



<https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/luminous>

Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika
Vol. 7 No. 1 (2026) hal 51 – 64

E-ISSN 2715-6990
P-ISSN 2715-9582
01 2026

Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning pada Materi Energi Alternatif di SMKS Telkom 2 Medan.

Situmeang, Noel¹, Halawa, Erniwati²

^{1,2}Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan
2016noelcristiansitumeangx1@gmail.com

Received: 31 05 2025. Accepted: 31 01 2026. Published: 01 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning*. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan R&D (research and development) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Penelitian ini dilakukan di SMKS Telkom 2 Medan dengan subjek penelitian yaitu siswa kelas X. Teknik analisis data yang digunakan yaitu uji skor validitas, kepraktisan, dan uji *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada uji validitas diperoleh nilai sebesar 86,53% dengan kriteria sangat valid. Pada uji kepraktisan diperoleh sebesar 98,04% dengan kriteria sangat praktis, sedangkan uji efektivitas diperoleh nilai *effect size* sebesar 3,12 dengan kriteria sangat tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi energi alternatif

Kata kunci : e-LKPD, *liveworksheet*, energi alternatif

Abstract

This study aims to determine the validity, practicality, and effectiveness of a Problem-Based Learning (PBL)-based electronic student worksheet (e-LKPD). This research is a type of Research and Development (R&D) study utilizing the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The study was conducted at SMKS Telkom 2 Medan, with the research subjects being Grade X students. The data analysis techniques used include validity score testing, practicality testing, and effect size analysis. The results showed that the validity test yielded a score of 86.53%, categorized as very valid. The practicality test resulted in a score of 98.04%, categorized as very practical, while the effectiveness test showed an effect size of 3.12, categorized as very high. These findings indicate that the PBL-based e-LKPD is effective in improving students' learning outcomes on the topic of alternative energy.

Keywords : e-LKPD, *liveworksheet*, alternative energy

PENDAHULUAN

Bahan ajar memegang peranan penting sebagai alat yang membantu guru menyampaikan materi kepada siswa. Muhaimin (Magdalena dkk., 2020) mengemukakan bahwa bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Bahan ajar berfungsi untuk mengorganisir informasi sehingga siswa dapat memahaminya dengan lebih mudah dan sistematis. Bahan ajar bukan hanya sebatas alat bantu, tetapi juga instrumen yang berperan aktif dalam membentuk kompetensi siswa, baik dari segi pengetahuan, keterampilan, maupun sikap. Dengan bahan ajar yang dirancang secara efektif, guru dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan terarah bagi siswa.

Penggunaan model pembelajaran *Problem Based Learning* dalam mengajarkan materi energi alternatif juga dapat dioptimalkan dengan dukungan e-LKPD. E-LKPD memungkinkan penggunaan media digital seperti video demonstrasi, animasi, dan gambar interaktif yang tidak bisa diberikan dalam bahan ajar cetak biasa. Misalnya, dalam mengajarkan cara kerja turbin angin, animasi dapat memperlihatkan bagaimana angin menggerakkan baling-baling untuk menghasilkan listrik, membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam. Selain itu, *Problem Based Learning* yang

berfokus pada pemecahan masalah nyata akan menjadi lebih efektif jika siswa dapat melihat aplikasi energi terbarukan melalui video dokumenter atau simulasi virtual, sehingga mereka dapat langsung memahami dampak dan penerapan dari solusi yang mereka pelajari.

Materi energi alternatif yang diajarkan melalui e-LKPD memberikan fleksibilitas lebih dalam proses pembelajaran. Tidak hanya siswa dapat mengakses informasi dengan lebih interaktif, tetapi mereka juga dapat belajar kapan saja dan di mana saja. E-LKPD tidak hanya memuat teks, tetapi juga dapat memadukan gambar, video, dan animasi yang relevan dengan materi. Sebagai contoh, e-LKPD yang dirancang untuk materi energi surya dapat menyertakan video singkat tentang instalasi panel surya dan animasi alur energi dari cahaya matahari menjadi listrik. Dengan tambahan media visual ini, e-LKPD memberikan pengalaman belajar yang kaya dan mendalam, serta mendukung gaya belajar visual yang sangat penting bagi beberapa siswa. Kombinasi bahan ajar, model PBL, dan media digital dalam e-LKPD menciptakan lingkungan belajar yang komprehensif, interaktif, dan relevan bagi siswa di SMKS Telkom 2 Medan yang mempelajari energi alternatif.

