

## Pengembangan E-LKPD *Flipbook* Berbasis *Virtual Laboratory* PhET Guna Meningkatkan Minat Belajar Fisika

Kartika Hajati, Nursakinah Annisa Lutfin\*, dan Fadila Rahmadi

Universitas Sulawesi Barat  
Jalan Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H, Talumung, Baurung, Kec. Banggae Tim., Kabupaten Majene, Sulawesi Barat 91412

\*E-mail: [nursakinahlutfin@unsulbar.ac.id](mailto:nursakinahlutfin@unsulbar.ac.id)

### Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan E-LKPD *flipbook* berbasis *virtual laboratory* PhET (*Physics Education Technology*) sebagai bahan ajar fisika yang telah teruji kelayakannya guna meningkatkan minat belajar fisika siswa. Kelayakan E-LKPD yang dikembangkan mengacu kepada 3 kriteria yaitu valid, praktis dan efektif. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) menggunakan model pengembangan 4D yang terdiri dari 4 tahap yaitu *Define, Design, Development, dan Dissemination*. Subjek penelitian sebagai sumber data dalam penelitian ini adalah siswa kelas X MIPA SMAN 3 Majene, guru fisika, dan validator ahli. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa E-LKPD berada pada kategori valid dengan rata-rata persentase 86,59%. Uji kepraktisan yang diperoleh berada pada kategori sangat praktis dengan hasil 86,93% untuk respon siswa dan 93,33% untuk respon guru. Uji efektivitas menunjukkan presentasi gain sebesar 60% yang berarti E-LKPD cukup efektif dalam meningkatkan minat belajar fisika. Berdasarkan hasil tersebut, E-LKPD *flipbook* berbasis PhET yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan.

**Kata kunci:** E-LKPD, *flipbook*, PhET, Minat Belajar Fisika, 4D.

### Abstract

*This study developed a flipbook-based Electronic Student Worksheet (E-LKPD) integrated with the PhET (Physics Education Technology) virtual laboratory as a physics learning material to improve students' interest in learning physics. The research used a Research and Development (R&D) method with the 4D model: Define, Design, Development, and Dissemination. The participants were Grade X MIPA students of SMAN 3 Majene, physics teachers, and expert validators. The E-LKPD was validated by experts with an average score of 86.59%, categorized as valid. Practicality tests showed very practical results, with 86.93% from student responses and 93.33% from teacher responses. The effectiveness test showed a gain of 60%, which means the E-LKPD is fairly effective in increasing students' interest in learning physics. These results confirm that the developed PhET-based flipbook E-LKPD meets the criteria of validity, practicality, and effectiveness.*

**Keywords:** E-LKPD, *flipbook*, PhET, Interest in Learning, 4D.

## PENDAHULUAN

Pendidikan di era digital saat ini menuntut adaptasi dengan perkembangan teknologi untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, khususnya dalam bidang sains seperti fisika (Putra et al., 2024). Fisika, sebagai ilmu dasar yang membentuk fondasi teknologi modern, memegang peranan vital

dalam mempermudah pekerjaan manusia sehari-hari (Renostini Harefa, 2019). Namun, pembelajaran fisika sering kali dihadapkan pada tantangan yang signifikan, terutama dalam menumbuhkan minat belajar dan memastikan pemahaman konsep yang mendalam pada siswa (Hake, 1998).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru fisika di SMAN 3

Majene, ditemukan berbagai permasalahan yang secara langsung berkontribusi pada rendahnya minat belajar siswa. Permasalahan utama adalah keterbatasan media pembelajaran berupa alat praktikum fisika yang sebagian besar sudah rusak. Akibatnya, kegiatan praktikum seringkali tidak dilaksanakan, baik secara luring maupun daring. Praktikum yang seharusnya menjadi inti dari pembelajaran fisika digantikan oleh kegiatan yang kurang interaktif seperti menonton video atau hanya mendengarkan teori. Ketiadaan bahan ajar praktikum berbasis virtual juga memperparah kondisi ini, yang pada akhirnya menyebabkan rendahnya minat belajar dan hasil belajar fisika pada siswa kelas X MIPA di sekolah tersebut. Kondisi ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa kurangnya kesempatan untuk melakukan eksperimen langsung menyebabkan siswa kehilangan motivasi dan minat (Mihret et al., 2020; Supardi et al., 2015).

Minat belajar memiliki hubungan yang kuat dengan hasil belajar. Minat yang tinggi akan mendorong siswa untuk lebih termotivasi, fokus, dan terlibat aktif dalam proses pembelajaran (Wahdi et al., 2024). Kurangnya minat belajar terlihat dari kecenderungan siswa yang tidak konsisten dalam memperhatikan materi, kurangnya partisipasi, serta minimnya inisiatif dalam mengerjakan tugas. Situasi ini menciptakan siklus negatif, di mana kesulitan memahami materi menyebabkan minat menurun, dan minat yang rendah kembali memperburuk hasil belajar.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemanfaatan Teknologi, Informasi, dan Komunikasi (TIK) dalam pembelajaran menjadi sangat krusial (Carstens et al., 2021). Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penggunaan laboratorium virtual, khususnya PhET (*Physics Education Technology*) yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder. PhET menyediakan simulasi interaktif yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen, memanipulasi variabel, dan mengamati hasilnya secara real-time (Wieman et al., 2010). Keunggulan PhET terletak pada antarmukanya yang intuitif dan visualisasinya yang menarik, yang terbukti efektif dalam

mengubah konsep fisika abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami (Bahtiar et al., 2024). Penelitian oleh (Agyei et al., 2023) menegaskan bahwa simulasi PhET dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa secara signifikan.

