

Pengembangan E-LKPD Berbasis Multirepresentasi Berbantuan Liveworksheet pada Materi Hukum Newton

M. Furqon*, Suharli A.J., Rahma Dani, Jeliana Veronika Sirait, Rindy Puspita Anggrini, Mely Chelvina Harahap, M. Fadhil Raga Ananda, dan Reva Dwi Kiranti

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jambi, Indonesia

Jl. Jambi-Muara Bulian KM. 15, Mendalo Indah, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi

*E-mail: mfurqon@unja.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk menghasilkan E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet* pada materi Hukum Newton yang valid dan praktis digunakan dalam pembelajaran fisika di SMA. Model pengembangan yang digunakan adalah tiga tahap awal dari ADDIE, yaitu *Analysis, Design, dan Development*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk E-LKPD yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat valid dan sangat praktis, dengan indeks validitas V Aiken sebesar 0,852 dengan kategori sangat baik atau sangat valid dan tingkat kepraktisan 85,95%. Pendekatan multirepresentasi membantu siswa memahami konsep Hukum Newton melalui berbagai bentuk representasi seperti verbal, visual, matematis, dan diagramatik. Selain itu, fitur interaktif pada *Liveworksheet* memberikan umpan balik langsung yang membantu siswa belajar secara mandiri dan reflektif. Secara keseluruhan, E-LKPD ini dinyatakan valid dan praktis sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran inovatif dan diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Kata kunci: E-LKPD, Multirepresentasi, *LiveWorksheet*, Hukum Newton.

Abstract

This study is a research and development (R&D) project aimed at producing a multirepresentation-based electronic worksheet (E-LKPD) assisted by Liveworksheet on Newton's Law material that is both valid and practical for use in high school physics learning. The development model employed utilizes the initial three phases of ADDIE, namely Analysis, Design, and Development. The research findings demonstrate that the developed E-LKPD product falls within the category of highly valid and highly practical, with an Aiken's V validity index of 0.852, classified as excellent or highly valid, and a practicality level of 85.95%. The multirepresentation approach facilitates students' understanding of Newton's Law concepts through various forms of representation, including verbal, visual, mathematical, and diagrammatic representations. Furthermore, the interactive features embedded in Liveworksheet provide immediate feedback that supports students in learning independently and reflectively. Overall, this E-LKPD is valid and practical so that deemed suitable for use as an innovative learning medium and is expected to enhance students' conceptual understanding and higher-order thinking skills.

Keywords: E-LKPD, Multirepresentation, *Liveworksheet*, Newton's Laws.

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS), kreativitas, dan keterampilan memecahkan masalah yang

menjadi fondasi kesuksesan di era digital (Fasna et al., 2024; Niess, 2005). Sebagai respons terhadap tuntutan ini, proses pembelajaran perlu bertransformasi menjadi lebih interaktif dan berbasis teknologi untuk mengembangkan kompetensi-kompetensi tersebut secara optimal (Fasna et al., 2024;

Krstić et al., 2022). Dalam konteks pembelajaran fisika khususnya, tantangan transformasi pembelajaran menjadi lebih nyata karena banyak konsep fisika bersifat abstrak dan matematis yang memerlukan pendekatan pembelajaran inovatif (Nikat, 2021; Widianingtyas et al., 2015). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran dan strategi yang masih digunakan di kelas sering bersifat konvensional dan kurang mendorong aktivitas siswa, sehingga penguasaan konsep fisika menjadi tidak optimal (Saputri et al., 2022; Becker et al., 2020). Penelitian lain mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dan berbasis proyek dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik (Risamasu & Pieter, 2024; Anazifa & Djukri, 2017). Hasil analisis kebutuhan dalam berbagai penelitian menunjukkan bahwa meskipun buku paket tersedia, siswa dan guru membutuhkan bahan ajar tambahan yang lebih interaktif dan kontekstual untuk menunjang pemahaman konsep fisika yang mendalam (Arini & Sulistiyono, 2023; Sari & Siahaan, 2022).

Salah satu bentuk inovasi pembelajaran yang banyak dikembangkan adalah E-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik elektronik) karena kemampuannya memfasilitasi pembelajaran mandiri, interaktif, dan mudah disesuaikan dengan berbagai pendekatan pedagogis (Gani et al., 2024; Putri et al., 2021; Melindawati & Adriantoni, 2022). Penelitian pengembangan menunjukkan bahwa E-LKPD yang tervalidasi dengan baik melalui penilaian ahli menggunakan indeks validitas isi seperti Aiken's V dan Content Validity Index (CVI) dapat menjadi media pembelajaran yang valid dan praktis untuk digunakan di kelas (Melindawati & Adriantoni, 2022; Zamanzadeh et al., 2015; Hidayati et al., 2019). Lebih lanjut, penggunaan E-LKPD yang diintegrasikan dengan model pembelajaran berbasis masalah dan berbasis proyek terbukti secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) serta keterampilan pemecahan masalah peserta didik (Risamasu & Pieter, 2024; Ijudin et al., 2024). Teknologi juga membuka peluang bagi pengembang untuk menciptakan media pembelajaran yang lebih

interaktif dan mendukung multirepresentasi melalui simulasi, video interaktif, dan animasi yang memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan konsep-konsep fisika (Gao et al., 2022; Astuti et al., 2017).