Dalam era digital saat ini, pemanfaatan *platform online* menjadi semakin penting untuk mendukung pembelajaran yang lebih interaktif

dan fleksibel (Sirajuddin & Wahditiya, 2024). Salah satu platform yang sangat cocok untuk menyajikan e-LKPD adalah *Liveworksheet*, sebuah *website* yang memungkinkan guru untuk membuat dan membagikan lembar kerja interaktif secara online. Platform ini mendukung berbagai jenis media, mulai dari teks, gambar, hingga video dan animasi, sehingga sangat ideal untuk digunakan dalam materi energi alternatif. Dengan *Liveworksheet*, guru dapat merancang e-LKPD yang tidak hanya mencakup soal dan tugas, tetapi juga memberikan pengalaman interaktif melalui simulasi, video pembelajaran, serta animasi yang relevan. Selain itu, siswa dapat mengerjakan tugas secara mandiri di rumah, dengan fitur otomatisasi yang memungkinkan guru untuk langsung mendapatkan hasil evaluasi.

Penggunaan *Liveworksheet* sangat mendukung penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning*(PBL) dalam mengajarkan materi energi alternatif. Sebagai platform yang fleksibel, *Liveworksheet* memungkinkan guru untuk menyajikan masalah nyata dalam bentuk tugas interaktif yang bisa dipecahkan oleh siswa secara kolaboratif. Di dalam *website* ini seorang guru bisa mengaplikasikan menggunakan video, gambar, gambar, audio, dan jenis soal dengan diberikan variasi (Purba dkk., 2022). Misalnya, siswa dapat diberikan studi kasus tentang pengelolaan energi terbarukan di

suatu daerah, dan melalui fitur interaktif di *Liveworksheet*, mereka bisa mengakses informasi tambahan berupa video, grafik data, dan simulasi yang membantu mereka memecahkan masalah tersebut. Integrasi PBL dengan *Liveworksheet* memungkinkan pembelajaran tidak hanya menjadi lebih menarik, tetapi juga relevan dan aplikatif, sejalan dengan tujuan pembelajaran berbasis masalah yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan analitis.

METODE

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang disingkat R&D. Menurut Borg nad Gall (dalam sugiyono) R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan produk dan menyempurnakan produk. Sedangkan menurut Sugiyono (2014, h.395). Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dengan metode R&D.

Pada metode R&D terdapat model dalam penelitian dan pengembangan. Dalam penelitian ini desain penelitian yang digunakan adalah desain model dengan pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Pada penelitian ini produk yang akan dihasilkan yaitu LKPD berbasis *liveworksheet*.

Subjek dari penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMK Telkom 2

Medan. Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu observasi, wawancara, tes, angket, dokumentasi. Dalam penelitian dan pengembangan ini, Setelah semua data terkumpul, maka hal selanjutnya yang harus dilakukan yaitu menganalisis data. Data yang sudah terkumpul harus diolah dan diinterpretasikan sehingga dapat segera diketahui apakah tujuan penelitian telah tercapai atau tidak. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan kuantitatif.

1. Menghitung tingkat kelayakan dengan rumus sebagai berikut.

$$P = \frac{Zf}{N} \times 100\% \tag{1}$$

P = Persentase nilai validator

Zf = Skor yang diperoleh

N = Skor keseluruhan/Maksimal

Tabel 1. Kriteria Persentase Validasi LKPD Oleh Ahli Media dan Materi dan Strategi

Rentang Skala	Interval Persentase	Kriteria	Klasifikasi
81 ≤ 100	81 ≤ x ≤ 100%	Sangat Valid	Produk LKPD Interaktif siap digunakan dilapangan untuk kegiatan pembelajaran atau tanpa revisi
61 ≤ 80	61 ≤ x ≤ 80%	Valid	Produk LKPD Interaktif siap digunakan dilapangan untuk kegiatan pembelajaran tanpa revisi
41 ≤ 60	41 ≤ x ≤ 60%	Cukup Valid	Produk LKPD Interaktif dapat dilanjutkan dengan menambahkan besar sesuatu yng kurang,