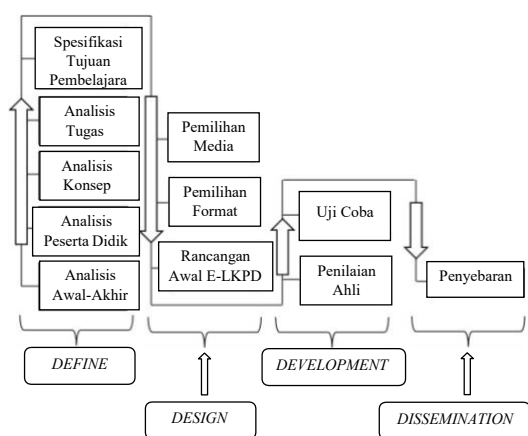
Untuk mengintegrasikan simulasi PhET secara sistematis, diperlukan bahan ajar pendukung berupa E-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik). E-LKPD adalah bahan ajar digital yang memandu siswa dalam proses pembelajaran sesuai dengan kompetensi yang harus dicapai (Ningtyas & Rahayu, 2022). Agar E-LKPD lebih menarik dan interaktif, penelitian ini mengembangkannya dalam bentuk *flipbook*. Format *flipbook* adalah media elektronik yang menyerupai buku fisik dengan efek membalik halaman, namun dengan keunggulan dapat mengkombinasikan teks, gambar, video, dan simulasi interaktif PhET secara langsung di dalamnya (Hikmah Marisda et al., 2025). Integrasi ini menciptakan pengalaman belajar yang mulus, praktis, dan tidak terputus, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan (*engagement*) dan fokus belajar siswa (Fadieny & Fauzi, 2021; Lahlali et al., 2023).

Meskipun penelitian mengenai efektivitas PhET dan E-LKPD telah banyak dilakukan, studi ini memiliki kebaruan yang signifikan dengan mengisi celah penelitian yang ada. Pertama, banyak penelitian berfokus pada PhET sebagai alat bantu pembelajaran terpisah (Agyei et al., 2023; Bahtiar et al., 2024) atau pengembangan E-LKPD tanpa integrasi simulasi interaktif yang kuat (Permana et al., 2021; Simangunsong & Sinuraya, 2019). Penelitian ini melampaui pendekatan tersebut dengan secara sistematis mengintegrasikan PhET ke dalam E-LKPD, menciptakan bahan ajar tunggal yang kohesif. Kedua, sebagian besar studi tentang E-LKPD menggunakan format statis seperti PDF atau aplikasi sederhana. Studi ini mengadopsi format *flipbook*, yang tidak hanya menawarkan tampilan visual menarik tetapi juga memungkinkan penyisipan langsung simulasi PhET. Walaupun (Fauziyah et al., 2023) telah mengeksplorasi *flipbook*, fokus mereka terbatas pada validitas. Penelitian ini melangkah lebih jauh dengan menguji tidak

hanya validitas, tetapi juga kepraktisan dan efektivitasnya dalam meningkatkan minat belajar fisika. Ketiga, penelitian ini secara eksplisit berfokus pada peningkatan minat belajar sebagai salah satu tujuan utama, yang sering menjadi prasyarat untuk hasil kognitif yang lebih baik (Prasetya et al., 2022). Fokus ini membedakannya dari studi yang lebih menekankan pada pencapaian akademik semata. Terakhir, penelitian ini secara khusus mengatasi permasalahan lokal yang dihadapi oleh SMAN 3 Majene, yaitu ketiadaan bahan ajar praktikum berbasis virtual yang terintegrasi (Jong et al., 2013; Kapici et al., 2019). Dengan demikian, studi ini memberikan kontribusi praktis yang relevan dan dapat langsung diterapkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah tersebut.

## METODE/EKSPERIMEN

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan *Four-D* (4D) yang terdiri dari tahap pendefinisian (*Define*), perencanaan (*Design*), pengembangan (*Development*) dan penyebaran (*Dissemination*) (Sugiyono, 2019). Detail lengkap model 4D yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bagan Model 4D.

Subjek penelitian sebagai sumber data dalam penelitian ini adalah siswa kelas X MIPA di SMAN 3 Majene, guru fisika, dan validator

ahli. Uji coba dalam penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu uji terbatas dan uji luas. Hal ini sejalan dengan tahapan model pengembangan 4D (Widyasari et al., 2021). Uji coba terbatas dalam penelitian ini dilakukan untuk menguji keterbacaan E-LKPD. Dua belas peserta didik dalam 1 pertemuan diikutsertakan dalam menggunakan E-LKPD sebelum mengisi angket respon kepraktisan. Uji coba luas dilakukan untuk menguji kepraktisan dan keefektifan E-LKPD yang dikembangkan. Pada tahap ini 25 peserta didik terlibat aktif menggunakan E-LKPD dalam 5 pertemuan, disertai dengan pelaksanaan pretest dan posttest.

Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan E-LKPD *flipbook* berbasis *virtual laboratory* PhET sebagai bahan ajar fisika yang telah teruji kelayakannya guna meningkatkan minat belajar fisika siswa. Kelayakan E-LKPD *flipbook* berbasis *virtual laboratory* PhET diuji melalui uji validitas, uji kepraktisan, dan uji efektifitas.

### Validitas

Pengujian validitas E-LKPD yang dikembangkan dilakukan melalui uji validitas ahli dengan 3 validator menggunakan instrumen lembar validasi. Lembar validasi yang digunakan merujuk pada (Hasrawati et al., 2019) berisi 15 butir item untuk menguji 3 aspek yaitu sajian, kelayakan, dan bahasa. Lembar validasi diukur menggunakan skala likert 5 (Sugiyono., 2019). Hasil lembar validasi kemudian dianalisis menggunakan Persamaan 1, dan kriteria validitas sebagaimana Tabel 1.

$$Valid = \frac{\text{jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{jumlah Skor Maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 1. Kriteria Validitas E-LKPD

Kategori	Presentase (%)
Sangat Valid	90% -100%
Valid	80% - 89%
Cukup Valid	65% - 79%
Kurang Valid	55% - 64%
Sangat Tidak Valid	≤ 54%

(Lestari et al., 2018)