Platform Liveworksheet telah muncul sebagai salah satu solusi teknis yang memungkinkan LKPD tradisional ditransformasi menjadi lembar kerja interaktif dengan fitur otomatisasi koreksi, umpan balik instan, dan elemen-elemen interaktif yang meningkatkan keterlibatan siswa (Gani et al., 2024; Ratu et al., 2022). Fitur umpan balik instan dalam platform digital ini sejalan dengan prinsip-prinsip penilaian formatif modern yang mendukung pembelajaran berkelanjutan dan adaptif (Black & William, 2009; Looney, 2019). Penelitian menunjukkan bahwa pelatihan penggunaan Liveworksheet efektif dalam membantu guru dan calon guru mengembangkan bahan ajar interaktif berkualitas tinggi yang mampu meningkatkan HOTS siswa melalui aktivitas pembelajaran yang terstruktur (Ratu et al., 2022; Beautemps et al., 2024). Studi pengembangan E-LKPD berbantuan Liveworksheet mengkonfirmasi bahwa produk tersebut dapat dinilai layak dan praktis, serta berpotensi meningkatkan motivasi dan aktivitas belajar siswa ketika diterapkan dalam konteks pembelajaran yang tepat (Gani et al., 2024; Mertasari et al., 2022). Dalam konteks materi Hukum Newton khususnya, penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis web menunjukkan respons positif dari peserta didik dan efektivitas media digital dalam memperjelas konsep abstrak gerak, gaya, dan hubungan matematisnya melalui representasi visual dan matematis (Putri et al., 2021; Masrifah et al., 2020).

Pendekatan multirepresentasi menjadi fundamental dalam pengembangan E-LKPD, khususnya untuk materi fisika dengan karakter konsep yang abstrak dan matematis seperti Hukum Newton (Ainsworth, 2006; Nikat, 2021). Framework teoritis DeFT (Dual Coding, External Representation, Translate between representations) yang dikembangkan oleh Ainsworth menjelaskan bagaimana berbagai bentuk representasi dapat mengoptimalkan

proses kognitif siswa dalam memahami konsep abstrak (Ainsworth, 2006). Pendekatan multirepresentasi mengintegrasikan representasi verbal, visual, matematis, dan diagramatik yang terbukti secara empiris meningkatkan kemampuan kognitif siswa dalam memahami dan memecahkan masalah fisika (Nikat, 2021; Paivio, 1986). Teori Dual Coding Theory menyatakan bahwa menggabungkan informasi visual dan verbal dapat meningkatkan pemahaman siswa dengan mengaktifkan multiple cognitive pathways secara bersamaan (Cai et al., 2020). Implementasi E-LKPD berbasis multirepresentasi menyediakan media pembelajaran yang interaktif dan kontekstual yang memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta motivasi belajar siswa (Najib et al., 2020; Mardatila et al., 2019). Penelitian terkini mengkonfirmasi bahwa produk digital berupa E-LKPD multirepresentasi sangat layak dan efektif dalam mendukung pengalaman pembelajaran yang inovatif serta meningkatkan keterampilan representasi konseptual peserta didik (Mutiara, 2024; Arini & Sulistiyono, 2023; Ate et al., 2025).

Berdasarkan kenyataan lapangan dan temuan penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini mengembangkan E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet* pada materi Hukum Newton dengan tujuan menghasilkan produk yang valid dan praktis untuk mendukung pemahaman konsep peserta didik. Pengembangan ini menggunakan tiga tahap awal model ADDIE, yaitu *Analysis*, *Design*, dan *Development*.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan tujuan menghasilkan E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet* pada materi Hukum Newton yang valid dan praktis digunakan dalam pembelajaran fisika di SMA. Model pengembangan yang digunakan adalah tiga tahap awal dari ADDIE, yaitu *Analysis*, *Design*, dan *Development*.