Rentang Skala	Interval Persentase	Kriteria	Klasifikasi
81 ≤ 100	81 ≤ x ≤ 100%	Sangat Valid	Produk LKPD Interaktif siap digunakan dilapangan untuk kegiatan pembelajaran atau tanpa revisi
61 ≤ 80	61 ≤ x ≤ 80%	Valid	Produk LKPD Interaktif siap digunakan dilapangan untuk kegiatan pembelajaran tanpa revisi
			melakukan pertimbangan-pertimbangan tertentu, penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar
21 ≤ 40	21 ≤ x ≤ 40%	Kurang Valid	Merevisi LKPD Interaktif dengan meniliti kembali secara seksama dengan mencari kelemahan produk untuk disempurnakan.
0 ≤ 20	0 ≤ x ≤ 20%	Tidak Valid	Produk gagal, merevisi secara besar-besaran baik dan mendasar tentang isi produk

(Mista, Widia dkk., 2024)

2. Menghitung tingkat kepraktisan dengan rumus berikut.

$$P = \frac{Zf}{N} \times 100\% \tag{2}$$

P = Persentase nilai praktikalitas

Zf = Skor yang diperoleh

N = Skor keseluruhan/Maksimal

Tabel 2. Kriteria Persentase Penilaian Praktikalitas LKPD

Rentang Skala	Interval Persentase	Kriteria	Klasifikasi
81 ≤ 100	81 ≤ x ≤ 100%	Sangat Praktis	Produk LKPD Interaktif siap digunakan dilapangan untuk kegiatan pembelajaran atau tanpa revisi
61 ≤ 80	61 ≤ x ≤ 80%	Praktis	Produk LKPD Interaktif siap digunakan dilapangan untuk kegiatan pembelajaran tanpa revisi
41 ≤ 60	41 ≤ x ≤ 60%	Cukup Praktis	Produk LKPD Interaktif dapat dilanjutkan dengan menambahkan besar sesuatu yng kurang, melakukan pertimbangan-pertimbangan tertentu, penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar
21 ≤ 40	21 ≤ x ≤ 40%	Kurang Praktis	Merevisi LKPD Interaktif dengan meniliti kembali secara seksama dengan mencari kelemahan produk untuk disempurnakan.

0 ≤ 20	0 ≤ x ≤ 20%	Tidak Praktis	Produk gagal, merevisi secara besar-besaran baik dan mendasar tentang isi produk
--------	-------------	---------------	--

(Anggraini, D., & Apfani, S., 2023)

3. Instrumen tes

Instrumen tes adalah instrumen yang digunakan dalam penelitian untuk mengetahui nilai yang diperoleh peserta didik pada pembelajaran fisika mengenai materi energi alternatif sebelum maupun sesudah menggunakan LKPD yang dikembangkan. Instrumen tes terdiri dari 10 soal berbentuk pilihan berganda dapat

Tabel 2. Kisi-kisi *Pre-test* dan *Post-test*

No	Materi	Klasifikasi						Jumlah Soal
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	
1	Energi Alternatif	1						1
2	Sumber-sumber energi alternatif	2			3, 4, 5, 7			5
3	Pengaplikasian energi alternatif				6 8	9	10	4
	Jumlah Soal	2	0	0	6	1	1	10

4. Adapapun rumus uji *Effect Size* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

$$ES = \frac{\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre}}{SD_{pre}} \tag{3}$$

Keterangan

ES = Nilai *effect size*

\bar{X}_{pre} = Mean skor *pre-test*

\bar{X}_{post} = Mean skor *post-test*

SD_{pre} = Standart deviasi *pre-test*

Tabel 3. Nilai *effect size* dan Klasifikasinya.