**Kepraktisan**

Uji kepraktisan dari E-LKPD yang dikembangkan dilakukan melalui 2 tahapan uji coba, yaitu uji coba terbatas dan uji coba luas. Uji Kepraktisan dilakukan menggunakan angket respon guru dan angket respon peserta didik. Angket respon guru dan peserta didi berisi 10 item untuk menguji aspek penyajian, kemudahan penggunaan, keterbacaan, dan kesesuaian waktu (Ariani, 2022). Pengukuran menggunakan skala likert 5 yang dianalisis dengan menggunakan Persamaan 2, dan kriteria kepraktisan sebagaimana Tabel 1.

$$Praktis = \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Jumlah Skor Maksimal}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 2 Kriteria Kepraktisan E-LKPD

Kategori	Presentase (%)
Sangat praktis	86% -100%
Praktis	76% - 85%
Cukup praktis	60% - 75%
Kurang praktis	55% - 59%
Sangat Tidak Praktis	≤ 54%

(Lestari et al., 2018)

**Keefektifan**

Uji Efektifitas E-LKPD dalam meningkatkan minat belajar fisika siswa dilakukan mennggunakan angket minat belajar fisika yang telah dikembangkan dan divalidasi ahli. Angket minat belajar yang dikembangkan berisi 18 item (9 pernyataan negatif dan 9 pernyataan positif) menggunakan skala likert 5 untuk menguji aspek perasaan senang, keterlibatan peserta didik, ketertarikan, dan perhatian peserta didik (Hanipa et al., 2019). Peningkatan minat belajar fisika dianalisis menggunakan rumus N-gain. Adapun persamaan untuk menghitung gain masing-masing siswa dapat dilihat pada Persamaan 3 (Hake, 1998), dan untuk kriteria N-Gain sebagaimana Tabel 3.

$$g = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Pretest}} \quad (3)$$

Tabel 3. Kriteria N-gain

Kategori	Rentang N-gain	Presentase (%)
Tinggi	$0,7 \leq g$	$70 \leq g$
Sedang	$0,3 \leq g < 0,7$	$30 \leq g < 70$
Rendah	$g < 0,3$	$g < 30$

(Nida et al., 2023)

Selain klasifikasi tersebut, tafsiran efektivitas N-gain juga digunakan untuk memperkuat interpretasi secara persentase, sehingga hasil penelitian dapat dikaitkan dengan tingkat efektivitas media dalam konteks pembelajaran. Tafsiran ini mengacu pada konversi yang diadaptasi oleh (Sundayana, 2014) berdasarkan pendekatan kuantitatif efektivitas instrumen pembelajaran. Kategorinya disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Tafsiran Efektifitas N-gain

Presentase (%)	Tafsiran
> 76	Sangat Efektif
56 - 75	Efektif
40 - 55	Cukup Efektif
<40	Kurang Efektif

(Sevtia et al., 2021)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**HASIL**

**Pendefinisian (Define)**

*Analisis Awal-Akhir (Front-end- Analysis)*

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, diperoleh permasalahan yang terjadi di SMAN 3 Majene:

1. Media pembelajaran berupa alat praktikum di SMAN 3 Majene sebagian bedar sudah tiddak dapat digunakan.
2. Pelaksanaan praktikum di SMAN 3 Majene terkadang tidak dilaksanakan, baik secara luring maupun daring.
3. Kegiatan praktikum diganti dengan beberapa kegiatan pembelajaran lain seperti menonton/mengamati video praktikum, dan terkadang kegiatan praktikum digantikan dengan pemberian teori mengenai praktikum yang sedang dilaksanakan.
4. Belum tersedianya bahan ajar berupa LKPD praktikum fisika berbasis virtual di SMAN 3 Majene.
5. Kurangnya minat belajar siswa dalam mengikuti proses pembelajaran fisika di kelas.
6. Hasil belajar siswa pada mata pelajaran fisika kelas X MIPA di SMAN 3 Majene menunjukkan indikasi rendah.

### *Analisis Siswa (Learner Analysis)*

Hasil observasi dan wawancara pada siswa SMAN 3 Majene menunjukkan bahwa siswa cenderung menyukai pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik secara visual. Mereka cenderung cepat bosan dengan metode pembelajaran konvensional yang berpusat pada ceramah atau bahan ajar cetak yang monoton. Sebagian besar siswa sangat akrab dengan teknologi. Mereka terbiasa menggunakan *smartphone* dan laptop untuk berbagai kegiatan, termasuk mencari informasi dan hiburan. Oleh karena itu, penggunaan media pembelajaran digital yang memanfaatkan teknologi adalah pilihan yang untuk mereka. Mereka membutuhkan bahan ajar yang tidak hanya informatif, tetapi juga menarik secara visual dan mudah diakses.

### *Analisis Konsep (Concept Analysis)*

Analisis konsep ini bertujuan mengidentifikasi pokok-pokok materi GLB dan GLBB yang esensial agar E-LKPD dapat menyajikannya secara terstruktur dan informatif. Inti dari materi ini adalah perbedaan fundamental antara GLB, yang memiliki kecepatan konstan dan percepatan nol, dengan GLBB, yang memiliki percepatan konstan (bisa dipercepat atau diperlambat). Pemilihan materi ini didasari oleh perannya sebagai fondasi kinematika dan kesulitan siswa dalam memahami hubungan antara variabel gerak dan representasi grafisnya.

PhET berperan krusial dalam mengatasi tantangan ini. Simulasi PhET memungkinkan konsep abstrak menjadi konkret melalui visualisasi gerak secara real-time, yang membuat siswa dapat memanipulasi variabel dan melihat perubahan pada grafik posisi ( $s-t$ ), kecepatan ( $v-t$ ), dan percepatan ( $a-t$ ) secara instan. Kombinasi antara materi GLB-GLBB dan kemampuan visualisasi PhET menjadikan E-LKPD ini sebuah alat yang efektif untuk mengubah pembelajaran pasif menjadi pengalaman yang interaktif dan menarik serta secara langsung meningkatkan minat belajar fisika siswa.