Model ini dipilih karena bersifat sistematis, fleksibel, dan relevan untuk menghasilkan produk pembelajaran digital yang dapat diuji secara empiris. Penelitian pengembangan E-LKPD ini dirancang dengan tujuan utama menghasilkan produk yang valid dan praktis, bukan untuk mengukur keefektifan pembelajaran. Validitas produk dapat diketahui melalui proses validasi ahli pada tahap Development (Pengembangan), sedangkan kepraktisan dapat diukur melalui uji coba terbatas tanpa harus melakukan implementasi skala penuh. Kedua aspek ini sudah dapat memberikan informasi yang cukup mengenai kualitas produk dan kelayakan penggunaannya dalam pembelajaran fisika. Dengan demikian, tahap *Analysis*, *Design*, dan *Development* telah memenuhi tujuan penelitian primer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Tahap *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis merupakan tahap awal dalam model pengembangan ADDIE yang berfungsi untuk mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan pembelajaran, serta karakteristik peserta didik sebagai dasar pengembangan produk. Analisis dilakukan melalui tiga langkah utama, yaitu analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis karakteristik peserta didik.

a) Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan melalui studi literatur, observasi pembelajaran, serta wawancara dengan guru fisika SMA. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa pembelajaran pada materi Hukum Newton masih didominasi oleh metode ceramah dan latihan soal konvensional, sehingga siswa cenderung pasif dan mengalami kesulitan memahami konsep yang bersifat abstrak dan matematis. Guru juga menyatakan perlunya bahan ajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan berbasis teknologi agar siswa dapat belajar secara mandiri dan aktif. Selain itu, hasil kajian pustaka menunjukkan bahwa penggunaan media digital berbasis multirepresentasi dapat membantu siswa menghubungkan antara konsep verbal,

visual, diagramatik, dan matematis sehingga meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS).

b) Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan untuk menentukan kompetensi dasar (KD) dan indikator pencapaian yang relevan dengan materi Hukum Newton. Berdasarkan Kurikulum Merdeka (Fase F, kelas XI), materi ini mencakup hubungan antara gaya, massa, dan percepatan, serta penerapan Hukum Newton dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan pembelajaran yang dirumuskan meliputi kemampuan siswa dalam:

1. Menjelaskan bunyi dan makna dari Hukum I, II, dan III Newton.
2. Menganalisis hubungan antara gaya, massa, dan percepatan secara matematis.
3. Menyelesaikan masalah kontekstual yang melibatkan gaya dan gerak benda.
4. Mengaitkan konsep hukum Newton dengan fenomena nyata melalui aktivitas eksperimen virtual dan simulasi.

Hasil analisis kurikulum ini menjadi dasar dalam penyusunan isi dan aktivitas pada E-LKPD yang dikembangkan.

c) Analisis Karakteristik Peserta Didik

Peserta didik yang menjadi sasaran pengembangan adalah siswa kelas XI SMA berusia 16-17 tahun dengan karakteristik generasi digital yang terbiasa menggunakan perangkat daring seperti laptop dan smartphone dalam belajar. Namun, observasi menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih bergantung pada penjelasan guru dan belum terbiasa belajar secara mandiri menggunakan media digital interaktif. Oleh karena itu, diperlukan E-LKPD yang mampu menstimulasi keaktifan belajar, menghadirkan pengalaman belajar berbasis eksplorasi, serta memberikan umpan balik otomatis melalui integrasi dengan platform *Liveworksheet*.

Hasil analisis keseluruhan menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran dengan media yang tersedia. Oleh karena itu, dikembangkan E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet* untuk membantu siswa memahami konsep Hukum Newton secara menyeluruh dan meningkatkan kemampuan

berpikir tingkat tinggi.

Tahap Design (Perancangan)

Tahap desain bertujuan untuk merancang prototipe awal E-LKPD berdasarkan hasil analisis kebutuhan, kurikulum, dan karakteristik peserta didik yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Proses perancangan ini mencakup penyusunan rancangan konseptual, struktur konten, tampilan antarmuka, serta penyusunan instrumen evaluasi untuk menilai kelayakan dan kepraktisan produk.

a) Perancangan Struktur dan Alur Pembelajaran

Perancangan struktur E-LKPD mengacu pada pendekatan multirepresentasi, yang mengintegrasikan empat jenis representasi yaitu:

1. Verbal (naratif): berupa penjelasan konsep dan fenomena fisis secara deskriptif.
2. Visual (gambar dan simulasi): menampilkan ilustrasi gaya, gerak, dan arah vektor melalui animasi dan simulasi interaktif.
3. Matematis: mencantumkan hubungan kuantitatif antara gaya, massa, dan percepatan sesuai dengan Hukum II Newton.
4. Diagramatik (grafik atau tabel): membantu siswa menganalisis hubungan antar variabel fisika.