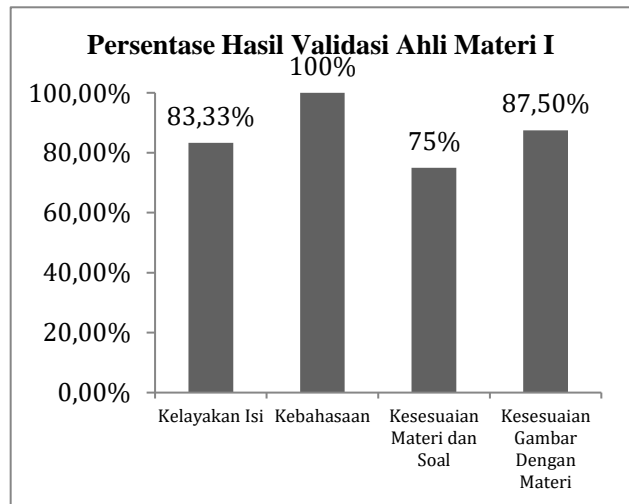
<i>Effect Size</i>	Klasifikasi
ES > 1,10	Sangat Tinggi
0,75 < ES ≤ 1,10	Tinggi
0,40 < ES ≤ 0,75	Sedang
0,15 < ES ≤ 0,40	Rendah
ES ≤ 0,15	Sangat Rendah

(Mayasari & Usmeldi, 2023.)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada materi Energi Alternatif di SMKS Telkom 2 Medan dilakukan melalui tiga aspek utama, yaitu validasi materi, validasi media, dan validasi strategi pembelajaran. Proses validasi ini melibatkan para ahli dari Universitas Negeri Medan yang kompeten di bidang pendidikan fisika serta berpengalaman dalam pengembangan perangkat pembelajaran.

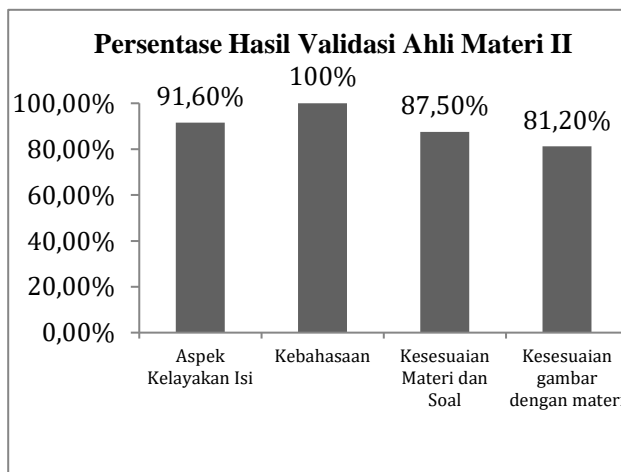
Dosen ahli materi melakukan validasi menggunakan perhitungan manual dan melalui Excel, yang hasilnya ditampilkan dalam bentuk bagan. Hasil validasi menunjukkan bahwa aspek isi materi memperoleh nilai antara 83,33% hingga 91,60%, bahasa mencapai skor sempurna 100%, kesesuaian soal dengan tingkat berpikir siswa berada pada rentang 75% hingga 87,50%, dan aspek visual memperoleh nilai antara 81,20% hingga 87,50%. Rata-rata keseluruhan mencapai 88,33%, yang termasuk dalam kategori sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa e-LKPD layak digunakan dalam pembelajaran tanpa perlu revisi.



Gambar 1. Persentase Hasil Validasi Ahli Materi I

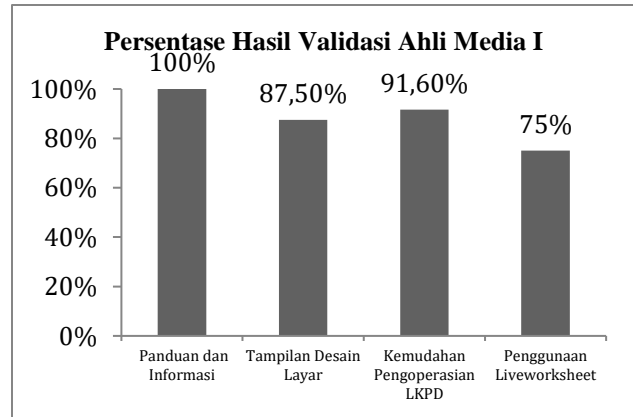
Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa validasi materi e-LKPD tergolong sangat valid dengan rata-rata keseluruhan 88,33% ini didukung oleh temuan Tarigan dan Siregar (2024) yang juga mengembangkan e-LKPD berbasis model pembelajaran berbasis

masalah. Dalam penelitian mereka, validasi materi e-LKPD memperoleh skor sebesar 91,04% dan masuk dalam kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan konsistensi bahwa pengembangan e-LKPD yang dirancang dengan memperhatikan kesesuaian materi, bahasa, tingkat kognitif soal, serta elemen visual, memang mampu memenuhi standar kelayakan isi untuk digunakan dalam pembelajaran.