### *Analisis Tugas (Task Analysis)*

Analisis tugas pada tahap ini memecah

proses belajar fisika menjadi serangkaian langkah yang terstruktur dan terukur. Tujuannya adalah untuk merancang E-LKPD yang secara efektif memandu siswa dari pemahaman konsep dasar hingga penerapannya dalam praktikum virtual. Tugas pertama siswa adalah memahami konsep fundamental GLB dan GLBB yang disajikan secara visual dalam E-LKPD. Kemudian, mereka ditugaskan untuk melakukan percobaan virtual menggunakan simulasi PhET, di mana mereka akan memanipulasi variabel, seperti kecepatan dan percepatan untuk mengamati bagaimana pergerakan objek dan grafiknya berubah secara real-time. Ini memungkinkan mereka untuk menguji hipotesis dan mengumpulkan, mengolah, serta menyajikan data secara mandiri.

Selanjutnya, siswa memiliki tugas untuk menganalisis data dari percobaan, menarik kesimpulan, dan menghubungkannya kembali dengan teori yang telah dipelajari. E-LKPD memfasilitasi tugas ini dengan menyediakan tabel data dan pertanyaan panduan yang membantu mereka mengolah informasi. Tahap terakhir adalah mengerjakan latihan soal untuk menguji pemahaman konseptual dan matematis mereka. Dengan memecah proses belajar menjadi tugas-tugas yang jelas, E-LKPD ini dapat mengubah pembelajaran yang kompleks menjadi langkah-langkah yang terkelola, memastikan siswa tidak hanya menghafal rumus, tetapi juga menguasai konsep secara mendalam, yang pada akhirnya akan meningkatkan minat belajar fisika.

### *Perumusan Tujuan Pembelajaran (Specifying Instructional Objectives)*

Adapun rumusan tujuan pembelajaran tersebut sebagai berikut:

1. Melalui kegiatan percobaan, siswa dapat mengolah data dan grafik hasil percobaan gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dengan tepat.
2. Melalui kegiatan pengamatan, siswa dapat menyajikan data dan grafik hasil percobaan gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dengan tepat.
3. Melalui kegiatan percobaan, siswa dapat menganalisis data dan grafik hasil

percobaan gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dengan tepat.

**Perancangan (Design)**

*Pemilihan Media (Media Selection)*

Peneliti memilih PhET sebagai situs virtual laboratory yang akan dibuatkan E-LKPD. Hal ini dikarenakan *virtual laboratory* PhET memiliki berbagai percobaan praktikum dan animasi yang dapat dimainkan dengan mudah sehingga siswa tidak bosan selama melaksanakan praktikum online.

*Pemilihan Format (Format Selection)*

E-LKPD yang dikembangkan pada penelitian ini dalam bentuk flipbook yang dapat diakses melalui link website dengan handphone atau laptop. Tampilan E-LKPD flipbook yang dikembangkan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



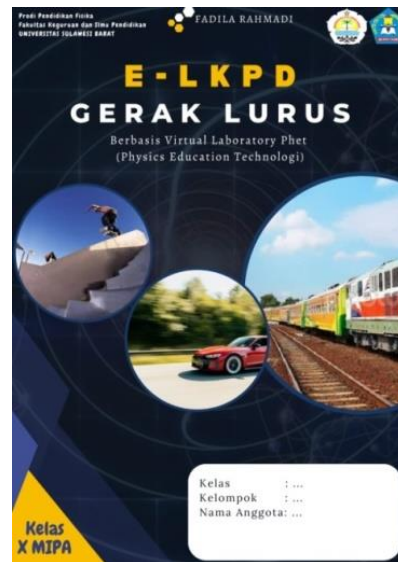
Gambar 2. Tampilan E-LKPD Flipbook Berbasis Virtual Laboratory PhET

*Rancangan Awal (Initial Design)*

Pada tahapan ini, E-LKPD yang dikembangkan sudah siap untuk divalidasi oleh ahli. Rancangan awal E-LKPD dijelaskan sebagai berikut:

1. Sampul

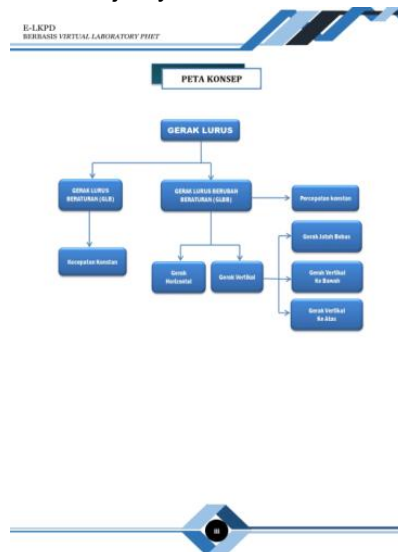
Pada sampul E-LKPD (Gambar 3) memuat beberapa gambar yang merupakan contoh penerapan gerak lurus dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, sampul juga memuat judul materi fisika, mencantumkan media pembelajaran yang akan digunakan, nama penulis, identitas logo kampus, logo SMAN 3 Majene, kelas, dan identitas siswa.



Gambar 3. Desain Sampul

2. Pembuka

Pada bagian ini meliputi peta konsep materi (Gambar 4), bagian ini dibuat sebagai pembuka sebelum mempelajari materi pada lembaran selanjutnya.



Gambar 4. Pembuka

3. Standar Isi

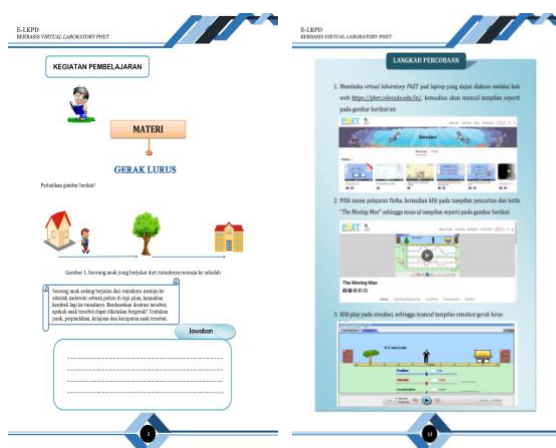
Bagian Standar Isi dalam E-LKPD yang dikembangkan memuat identitas E-LKPD, Kompetensi Dasar, Kompetensi Inti, dan Petunjuk Penggunaan seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Standar Isi

4. Kegiatan Pembelajaran

Tampilan desain kegiatan pembelajaran pada Gambar 6 memuat uraian materi, latihan soal, percobaan PhET dan evaluasi. Pada bagian uraian materi dibuat desain yang menarik dan ditambahkan video animasi agar siswa tidak bosan. Materi yang dibahas adalah gerak lurus, gerak lurus beraturan (GLB), dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Langkah praktikum disesuaikan dengan langkah percobaan pada *virtual laboratory* PhET.