Setiap lembar kerja dirancang untuk memandu siswa melalui tahapan eksplorasi, analisis, dan refleksi, sehingga mereka dapat membangun pemahaman konseptual secara mandiri.

b) Desain Tampilan dan Antarmuka

Desain visual E-LKPD dirancang menggunakan prinsip *user-friendly interface*, dengan mempertimbangkan aspek estetika, keterbacaan, dan kemudahan navigasi. Tata letak (layout) dibuat sederhana namun menarik, dengan perpaduan warna lembut dan ikon yang konsisten untuk setiap kegiatan belajar. Elemen interaktif diintegrasikan melalui platform *Liveworksheet*, yang memungkinkan siswa melakukan:

1. Pengisian jawaban langsung secara

daring,

2. Mendapatkan umpan balik otomatis setelah mengirim jawaban,
3. Melihat hasil skor, dan
4. Mengunduh hasil pekerjaan mereka.

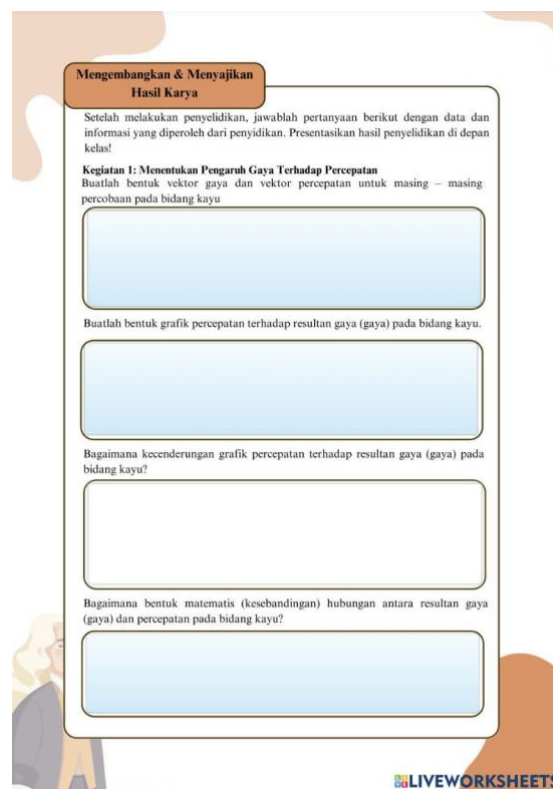
Desain ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif dan reflektif. Adapun tampilan depan dan isi E-LKPD dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3.



Gambar 1. Tampilan Depan E-LKPD



Gambar 2. Tampilan Isi Petunjuk E-LKPD



Gambar 3. Tampilan Isi Pembelajaran pada E-LKPD

c) Perancangan Instrumen Penelitian

Untuk menjamin kualitas produk, disusun beberapa instrumen penilaian yang akan digunakan pada tahap validasi dan uji coba, yaitu:

1. Lembar validasi ahli, terdiri dari empat aspek penilaian: (1) aspek isi/materi, (2) aspek bahasa, (3) aspek penyajian dan tampilan, serta (4) aspek media/interaktivitas. Skala penilaian menggunakan rentang 1–4, dengan kategori “tidak valid” hingga “sangat valid”.
2. Kuesioner kepraktisan pengguna, yang diisi oleh guru dan siswa setelah uji coba terbatas. Instrumen ini menggunakan skala Likert 1–5 untuk menilai kemudahan penggunaan, tampilan, daya tarik, interaktivitas, dan manfaat E-LKPD terhadap pembelajaran fisika.

d) Desain Konten dan Aktivitas Pembelajaran

Konten E-LKPD dirancang dengan mempertimbangkan keseimbangan antara teori, latihan, dan aplikasi konsep Hukum Newton dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas

dalam LKPD disusun berbasis pendekatan *scientific inquiry* dan *problem-based learning* agar siswa dapat:

1. Mengamati fenomena melalui simulasi digital,
2. Mengidentifikasi masalah fisika yang terjadi,
3. Merumuskan hipotesis dan melakukan perhitungan,
4. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan, dan
5. Merefleksikan hasil belajar melalui evaluasi otomatis di Liveworksheet.

e) Produk yang Dihasilkan pada Tahap Ini

Tahap desain menghasilkan rancangan awal (draft 1) E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet*, yang siap divalidasi oleh validator sebelum dilakukan revisi dan uji coba pada tahap berikutnya.

Tahap Development (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan proses inti dalam model ADDIE, yaitu tahap di mana rancangan E-LKPD yang telah disusun pada tahap desain direalisasikan menjadi produk yang siap diuji kelayakannya. Tujuan tahap ini adalah menghasilkan produk E-LKPD berbasis multirepresentasi yang layak dan valid digunakan dalam pembelajaran fisika.

a) Pembuatan Produk Awal

E-LKPD dikembangkan menggunakan kombinasi perangkat lunak pengolah teks dan platform Liveworksheet. Konten disusun berdasarkan struktur yang telah dirancang sebelumnya, mencakup bagian pendahuluan, uraian materi Hukum Newton, aktivitas siswa berbasis multirepresentasi (verbal, visual, matematis, dan diagramatik), serta latihan evaluasi interaktif.