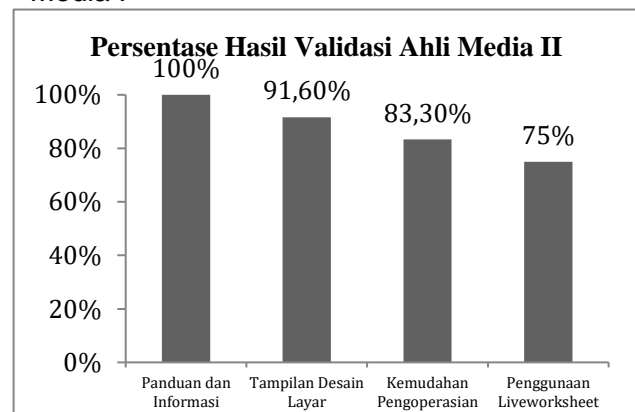


Gambar 2. Persentase Hasil Validasi Ahli Materi II

Proses validasi media dilakukan oleh validator yang sama dengan validasi materi. Hasil validasi menunjukkan bahwa aspek panduan dan informasi memperoleh nilai 100%, tampilan desain layar serta kemudahan penggunaan berkisar antara 83,30% hingga 91,60%, sedangkan penggunaan liveworksheet mendapat nilai 75%. Rata-rata keseluruhan mencapai 89,58%, menandakan bahwa media e-LKPD sangat layak digunakan.



Gambar 3. Persentase Hasil Validasi Ahli Media I

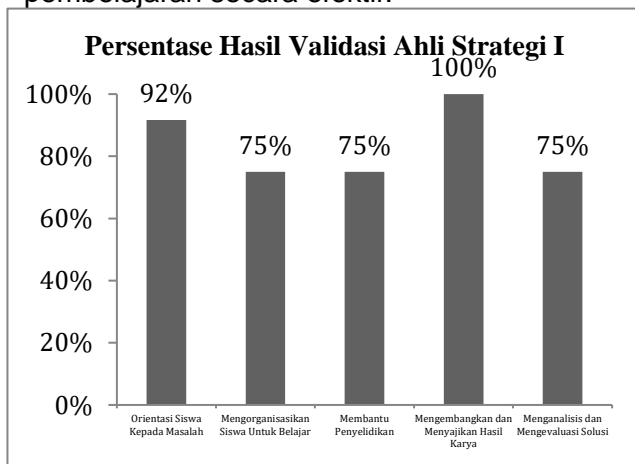


Gambar 4. Persentase Hasil Validasi Ahli Media II

Hasil validasi ini diperkuat oleh temuan Amini, Kelana, dan Mugara (2024) yang menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis model pembelajaran kooperatif tipe STAD memiliki tingkat kevalidan yang sangat tinggi berdasarkan penilaian ahli media, dengan persentase mencapai 93%. Hal ini sejalan dengan hasil validasi media dalam penelitian ini yang menunjukkan bahwa aspek kejelasan panduan, tampilan desain, kemudahan pengoperasian e-LKPD, dan penggunaan platform digital seperti liveworksheet memperoleh rata-rata nilai sebesar 89,58%,

yang menunjukkan sangat valid untuk digunakan dalam pembelajaran.

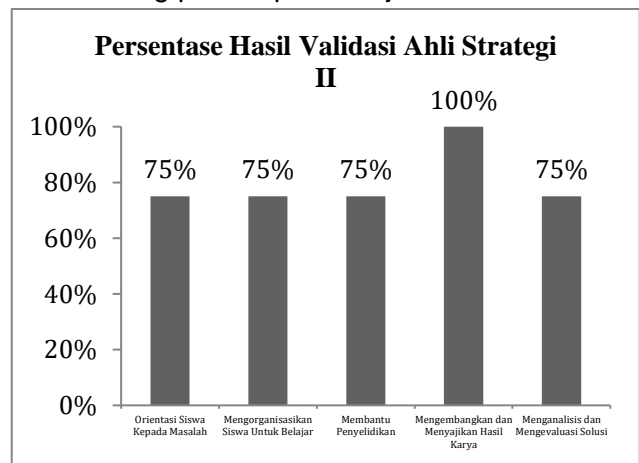
Dua validator strategi memberikan penilaian dengan hasil yang menunjukkan bahwa bantuan dalam penyelidikan dan penyajian hasil karya mendapat nilai sempurna 100%, sementara aspek lainnya memperoleh nilai antara 75% hingga 92%. Nilai rata-rata keseluruhan validasi strategi mencapai 81,67%, yang mengindikasikan bahwa strategi pembelajaran yang digunakan sangat valid dan dapat diterapkan dalam proses pembelajaran secara efektif.