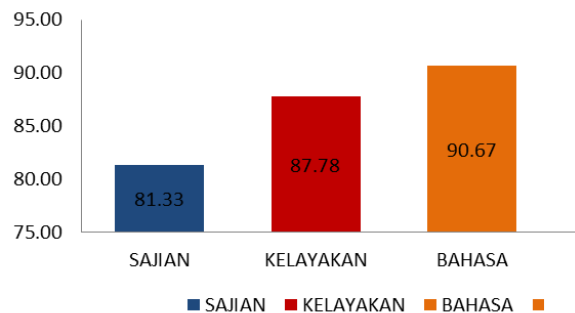


Gambar 6. Kegiatan Pembelajaran

**Pengembangan (Development)**  
*Validasi Ahli Media (Expert Appraisal)*

E-LKPD yang telah dikembangkan, selanjutnya divalidasi oleh 3 validator ahli. Adapun tujuan dilakukan validasi untuk

menentukan E- LKPD yang dikembangkan memenuhi kriteria valid atau dapat digunakan dengan memuat aspek diantaranya sajian, kelayakan, dan bahasa. Adapun hasil validasi oleh ketiga validator untuk setiap aspeknya digambarkan melalui diagram batang pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Hasil Validasi E-LKPD

Hasil analisis validasi E-LKPD yang dikembangkan diperoleh persentase rata-rata untuk ketiga aspek penilaian adalah 86,59% dengan kategori valid. Hal ini berarti E- LKPD sudah memenuhi kriteria penilaian valid dan dapat digunakan sebagai bahan ajar pada tahap uji coba.

*Uji Coba Pengembangan (Developmental Testing)*

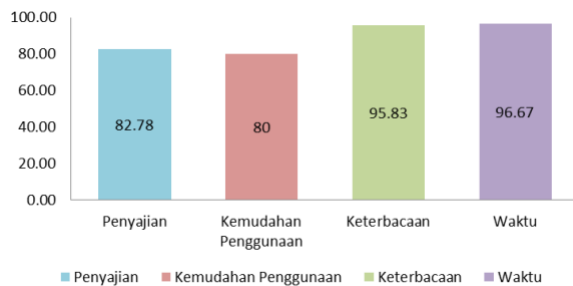
Uji coba pengembangan dilaksanakan dalam 2 tahapan, yaitu uji coba terbatas untuk menguji keterbacaan E-LKPD dan uji coba luas untuk menguji kepraktisan dan validitas E-LKPD yang dikembangkan.

1. Uji Coba Terbatas

Uji coba terbatas dilaksanakan setelah produk berupa E-LKPD dinyatakan valid dan dapat digunakan dalam pembelajaran oleh validator. Selama pelaksanaan uji coba terbatas, peneliti melakukan pengamatan secara intensif dan mencatat hal-hal penting dalam penelitian, kemudian dijadikan bahan penyempurnaan produk.

Subjek dalam uji coba terbatas adalah 12 siswa dari kelas X MIPA di SMAN 3 Majene. Responden awalnya mengakses link E-LKPD *flipbook* berbasis *virtual laboratory* PhET menggunakan laptop dan *smartphone*. Setelah itu siswa diminta memberikan penilaian menggunakan angket yang dibagikan kepada

responden secara langsung. Adapun hasil respon siswa ditampilkan dalam bentuk diagram pada Gambar 8.



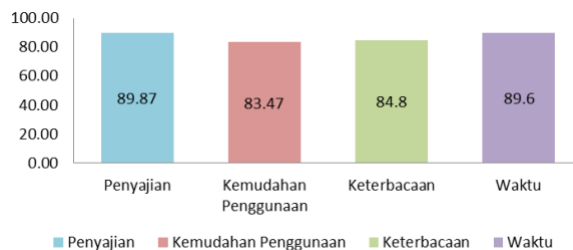
Gambar 8. Diagram Hasil Angket Respon Kepraktisan Siswa Uji Coba Terbatas

Hasil analisis data angket respon kepraktisan siswa pada uji coba terbatas untuk semua aspek penilaian telah memenuhi kriteria praktis tanpa catatan revisi dari responden.

## 2. Uji Coba Luas

Pada uji coba luas, subjek penelitian adalah 25 siswa dari kelas X MIPA dan 2 guru fisika di SMAN 3 Majene. Uji coba luas diawali dengan pemberian pretest minat belajar fisika, kemudian responden mengakses E-LKPD flipbook berbasis virtual laboratory PhET melalui link yang dibagikan. Setelah itu siswa dan guru diminta memberikan penilaian kepraktisan E-LKPD menggunakan angket respon kepraktisan. Siswa juga melaksanakan posttest minat belajar fisika untuk menguji keefektifan E-LKPD yang dikembangkan.

Hasil respon siswa ditampilkan dalam bentuk diagram pada Gambar 9.

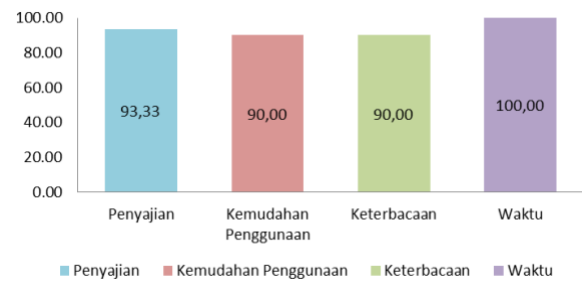


Gambar 9. Diagram Hasil Angket Respon Kepraktisan Siswa Uji Coba Luas

Hasil analisis data angket respon kepraktisan siswa pada uji coba luas memiliki nilai rata-rata persentase sebesar 86,93% dan memenuhi

kriteria sangat praktis.