Desain visual dan navigasi diatur agar menarik, mudah diakses, dan kompatibel di berbagai perangkat (komputer dan ponsel). Fitur *auto-feedback* dari *Liveworksheet* digunakan untuk memberikan hasil koreksi otomatis dan umpan balik langsung kepada siswa.

b) Validasi Produk oleh Ahli

Produk awal (draft 1) kemudian divalidasi oleh dua validator ahli yang menilai aspek isi, bahasa, penyajian, dan desain media.

Masing-masing dari validator memberikan penilaian menggunakan skala 1-4 dengan kategori:

- 1 = Sangat Tidak Setuju,
- 2 = Tidak Setuju,
- 3 = Setuju,
- 4 = Sangat Setuju.

Selain skor, validator juga memberikan saran kualitatif untuk perbaikan. Hasil validasi dianalisis dengan menghitung rata-rata skor tiap aspek, yang kemudian dikonversi ke dalam kategori kelayakan.

c) Revisi Produk

Berdasarkan masukan dari validator, dilakukan perbaikan terhadap:

1. Penyesuaian tata letak halaman dan penataan teks agar lebih proporsional.
2. Perbaikan ejaan, spasi, dan kalimat agar sesuai kaidah bahasa Indonesia.
3. Penambahan ilustrasi yang lebih representatif pada simulasi Hukum Newton.
4. Penguatan keterkaitan antara aktivitas siswa dan tujuan pembelajaran.

Setelah revisi, dihasilkan produk akhir (draft 2) E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet* yang siap diuji coba terbatas pada tahap implementasi.

d) Analisis Hasil Validasi

Nilai hasil validasi digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan produk. Kriteria kategori validitas yang digunakan adalah Tabel 1 dan 2 (Azwar, 2015; Kania et al., 2024). Produk dinyatakan layak digunakan apabila memperoleh nilai rata-rata $\geq 0,600$ dengan kategori minimal baik (*good*). Perhitungan V Aiken menggunakan rumus:

$$V = \frac{\sum S}{n(C - 1)}$$

Di mana komponen-komponennya adalah:

- V = Indeks validitas Aiken (berkisar antara 0-1)
- $\sum S$ = Jumlah keseluruhan skor yang dimodifikasi dari seluruh penilai

- S = Skor yang diberikan oleh penilai (rater) dikurangi skor penilaian terendah, dengan rumus $S = R - lo$
- R = Angka/skor yang diberikan oleh penilai
- lo = Skor penilaian validitas terendah (angka penilaian paling rendah dalam kategori)
- C = Skor penilaian validitas tertinggi (jumlah kategori penilaian tertinggi yang dapat dipilih)
- n = Jumlah penilai/rater/validator

Tabel 1. Kategori Validitas

Koefisien V Aiken	Kategori
$\geq 0,6$	Valid
$< 0,6$	Tidak Valid

Tabel 2. Kategori Level Validitas

Koefisien V Aiken	Kategori
$\geq 0,800$	Sangat Baik (<i>Excellent</i>)
$0,600 - 0,800$	Baik (<i>Good</i>)
$< 0,600$	Buruk (<i>Poor</i>)

Penelitian pengembangan ini hanya dilaksanakan hingga tahap Development (Pengembangan) dalam model ADDIE, yang meliputi tahap Analysis, Design, dan Development. Tahap implementasi (*Implementation*) dan evaluasi (*Evaluation*) tidak dilaksanakan karena fokus penelitian ini adalah menghasilkan dan menguji kelayakan serta kepraktisan produk E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan Liveworksheet pada materi Hukum Newton.

Pada kegiatan penelitian ini mencakup:

1. Analisis kebutuhan pembelajaran dan kurikulum sebagai dasar pengembangan produk,
2. Perancangan struktur dan tampilan E-LKPD sesuai prinsip multirepresentasi, dan
3. Pengembangan serta validasi produk oleh ahli materi, bahasa, dan media, disertai uji kepraktisan terbatas pada guru dan siswa.

Dengan demikian, hasil penelitian ini difokuskan pada kelayakan isi dan kepraktisan penggunaan E-LKPD yang dikembangkan, yang diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan pada tahap implementasi dan evaluasi efektivitas pembelajaran.

PEMBAHASAN

Hasil Validasi Ahli

Proses validasi dilakukan oleh dua validator Keduanya menilai produk E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet* menggunakan 18 butir penilaian yang mencakup empat aspek utama, yakni: (1) kelayakan isi dan kebenaran konsep, (2) kebahasaan, (3) tampilan dan tata letak, serta (4) interaktivitas media.

Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert 1-4, di mana skor 1 berarti sangat tidak sesuai dan skor 4 berarti sangat sesuai. Hasil validasi lengkap dari kedua validator disajikan pada Tabel 3.

Hasil validasi menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet* layak digunakan dengan revisi kecil. Sebagian besar aspek memperoleh kategori validitas sangat baik atau sangat valid, terutama pada aspek isi, kebahasaan, dan kelayakan media. Validator memberikan komentar bahwa tampilan sudah menarik, namun disarankan penyempurnaan minor pada warna latar, jarak antarparagraf, dan keseimbangan tata letak halaman.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Melindawati dan Adriantoni (2022) yang menyatakan bahwa integrasi Liveworksheet pada E-LKPD membantu memperjelas isi, meningkatkan interaktivitas, dan menghasilkan media yang valid secara substansial. Selain itu, pendekatan multirepresentasi yang digunakan pada E-LKPD ini juga mendukung hasil penelitian Mutiara (2024) dan Nikat (2021), yang menyimpulkan bahwa penyajian konsep fisika melalui kombinasi representasi verbal, matematis, visual, dan diagramatik dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa.

Hasil Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan dilakukan terhadap 32 siswa kelas XI SMA yang menggunakan E-LKPD dalam pembelajaran Hukum Newton. Penilaian menggunakan kuesioner skala Likert 1–5 yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, kemenarikan tampilan, interaktivitas, manfaat terhadap pemahaman materi, dan motivasi belajar.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli terhadap E-LKPD

No	Aspek Penilaian	Validator 1	Validator 2	Koefisien V Aiken	Kategori Validitas dan Levelnya
1	Kejelasan pemberitaan materi	3	3	0,667	Valid, Baik
2	Pengaturan ilustrasi/gambar	3	4	0,833	Valid, Sangat Baik
3	Pengaturan tata letak	4	3	0,833	Valid, Sangat Baik
4	Kesesuaian bahasa dengan EYD	4	4	1,000	Valid, Sangat Baik
5	Kesederhanaan struktur kalimat	3	4	0,833	Valid, Sangat Baik
6	Kejelasan petunjuk dan arahan	4	4	1,000	Valid, Sangat Baik
7	Kalimat soal tidak mengandung arti ganda	3	3	0,667	Valid, Baik
8	Sifat komunikatif bahasa yang digunakan	3	3	0,667	Valid, Baik
9	Kesesuaian dengan indikator hasil belajar	4	3	0,833	Valid, Sangat Baik
10	Kebenaran isi/materi mendukung kejelasan materi	4	3	0,833	Valid, Sangat Baik
11	Kesesuaian e-LKPD dengan kebutuhan peserta didik	4	4	1,000	Valid, Sangat Baik
12	Kelayakan sebagai perangkat pembelajaran	4	4	1,000	Valid, Sangat Baik
13	Penampilan tata letak sampul tersusun harmonis	4	3	0,833	Valid, Sangat Baik
14	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca	4	4	1,000	Valid, Sangat Baik
15	Penempatan tata letak (judul, ilustrasi) setiap halaman konsisten	4	3	0,833	Valid, Sangat Baik
16	Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf	4	4	1,000	Valid, Sangat Baik
17	Warna dan tata letak serasi dan memperjelas fungsi	3	3	0,667	Valid, Baik
18	Gambar menarik dan mendukung kejelasan materi	3	4	0,833	Valid, Sangat Baik
Rata-rata keseluruhan				0.852	Valid, Sangat Baik

Hasil analisis menunjukkan rata-rata skor kepraktisan sebesar 4,30 dari 5, atau 85,95%, dengan kategori “sangat praktis”. Siswa menilai bahwa E-LKPD ini mudah digunakan, tampilannya menarik, dan membantu mereka memahami hubungan gaya, massa, dan percepatan secara lebih konkret.

Sebagian besar siswa menyukai fitur *auto-feedback* pada *Liveworksheet* yang memberikan hasil koreksi secara otomatis, sehingga mereka langsung mengetahui kesalahan dan dapat memperbaikinya. Beberapa siswa juga memberikan saran agar ukuran font diperbesar untuk kenyamanan tampilan di layar ponsel.

Guru fisika yang turut menilai produk memberikan respon positif dengan skor 4,20, menyatakan bahwa E-LKPD ini mudah diintegrasikan dalam pembelajaran berbasis proyek dan inkuiri, baik secara daring maupun

tatap muka.

