningkatkan interaktivitas pembelajaran (Rizal & Sukariasih, 2022).

Berdasarkan hasil uji coba terbatas, diperoleh respons positif dari peserta didik. LKPD yang berbantuan PhET dinilai menarik, mudah digunakan, dan membantu mereka memahami konsep abstrak fisika yang sebelumnya sulit dipelajari hanya melalui penjelasan guru atau buku teks (Rizki et al., 2023). Lebih lanjut, penggunaan pendekatan pembelajaran penemuan (*discovery learning*) dalam LKPD terbukti efektif dalam membimbing peserta didik untuk menemukan sendiri prinsip atau konsep yang dipelajari. Integrasi dengan PhET memperkuat proses tersebut, karena peserta didik dapat melakukan percobaan virtual, memanipulasi variabel, serta mengamati fenomena fisis secara langsung (Chotimah & Festiyed, 2020). Penggunaan media simulasi interaktif berbasis teknologi, seperti PhET dalam pembelajaran fisika berbasis STEM, terbukti mampu mendukung pengembangan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik (Yusuf &

Widyaningsih, 2019). Pembelajaran dengan menggunakan media PhET juga mendukung keterampilan abad 21 seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kreativitas.

Peserta didik dilatih untuk membuat hipotesis, menguji dengan simulasi, lalu menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh. Selain itu, penerapan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika terbukti meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan peserta didik, khususnya pada materi lanjut, sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif dan bermakna (Widyaningsih & Yusuf, 2018). LKPD berbasis pembelajaran penemuan berbantuan PhET dapat dikategorikan sebagai bahan ajar yang layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran fisika (Mardianti et al., 2020). Terdapat beberapa catatan. Pertama, keberhasilan penggunaan LKPD ini sangat bergantung pada ketersediaan sarana teknologi (komputer/laptop atau smartphone) dan akses internet. Kedua, guru perlu membimbing peserta didik agar tidak hanya terpaku pada eksplorasi simulasi, tetapi juga mampu merefleksikan hasil percobaan virtual ke dalam pemahaman konseptual (Hariadi et al., 2020; Masita, 2020).

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dapat disimpulkan bahwa LKPD dengan pembelajaran penemuan yang berbantuan *PhET Interactive Simulation* layak digunakan dalam proses pembelajaran. Adapun kekurangan dari peneliti yaitu LKPD yang dikembangkan hanya mencakup topik listrik, sehingga belum dapat mewakili keseluruhan materi Fisika di jenjang SMA/MA. Uji coba dilakukan hanya pada satu sekolah dan jumlah peserta yang terbatas, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi secara luas. Waktu yang digunakan untuk implementasi LKPD relatif singkat, sehingga efektivitas jangka panjang belum dapat diketahui secara menyeluruh; dan fokus penelitian lebih menekankan pada aspek kelayakan dan kepraktisan, sementara pengaruh LKPD terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik belum dibahas secara rinci. Penelitian selanjutnya sebaiknya melibatkan lebih banyak sekolah, peserta didik, dan guru dari berbagai daerah untuk memperoleh hasil yang lebih representative. Disarankan untuk mengembangkan LKPD berbasis penemuan berbantuan PhET pada materi lain dalam mata pelajaran Fisika atau bidang studi lainnya serta mengkaji dampak penggunaan LKPD terhadap hasil belajar dan pemahaman konsep peserta didik dalam jangka waktu yang lebih panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allo, A. Y. T., & Sebayang, S. R. B. (2018). The Implementation of Guided Discovery Learning Model Using Simple Tools. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 1(2), 56–64. <https://doi.org/10.37891/kpej.v1i2.18>
- Allo, A. Y. T., & Agustini, R. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model Guided Discovery Learning Menggunakan Alat Sederhana untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa SMA pada Materi Fluida Statis. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 5(1), 769–778. <https://doi.org/10.26740/jpps.v5n1.p769-778>
- Arabacioglu, S. (2016). Supporting Inquiry Based Laboratory Practices with Mobile Learning to Enhance Students' Process Skills in Science Education. *Journal of Baltic Science Education*, 15(2), 216–230. <https://doi.org/10.33225/jbse/16.15.216>
- Chotimah, C., & Festiyed, F. (2020). Analisis Efektifitas Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbantuan PhET Interactive Simulations untuk Meningkatkan Creative Thinking Skills melalui Model Research Based Learning pada Materi Momentum dan Impuls. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(2), 215–221. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i2.6246>