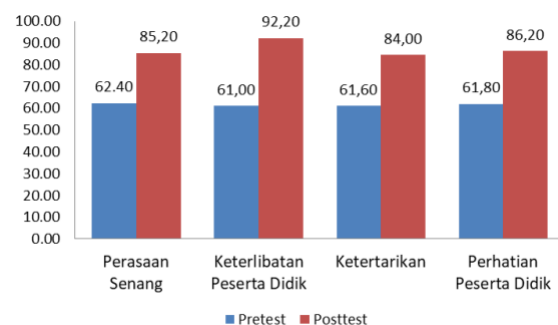
Analisis data angket respon kepraktisan guru ditampilkan pada gambar 10.



Gambar 10. Diagram Hasil Angket Respon Kepraktisan Guru Uji Coba Luas

Analisis data angket respon kepraktisan guru pada uji coba luas memiliki nilai rata-rata persentase sebesar 93,33%, dan memenuhi kriteria sangat praktis.

Peningkatan minat belajar fisika siswa diuraikan pada Gambar 11. Berdasarkan analisis data untuk setiap aspek minat belajar fisika diperoleh nilai pretest lebih rendah dari nilai posttest. N-gain rata-rata untuk semua aspek adalah 0,6 dan termasuk dalam kategori peningkatan sedang. Selain itu, tafsiran efektivitas N-gain juga digunakan untuk memperkuat interpretasi secara persentase. sehingga hasil penelitian dapat dikaitkan dengan tingkat efektivitas media dalam konteks pembelajaran. Presentase N-gain untuk 0,6 adalah 60% yang menunjukkan bahwa berdasarkan tabel tafsiran efektifitas (Sundayana, 2014) E-LKPD yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan minat belajar siswa.



Gambar 11. Diagram Hasil Perbandingan Rata-Rata Pretest dan Posttest Minat Belajar Fisika

### Penyebaran (*Dissemination*)

Pada tahap penyebaran dilakukan dengan memberikan E-LKPD *flipbook* berbasis *virtual laboratory* PhET yang telah dikembangkan kepada semua guru fisika yang ada di SMAN 3 Majene. Selain itu, penyebaran juga dilakukan kepada guru-guru fisika melalui MGMP Fisika se-Kabupaten Majene.

### PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-LKPD *flipbook* berbasis *virtual laboratory* PhET guna meningkatkan minat belajar fisika siswa. Hasil pengembangan dan uji coba menunjukkan bahwa produk ini memenuhi kriteria kelayakan, yaitu valid, praktis, dan efektif.

Validitas merupakan prasyarat fundamental yang harus dipenuhi oleh setiap bahan ajar, dan E-LKPD *flipbook* ini berhasil memenuhi kriteria tersebut. Melalui proses validasi oleh para ahli materi dan media, produk ini dinilai valid dari segi konten maupun media. Keabsahan konten fisika (aspek kelayakan) diperkuat oleh pemanfaatan simulasi PhET, sebuah platform yang telah teruji secara global dan terbukti keakuratannya (Wieman et al., 2010; Zacharia et al., 2008). Validasi ini menjamin bahwa E-LKPD tidak hanya akurat secara keilmuan, tetapi juga dirancang secara logis dan komunikatif. Tim ahli memastikan bahwa setiap konsep, formula, dan instruksi dalam E-LKPD ini telah sesuai dengan standar kurikulum dan relevan dengan kebutuhan siswa.

Selain itu, desain visual dan struktur E-LKPD pada aspek sajian juga mendapat penilaian tinggi. Format *flipbook* yang menyerupai buku fisik, namun dengan elemen digital interaktif, dinilai sebagai konstruksi media yang efektif. Tata letak, penggunaan warna, dan pemilihan font diperhatikan secara detail agar tidak hanya menarik, tetapi juga memudahkan siswa dalam membaca dan memahami konten. Proses validasi yang komprehensif ini memastikan bahwa E-LKPD ini layak untuk diimplementasikan, sejalan dengan temuan dari studi lain yang menekankan pentingnya validasi ahli dalam pengembangan media pendidikan (Pratama et

al., 2023).

Aspek kedua, yaitu kepraktisan, merujuk pada kemudahan penggunaan produk di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD ini sangat praktis bagi guru dan siswa. Bagi guru, media ini menjadi alat yang efisien untuk mengatasi keterbatasan alat praktikum, yang seringkali menjadi hambatan utama dalam pembelajaran fisika (Jong et al., 2013; Permana et al., 2021). Guru dapat dengan mudah mengintegrasikan E-LKPD ini ke dalam rencana pembelajaran tanpa memerlukan banyak persiapan tambahan.

Di sisi siswa, kepraktisan terasa dari kemudahan akses dan navigasinya. E-LKPD ini dapat diakses melalui perangkat digital seperti laptop atau *smartphone*, sehingga pembelajaran bisa dilakukan di mana saja dan kapan saja. Desain *flipbook* yang intuitif membuat siswa tidak memerlukan pelatihan khusus untuk mengoperasikannya. Mereka dapat langsung fokus pada materi fisika, bukan pada cara menggunakan aplikasi. Integrasi simulasi PhET secara langsung dalam E-LKPD juga mengurangi gangguan akibat harus berpindah-pindah aplikasi, yang dapat meningkatkan alur pembelajaran dan efisiensi. Temuan ini didukung oleh studi-studi terdahulu yang menunjukkan bahwa media pembelajaran yang praktis cenderung lebih sering digunakan dan berdampak positif pada proses pembelajaran (Fadieny & Fauzi, 2021; Hikmah Marisda et al., 2025).