Temuan ini mendukung hasil penelitian Riyanti et al. (2024) dan Gani et al. (2024) yang menunjukkan bahwa E-LKPD berbantuan *Liveworksheet* tidak hanya meningkatkan keaktifan siswa, tetapi juga memperkuat kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) karena memfasilitasi aktivitas reflektif dan berbasis pemecahan masalah.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *Liveworksheet* pada materi Hukum Newton ini memiliki keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil penelitian. Pertama, penelitian ini baru melaksanakan tiga tahap awal dari model ADDIE, yaitu tahap *Analyze*, *Design*, dan *Develop*, sehingga tahap implementasi dan

evaluasi belum dilaksanakan. Data validasi yang diperoleh dari para ahli sebagai validator menunjukkan kelayakan produk namun belum dapat membuktikan dampak aktual terhadap peningkatan pemahaman konsep dan Higher Order Thinking Skills (HOTS) peserta didik. Potensi peningkatan pemahaman konsep dan HOTS melalui penggunaan E-LKPD ini masih perlu dibuktikan melalui penelitian lanjutan yang mengukur efektivitas.

PENUTUP

E-LKPD berbasis multirepresentasi berbantuan *LiveWorksheet* pada materi Hukum Newton telah berhasil dikembangkan dengan kategori sangat valid dan sangat praktis. Nilai rata-rata indeks validasi yaitu koefisien V Aiken sebesar 0,852 membuktikan bahwa isi, tampilan, serta aspek pedagogis, linguistik, dan teknologis dari produk sudah memenuhi kriteria yang baik. Sementara itu, tingkat kepraktisan sebesar 85,95% menunjukkan bahwa media ini mudah valid dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran fisika di SMA. Penerapan pendekatan multirepresentasi membantu siswa memahami konsep Hukum Newton melalui berbagai bentuk representasi, seperti verbal, visual, matematis, dan diagramatik, sehingga membuat konsep yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Selain itu, fitur interaktif yang tersedia di *LiveWorksheet* memberikan umpan balik langsung kepada siswa, membantu mereka merefleksikan cara berpikir, meningkatkan motivasi, dan memperbaiki kesalahan secara mandiri. Secara keseluruhan, E-LKPD ini layak digunakan sebagai media pembelajaran inovatif yang diharapkan dapat mendukung pembelajaran fisika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Jambi sebagai penyandang dana, dalam penelitian melalui dana PNBPK FKIP Universitas Jambi.

REFERENSI

- Ainsworth, S. E. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Anazifa, R. D., & Djukri, D. (2017). Project-based learning and problem-based learning: Are they effective to improve student's thinking skills? *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 120–130. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.5807>
- Arini, W., & Sulistiyono, S. (2023). Analisis kebutuhan LKPD fisika berbasis kontekstual untuk meningkatkan kemampuan representasi konseptual peserta didik. *Jurnal Perspektif Pendidikan*, 17(1), 129–139. <https://doi.org/10.31540/jpp.v17i1.2385>
- Astuti, B., Sari, N., & Kurniawati, N. (2017). Pengembangan e-learning berbasis moodle untuk meningkatkan motivasi belajar dan prestasi kognitif peserta didik di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 7(2), 175–184. <https://doi.org/10.21831/jpv.v7i2.13827>
- Ate, O., Ilhan, N., & Coştuner, R. (2025). Multirepresentation in physics learning research: Trends, opportunities, and challenges. *Journal of Physics Education Research*, 9(2), 45–62.
- Azwar, S. (2015). Reliabilitas dan Validitas. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. Retrieved from <https://pustakapelajar.co.id/buku/reliabilitas-dan-validitas/>
- Beautemps, J., Senneville, L., & Cornu, G. (2024). Technology-enhanced learning for physics education: Current state and future perspectives. *European Journal of Physics Education*, 15(2), 89–104.
- Becker, S., Hutton, S., & Klein, S. (2020). Innovative teaching methods for improving physics conceptual understanding. *International Journal of Science Education*, 42(7), 1128–1148. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1761803>

- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F.-K. (2020). A case study of augmented reality simulation system application in middle school physics class. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Fasna, F., Yusrawati, Y., & Ratnawulan, R. (2024). Pembelajaran abad ke-21 dengan penekanan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 5(2), 112–124.
- Gani, R. A., Khoerunnisa, N., & Badruzzaman, N. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis Liveworksheets pada subtema lingkungan tempat tinggalku. *Dwija Cendikia: Jurnal Riset Pedagogik*, 8(1), 78–89. <https://doi.org/10.20961/jdc.v8i1.68945>
- Gao, Y., Tan, C., & Liu, H. (2022). Exploring the effectiveness of interactive digital learning environments in science education. *Computers and Education*, 186, 104521. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104521>
- Hidayati, K., Jumadi, J., & Kuswanto, H. (2019). Validity evidence of physics instrument from students' conception of force and motion. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 423–432. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i3.19336>
- Ijudin, A., Martawijaya, A., & Sutanto, H. (2024). Comparative effectiveness of problem-based and project-based learning on student mathematics problem-solving ability. *International Journal of Education and Learning*, 6(2), 45–58. <https://doi.org/10.47666/ijel.v6i2.341>
- Kania, N., Kusumah, Y., Dahlan, J., Nurlaelah, E., Gürbüz, F., & Bonyah, E. (2024). Constructing and providing content validity evidence through the Aiken's V index based on the experts' judgments of the instrument to measure mathematical problem-solving skills. *REID (Research and Evaluation in Education)*, 10(1), 64–79. doi:<https://doi.org/10.21831/reid.v10i1.71032>
- Krstić, K., Šević, S., & Malešević, J. (2022). Digital learning in the 21st century: Trends, challenges, and innovations. *Frontiers in Education*, 7, 818286. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.818286>
- Looney, J. W. (2019). Deepening formative assessment practices in the digital age: Assessing@Learning. *CEPS Journal*, 9(2), 9–32.
- Mardatila, M., Novia, H., & Sinaga, B. (2019). Multirepresentation approach in physics learning to improve students' conceptual understanding. *Journal of Physics Education Research*, 5(1), 12–24.
- Masrifah, M., Samsudin, A., & Setiawan, A. (2020). Analysis of the multirepresentation ability of physics education student teachers on Newton's law concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 032035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032035>
- Melindawati, M., & Adriantoni, A. (2022). Pengembangan E-LKPD interaktif berbantuan Liveworksheet untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 7(1), 23–35.
- Mertasari, N. M. S., Suarjana, M., & Negara, I. G. A. O. (2022). Formative evaluation of digital learning materials in teacher education. *Journal of Education and E-Learning Research*, 9(3), 254–262. <https://doi.org/10.20448/journal.506.2022.93.254.262>
- Mutiara, N. (2024). Pengembangan E-LKPD multirepresentasi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi usaha dan energi. *Jurnal Edukasi Sains dan Matematika*, 10(2), 156–168.
- Najib, K., Siswanto, J., & Saefan, J. (2020). Pengaruh pendekatan multirepresentasi terhadap kemampuan kognitif siswa

- dalam pembelajaran fisika. *Journal of Banua Science Education*, 1(1), 87–98.
- Niess, M. L. (2005). Guest editorial: Preparing teachers to teach science and mathematics with technology. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127–130. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb17992.x>
- Nikat, R. F. (2021). Kajian pendekatan multirepresentasi dalam konteks pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 1(2), 178–191. <https://doi.org/10.52434/jpif.v1i2.1449>
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford University Press.
- Putri, N. K., Yuberti, Y., & Hasanah, U. (2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis web Google Sites materi hukum Newton pada gerak benda. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)*, 1(3), 133–143. <https://doi.org/10.30631/psej.v1i3.1033>
- Ratu, R., Muktadir, A., Rohyani, R., & Suharminto, S. (2022). Pelatihan pembuatan E-LKPD menggunakan Liveworksheet untuk meningkatkan HOTS guru sekolah dasar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pendidikan*, 3(1), 45–57.
- Risamasu, R., & Pieter, R. (2024). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah dan berbasis proyek terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) peserta didik dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 20(1), 12–28. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v20i1.45678>
- Riyanti, T., et al. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis project based learning berbantuan liveworksheet untuk meningkatkan keterampilan berpikir siswa sekolah dasar. Dalam Seminar Nasional Pendidikan Dasar ke-1. Universitas Pakuan. <https://semnaspendas.unpak.ac.id/>
- Sari, R., & Siahaan, S. (2022). The effectiveness of digital learning materials integrated with STEM approach. *International Journal of Educational Technology and Learning*, 8(2), 156–170. <https://doi.org/10.20448/ijat.v8i2.4245>
- Saputri, A. C., Harjono, A., & Gunawan, G. (2022). Analisis permasalahan pembelajaran fisika dan upaya meningkatkan pemahaman konsep melalui media pembelajaran interaktif. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 8(2), 201–215.
- Widianingtyas, I., Poedjiastoeti, S., & Agustito, D. (2015). Effectiveness of multirepresentation-based learning material for understanding abstract physics concept. *American Journal of Educational Research*, 3(10), 1268–1273. <https://doi.org/10.12691/ajer-3-10-11>
- Zamanzadeh, V., Ghahramanian, A., Rassouli, M., Abbaszadeh, A., Alavi-Majd, H., & Nikanfar, A.-R. (2015). Design and implementation of a qualitative study: Methodology and lessons learned. *Care Management Journals*, 16(1), 12–20. <https://doi.org/10.1891/1521-6744.16.1.12>