Gambar 5. Persentase Hasil Validasi Ahli Strategi I

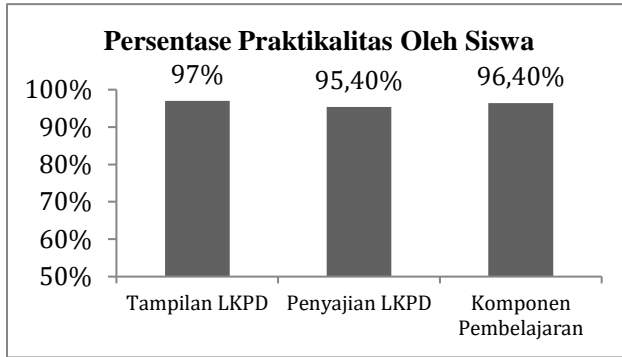
Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan dari Ayuni, Rohana, dan Hera (2025) yang menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis digital, seperti e-book berbasis Canva, dapat mencapai tingkat validitas yang tinggi, yaitu dalam rentang 80%–100%, sehingga tergolong sangat valid. Hal ini memperkuat validasi strategi pembelajaran dalam e-LKPD

berbasis *Problem Based Learning*, yang memperoleh rata-rata nilai 81,67% dan dikategorikan sangat valid. Dengan demikian, baik dari aspek konten maupun strategi pembelajaran, penggunaan media pembelajaran digital yang dirancang dengan pendekatan yang tepat terbukti efektif mendukung proses pembelajaran.

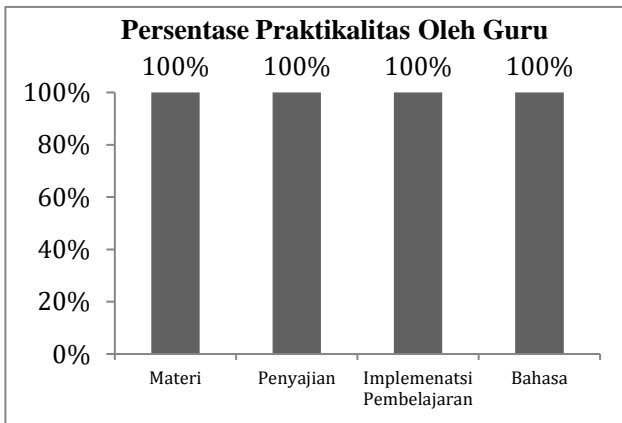


Gambar 6. Persentase Hasil Validasi Ahli Strategi II

Secara keseluruhan, e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* yang dikembangkan dinyatakan sangat valid dari aspek materi, media, maupun strategi pembelajaran. Ketiga aspek ini menunjukkan bahwa produk layak digunakan tanpa revisi signifikan dan berpotensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran pada materi Energi Alternatif di SMKS Telkom 2 Medan.



Gambar 7. Persentase praktikalitas oleh siswa



Gambar 8. Persentase praktikalitas oleh guru

Hasil penilaian dari siswa menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan memiliki tingkat keterterimaan yang sangat tinggi. Aspek tampilan memperoleh skor 97%, penyajian materi 95,40%, dan komponen pembelajaran 96,40%, dengan rata-rata keseluruhan sebesar 96,08%. Sementara itu, penilaian praktikalitas oleh guru bertujuan untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan e-LKPD dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Hasil penilaian menunjukkan bahwa seluruh aspek mendapatkan skor sempurna, yaitu 100%. Hal ini menunjukkan bahwa e-LKPD sangat mudah digunakan, menarik, serta menyajikan materi secara sistematis dan

relevan. Dengan capaian ini, e-LKPD dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran tanpa perlu revisi lebih lanjut.