Terakhir, dan yang paling krusial, E-LKPD ini terbukti cukup efektif dalam meningkatkan minat belajar fisika siswa. Peningkatan ini didorong oleh beberapa faktor sinergis. Pertama, E-LKPD mampu mengubah konsep fisika yang abstrak menjadi konkret melalui visualisasi interaktif PhET. Fisika yang sering dianggap membosankan karena sifatnya yang teoritis, menjadi menarik ketika siswa dapat "melihat" dan "mengendalikan" variabel secara virtual. Pengalaman interaktif ini mengubah pembelajaran pasif menjadi eksplorasi aktif, yang secara signifikan menumbuhkan rasa ingin tahu dan semangat siswa untuk belajar lebih dalam (Agyei et al., 2023; Bahtiar et al., 2024).

Peningkatan minat belajar fisika siswa

melalui penggunaan e-LKPD flipbook berbasis PhET dapat dijelaskan secara teoretis melalui beberapa mekanisme kognitif dan afektif yang saling berkaitan. Media ini mengintegrasikan tiga aspek utama pembelajaran bermakna, yaitu visualisasi konsep abstrak, refleksi kognitif yang terarah, dan interaktivitas eksperiensial, yang semuanya berkontribusi terhadap pembentukan minat belajar yang lebih tinggi.

Pertama, berdasarkan teori konstruktivisme Piaget dan Vygotsky, e-LKPD flipbook memungkinkan siswa membangun pengetahuan melalui interaksi aktif dengan simulasi PhET yang merepresentasikan fenomena fisika secara dinamis. Visualisasi interaktif ini membantu siswa menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman konkret, sehingga menumbuhkan rasa ingin tahu (*curiosity*) dan keterlibatan mental yang lebih tinggi. Temuan serupa dilaporkan oleh (Koilmo et al., 2025) bahwa integrasi PhET simulation meningkatkan partisipasi dan motivasi belajar siswa dalam topik mekanika karena menyediakan pengalaman langsung terhadap fenomena fisika yang sulit diamati di kelas nyata.

Kedua, berdasarkan sudut pandang teori motivasi intrinsik Deci dan Ryan (*Self-Determination Theory*) E-LKPD ini memberikan kontrol dan otonomi dalam belajar. Melalui E-LKPD ini, siswa memiliki kendali penuh atas proses belajar mereka. Mereka dapat mengulangi percobaan virtual tanpa batas, bereksperimen, dan membuat kesalahan tanpa takut konsekuensi. Otonomi ini membangun rasa percaya diri dan kompetensi, yang merupakan kunci untuk menumbuhkan motivasi intrinsik (Prasetya et al., 2022). Ketika siswa merasa bahwa mereka dapat menguasai materi, minat mereka secara alami akan meningkat.

Ketiga, pengalaman belajar yang ditawarkan E-LKPD ini menyenangkan dan relevan. Desain *flipbook* yang menarik dan integrasi simulasi yang bersifat seperti permainan (*game-like*) mengubah pandangan siswa terhadap fisika (Laila, 2016). E-LKPD ini menjadikan belajar fisika sebagai kegiatan yang modern, interaktif, dan relevan dengan

kehidupan mereka sehari-hari. Pengalaman ini secara langsung berkontribusi pada peningkatan minat (Ain & Qudus, 2025). Dengan demikian, sinergi antara visualisasi interaktif PhET, desain E-LKPD *flipbook* yang terintegrasi, dan pengalaman belajar yang memberdayakan berhasil mengubah persepsi siswa terhadap fisika dari mata pelajaran yang sulit dan membosankan menjadi subjek yang menarik dan layak untuk dieksplorasi.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasilnya. Pertama, ukuran sampel penelitian yang terbatas hanya mencakup satu sekolah dengan jumlah peserta yang relatif sedikit, sehingga generalisasi hasil ke populasi yang lebih luas masih perlu diuji pada konteks yang berbeda. Kedua, durasi intervensi yang relatif singkat, yaitu lima kali pertemuan, dapat membatasi kedalaman perubahan minat belajar fisika siswa yang diamati. Intervensi dengan jangka waktu yang lebih panjang berpotensi memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap dampak media pembelajaran. Oleh karena itu, perlu penambahan subjek dan durasi intervensi untuk hasil penelitian yang lebih general.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD flipbook berbasis laboratorium virtual PhET merupakan bahan ajar yang layak dan cukup efektif dalam meningkatkan minat belajar fisika siswa. Kelayakan ini terlihat dari terpenuhinya kriteria validitas, yang menjamin keakuratan konten dan media, kriteria kepraktisan, yang memudahkan guru dan siswa dalam penggunaannya, serta efektivitas E-LKPD yang terlihat dari peningkatan minat belajar siswa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada guru dan siswa SMAN 3 Majene yang telah bersedia menjadi subjek dalam penelitian ini.