- Fitri, R. A., Adnan, F., & Irdamurni, I. (2020). Pengaruh Model Quantum Teaching terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 88–101. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.570>
- Hariadi, N., Rasmiwetti, R., & Haryati, S. (2020). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbentuk Majalah Berbasis Berpikir Kritis pada Materi Laju Reaksi Kelas XI Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pijar MIPA*, 15(5), 434–437. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i5.1605>
- Hajar, S., Arafah, K., & Ali, M. S. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Penemuan dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(1), 153–161. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1798>
- Hajar, S., Ulfa, S. M., Silaban, A., & Akbar, M. (2023). Analisis Minat Belajar Mahasiswa Pendidikan Fisika Terhadap Penggunaan Phet Simulation pada Materi Listrik. *Jurnal Fisika dan Pembelajarannya (Phydagogic)*, 5(2), 117-121. <https://doi.org/10.31605/phy.v5i2.5031>
- Hidayati, A. F., Puspitarini, I. D., Hidayati, A. F., & Puspitarini, D. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis VBA (Visual Basic Application) dalam Excel pada Materi Hukum II Newton. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(1), 155-163. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i1.4435>
- Kholida, I. S., Qori, F., & Sunarti, T. 2022. The Impact of Discovery Learning Model Assisted of Mind Mapping Media Based on Zooming Presentation on Understanding of Students' Concepts in Dynamic Electricity Materials. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 5(2), 88-94. <https://doi.org/10.37891/kpej.v5i2.340>
- Mardianti, F., Hamka, J., Tawar Barat, A., Padang Utara, K., Padang, K., & Barat, S. (2020). Metaanalisis Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri terhadap Keterampilan Proses Sains dan Literasi Saintifik Article History. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12 (2), 91-100. <https://doi.org/10.31958/js.v12i2.2435>
- Masita, S. I., Donuata, P. B., Ete, A. A., & Rusdin, M. E. (2020). Penggunaan Phet Simulation dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 5(2), 136-141. <http://dx.doi.org/10.36709/jipfi.v5i2.12900>
- Molamahu, D., Buhungo, J., Payu, C. S., & Arbie, A. (2025). The Influence of the Problem Based Learning (PBL) Model Assisted by PhET Simulation on Students' Learning Outcomes in Parabolic Motion Material. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 8 (1), 133-146. <https://doi.org/10.37891/kpej.v8i1.821>
- Nurliawaty, L., Mujasam, M., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2017). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Solving Polya. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 6(1), 72-81. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v6i1.9183>
- Ratumanan, T. G. (2023). *Perencanaan Pembelajaran*. Ombak.
- Rismawati, R., Sinon, I. L., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik di SMK Negeri 02 Manokwari. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 8(1). <https://doi.org/10.31849/lectura.v8i1.267>
- Rizal, R., & Sukariasih, L. (2022). Pengembangan LKPD Materi Teori Kinetik Gas Menggunakan Model Discovery Learning Berbantuan Aplikasi PhET untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Tingkat SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 7(4), 232-240. <https://doi.org/10.36709/jipfi.v7i4.38>
- Rizki, P. M., Sakdiah, H., Wahdi Ginting, F., Rita Zahara, S., & Pramana Putra Damanik, B. (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. <https://doi.org/10.29103/relativitas.v6i1.7305>
- Rosmiati, R., Hikmawati, H., & Harjono, A. (2020). Pengaruh Model Discovery Learning Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik Kelas XI MAN 1 Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 29–34. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.100>
- Sani, A. R. (2019). *Inovasi pembelajaran*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Saputra, R., Susilawati, & Verawati, N. N. S. P. (2020). Pengaruh Penggunaan Media PhET Simulation (Physics Education Technology) Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 15(2), 110–115. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i2.1459>
- Sinulingga, P., Jhoni Hartanto, T., & Santoso, B. (2016). Pembelajaran Fisika Berbantuan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Listrik Dinamis. *JPPPF-Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*. 2(1), 57-64. <https://doi.org/10.21009/1>
- Soimah, I. 2018. Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Komputer Terhadap Hasil Belajar IPA Ditinjau dari Motivasi Belajar Siswa. *Natural: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*. 5(1), 38-44. <http://doi.org/10.30738/natural.v5i1.2559>
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Jakarta. Alfabeta.
- Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2018). Penerapan Simulasi PhET pada Mata Kuliah Fisika II di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Papua. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 180-189. <http://dx.doi.org/10.20527/bipf.v6i2.4908>
- Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2019, February). HOTS Profile of Physics Education Students in STEM-Based Classes Using PhET Media. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1157, No. 3, p. 032021). IOP Publishing. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032021>
- Yusuf, R. N., & Bektiarso, S. (2020). Pengaruh Model PBL dengan Media Google Classroom terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa. *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 230-235. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.3043>