Hasil penelitian ini didukung oleh temuan dari Vini, Sabil, dan Junita (2025) yang juga menunjukkan tingkat praktikalitas yang sangat tinggi pada media pembelajaran digital yang mereka kembangkan. Dalam penelitian tersebut, e-modul yang dirancang berdasarkan pendekatan *Understanding by Design* dan teori *Cognitive Load* memperoleh skor praktikalitas sebesar 88,88% dari siswa dan 86,66% dari guru, yang dikategorikan sebagai sangat praktis. Kesamaan hasil ini menguatkan bahwa perangkat pembelajaran digital yang dirancang secara sistematis dan memperhatikan aspek visual, penyajian materi, serta struktur pembelajaran, cenderung diterima dengan sangat baik oleh pengguna, baik dari sisi peserta didik maupun pendidik.

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *effect size* sebesar 3,47 pada uji coba kelompok kecil dan sebesar 2,77 pada uji coba kelompok besar. Nilai ini termasuk dalam kategori sangat tinggi karena melebihi batas $ES > 1,10$, yang menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan sangat efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada materi energi alternatif mampu

memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan pemahaman peserta didik di SMKS Telkom 2 Medan.

Tabel 4. Nilai Uji *Effect size* Kelompok Kecil.

No.	Nilai Pre-test	Nilai Post-test	<i>Effect size</i>
R1	20	90	3,47 ES > 1,10 (Sangat Tinggi)
R2	30	90	
R3	50	90	
R4	60	70	
R5	60	100	
R6	50	100	
R7	60	100	
R8	40	90	
R9	50	90	
R10	50	90	
\bar{x}	47	91	
SD Pre-test	12,69		

Tabel 5. Nilai Uji *Effect size* Kelompok Besar.

No.	Nilai Pre-test	Nilai Post-test	<i>Effect size</i>
R1	30	80	2,77 ES > 1,10 (Sangat Tinggi)
R2	50	90	
R3	20	50	
R4	20	90	
R5	40	90	
R6	40	80	
R7	60	80	
R8	40	90	

No.	Nilai Pre-test	Nilai Post-test	<i>Effect size</i>
R9	30	90	2,77 ES > 1,10 (Sangat Tinggi)
R10	50	90	
R11	60	80	
R12	60	70	
R13	60	100	
R14	50	90	
R15	50	90	
R16	60	90	
R17	60	100	
R18	70	90	
R19	20	90	
R20	20	90	
R21	40	100	
R22	50	90	
R23	50	90	
R24	30	50	
R25	50	80	
\bar{x}	44,4	85,2	
SD Pre-test	14,72		

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan yang dilaporkan oleh Mayasari, Asrizal, dan Usmeldi (2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis SETS memberikan pengaruh yang sangat tinggi terhadap hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa, dengan nilai effect size masing-masing sebesar 1,64 dan 1,11. Hal ini memperkuat temuan dalam pengembangan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada

materi energi alternatif, yang juga menunjukkan efektivitas sangat tinggi dengan nilai effect size sebesar 3,47 pada uji coba kelompok kecil dan 2,77 pada kelompok besar. Dengan demikian, efektivitas e-LKPD yang dikembangkan didukung oleh penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa pendekatan kontekstual seperti SETS maupun *Problem Based Learning* dapat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

SIMPULAN

Dari hasil pengembangan e-LKPD dan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Validasi materi memperoleh rata-rata nilai antara 88,33%, validasi media sebesar 89,58%, dan validasi strategi pembelajaran sebesar 81,67%; seluruhnya masuk dalam kriteria sangat valid dengan rata-rata keseluruhan 86,53%. Dengan demikian, produk e-LKPD interaktif dinyatakan siap digunakan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran tanpa memerlukan revisi.
2. Rata-rata skor praktikalitas e-LKPD interaktif yang diperoleh dari siswa sebesar 96,08% dan dari guru sebesar 100%, rata-rata kepraktisan yaitu 98,04% termasuk dalam kriteria sangat praktis, sehingga dinyatakan bahwa produk e-LKPD interaktif ini praktis

digunakan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran tanpa perlu revisi.