## REFERENSI

- Agyei, P., Abukari, M. A., Dorsah, P., & Tindan, T. N. (2023). PhET Simulation Instruction and its Effects on Students' Motivation to Learn Physics 6 PUBLICATIONS 2 CITATIONS SEE PROFILE. *Great Britain Journals Press*, 23(15), 20–32. <http://creativecommons.org/>
- Ain, F. K., & Qudus, N. (2025). Implementing Interactive E-Books in the TEFA Learning Model to Enhance Students' Cognitive Skills. *Journal of Vocational and Career Education*, 10(1), 98–104. <https://doi.org/10.15294/jvce.v10i1.31156>
- Ariani, W. (2022). *Praktikalitas Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Penemuan Terbimbing pada Materi Teorema Pythagoras*. 6, 1073–1077. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i1.3069>
- Bahtiar, B., Ibrahim, I., & Maimun, M. (2024). The Effect of PhET Simulation-Based Learning on The Ability to Understand Elementary Science Concepts in Work and Energy Material. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA)*, 5(1), 28–35. <https://doi.org/10.56842/jp-ipa.v5i1.286>
- Carstens, K. J., Mallon, J. M., Bataineh, M., & Al-Bataineh, A. (2021). Effects of Technology on Student Learning. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 20(1), 105–113. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1290791.pdf>
- Fadieny, N., & Fauzi, A. (2021). Usefulness of E-module Based on Experiential Learning in Physics Learning. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 25(1), 410–414. <https://doi.org/10.52155/ijpsat.v25.1.2783>
- Fauziyah, A. N., Ramadan, M., Gumede, P. R., & Udosen, I. N. (2023). Development of Digital Book Bilingual Physics Learning Media Using Kvisoft Flipbook for High School Class X Semester 1 Subject of Newton's Law. *Journal of Educational Technology and Learning Creativity*, 1(1), 7–15. <https://doi.org/10.37251/jetlc.v1i1.618>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hanipa, A., Misbahudin, A. R., Setiawan, W., & Barat, J. (2019). *ANALISIS MINAT BELAJAR SISWA MTs KELAS VIII DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA MELALUI APLIKASI GEOGEBRA 1,2,3,4*. 2(5), 315–322. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v2i5.p315-322>
- Hasrawati, Adnan, & Hartati. (2019). Uji Validitas Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik ( LKPD ) Berbasis Discovery Learning untuk Siswa SMAN pada Konsep Sistem Pencernaan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi VI*, 299–305.
- Hikmah Marisda, D., Tolla, I., & Arsyad, M. (2025). Exploring Usability, Practicality, and Innovation of Flipbook-Based Interactive E-Books in Physics Education. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 6(4), 705–713. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v6i4.2352>
- Jong, T. De, Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Grand Challenges in Science Education*, 340(April), 305–308. <https://science.org/doi/10.1126/science.1230579>
- Kapici, H. O., Akcay, H., & de Jong, T. (2019). Using Hands-On and Virtual Laboratories Alone or Together—Which Works Better for Acquiring Knowledge and Skills? *Journal of Science Education and Technology*, 28(3), 231–250. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9762-0>
- Koilmo, O., Hali, A. S., Kameo, W., & Cendana, U. N. (2025). *EFEKTIVITAS MEDIA PEMBELAJARAN SIMULASI PHET TERHADAP KEMAMPUAN LITERASI DIGITAL DAN HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE*. 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.30822/magneton.v3i1.3640>
- Lahlali, A., Chafiq, N., Radid, M., Moundy, K., & Srour, C. (2023). The Effect of Integrating Interactive Simulations on the Development of Students' Motivation, Engagement, Interaction and School Results. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(12), 193–

207.  
<https://doi.org/10.3991/ijet.v18i12.39755>
- Laila, W. (2016). *Pengaruh Penggunaan Media PhET Simulation Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa Kelas X Pada Materi Cahaya di MAS Darul Ihsan Aceh Besar*. UIN Ar-Raniry.
- Lestari, L., Alberida, H., & Rahmi, Y. L. (2018). Validitas dan Praktikalitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Materi Kingdom Plantae Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 2(2), 170–177.  
<https://doi.org/10.24036/jep/vol2-iss2/245>
- Mihret, Z., Alemu, M., & Assefa, S. (2020). Effects of Blending Virtual and Real Laboratory Experimentation on Pre-Service Physics Teachers Attitudes Toward Physics Electricity and Magnetism Laboratories. *Science Education International*, 33(3), 313–322.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.33828/sei.v33.i3.7>
- Nida, L. S., Sunaengsih, C., & Karlina, D. A. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Fun Learning pada Materi Nilai-Nilai Pancasila untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas VI. *Al-Madrasah: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 7(1), 194–207.  
<https://doi.org/10.35931/am.v7i1.1755>
- Ningtyas, L. R., & Rahayu, Y. S. (2022). Pengembangan e-LKPD Interaktif Pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XII. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(3), 527–536.  
<https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n3.p527-536>
- Permana, H., Andri, B. L., & Mulyati, D. (2021). The development of moodle based e-learning for newtons' law in high school physics. *Journal of Physics: Conference Series International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE 2021)*, 2098(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2098/1/012024>
- Prasetya, I. E., Yusuf, M., & Buhungo, T. J. (2022). Description of students learning motivation towards the use of phet simulation in physics online learning in terms of self-efficacy and anxiety levels. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(1), 23–27.  
<https://doi.org/10.29303/jpm.v17i1.3218>
- Pratama, M. P., Ruruk, S., & Karuru, P. (2023). Validity of interactive learning media in computer basics course. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 10(4), 353–362.  
<https://doi.org/10.21831/jitp.v10i4.60376>
- Putra, J. E., Sobandi, A., & Aisah, A. (2024). The urgency of digital technology in education: a systematic literature review. *Jurnal EDUCATIO: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 10(1), 224–234.  
<https://doi.org/10.29210/1202423960>
- Renostini Harefa, A. (2019). Peran Ilmu Fisika Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Warta*, 60(April), 1–10.  
<https://doi.org/10.46576/wdw.v0i60.411>
- Sevtia, A. F., Taufik, M., & Doyan, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Web Menggunakan Google Sites Pada Materi Gelombang Bunyi. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 2(2), 140–146.  
<https://doi.org/10.30998/sch.v2i2.4348>
- Simangunsong, J., & Sinuraya, J. (2019). Uji Kelayakan Lembar Kegiatan Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Inkuiri Terbimbing Kelas X Materi Pokok Momentum, Impuls Dan Tumbukan. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 5(4), 23–27.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian & Pengembangan Research and Development*. Alfabeta.
- Sundayana, R. (2014). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Alfabeta.
- Supardi, S. U. S., Leonard, L., Suhendri, H., & Rismurdiyati, R. (2015). The Effect of Learning Media and Learning Interest on Physics Learning Outcomes. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 2(1), 71–81.  
<http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v2i1.86>
- Wahdi, A. S., Effendi, A., & Khurniawati, W. (2024). The Relationship between Students' Searning Interest and Learning Outcome. *Journal of Informatics and Vocational Education*, 7(1).

<https://doi.org/10.20961/joive.v7i1.81708>

Widyasari, I., Zetriuslita, Z., Istikomah, E., & Herlina, S. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Flipbook Pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel Dikelas VIII SMP. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(1), 61–71. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v8i1.1678>

Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P., & Perkins, K. K. (2010). Teaching Physics Using PhET Simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225–227. <https://doi.org/10.1119/1.3361987>

Zacharia, Z. C., Olympiou, G., & Papaevripidou, M. (2008). Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1021–1035. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.20260>