3. Nilai *effect size* yang diperoleh pada kelompok kecil sebesar 3,47 dan pada kelompok besar juga sebesar 2,77, rata-rata nilai *effect size* 3,12 masuk dalam kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hal tersebut, penerapan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada materi energi alternatif diklasifikasikan mampu memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan pemahaman peserta didik kelas X di SMKS Telkom 2 Medan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Negeri Medan (UNIMED), dosen pembimbing, kepada dosen penguji. Tak lupa, penulis juga menyampaikan apresiasi kepada dosen validator yang telah membantu dalam proses validasi instrumen penelitian sehingga dapat digunakan secara optimal. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak sekolah tempat penelitian. Ucapan terima kasih ini kepada semua pihak yang telah berkontribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. M. (2022). Penerapan Teori Belajar Behaviorisme Dalam Pembelajaran (Studi Pada Anak). *An Nisa'*, 15(1), 1–8.
- Adela Fitria Audry, Hardiansyah, H., & Amalia Rezeki. (2022). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Problem based learning Pada Materi Sistem Gerak Kelas Xi. *Jupeis :*

- Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial, 1(3), 128–139.
<https://doi.org/10.55784/jupeis.vol1.iss3.158>
- Agusdianita, N., Supriatna, I., & Yusnia, Y. (2023). Model Pembelajaran Problem Based-Learning (Pbl) Berbasis Etnomatematika Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *Social, Humanities, And Educational Studies (Shes): Conference Series*, 6(3), 145–154.
<https://doi.org/10.20961/shes.v6i3.82317>
- Amini, F., Kelana, J. B., & Mugara, R. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Materi Interaksi Sosial Berbasis Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD. *Jurnal Profesi Pendidikan*, 3(1), 38-52.
- Angraini, D. & Apfani, S. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Live Worksheets pada Pembelajaran Tematik Terpadu Kelas V Sekolah Dasar. *Research & Learning in Education*, 5(2), 68- 76.
- Anisa, M. K. (2022). Pengembangan Lkpd Berbantuan Liveworksheet Berbasis Problem based learning Pada Materi Cahaya. *Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*.
- Aprilia Rahmawati, F., & Putri Purwaningrum, J. (2022). Penerapan Teori Vygotsky Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika*, 4(1), 1–4.
- Arends, R. I. (2012). *Learning To Teach*. New York: Mcgraw-Hill.
- Arifin, Z. (2016). *Evaluasi Pembelajaran (Prinsip, Teknik dan Prosedur)*. Jakarta: Rosda Karya.
- Ayuni, Y., Rohana, R., & Hera, T. (2025). Pengembangan E-Book Interaktif Berbasis Canva Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Untuk Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Perseda: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(1), 64-76.
- Daryanto, D. A., & Purwanto, D. (2014). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran: (Silabus, Rpp, Rhb, Bahan Ajar)*. Yogyakarta: Gava Media.E.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. In Depdiknas Jakarta. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Dwi, I. M., Arif, H., & Sentot, K. (2013). Pengaruh Strategi Problem based learning Berbasis Ict Terhadap Pemahaman Konsep Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9(1), 8–17.
<https://doi.org/10.15294/jpfi.v9i1.2575>
- Firtsanianta, H., & Khofifah, I. (2022). Efektivitas E-Lkpd Berbantuan Liveworksheet Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Conference Of Elementary Studies*, 140–149.
- Fitriani, N., Hidayat, S., & Sholih, S. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik Berbasis Literasi Sains Pada Materi Tekanan Zat Dan Penerapannya. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 12(1), 112–130.
<https://doi.org/10.32832/tek.pend.v12i1.7581>
- Haezer, C. E., Rusmawati, R. D., & Harwanto. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis E-Lkpd Interaktif Menggunakan Software Liveworksheets Pada Materi Matriks Di Kelas Xi Sman 1 Purwosari. *Open Journal Systems*, 18(5), 1237–1248.
- Hazlita, S. (2021). Implementasi Pembelajaran Dalam Jaringan Dengan Menggunakan Instagram Dan Liveworksheets Pada Masa Pandemi. *Jira: Jurnal Inovasi Dan Riset Akademik*, 2(7), 1142–1150.
<https://doi.org/10.47387/jira.v2i7.195>
- Herianto, H., & Lestari, D. P. (2021).

- Implementasi Teori Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Ipa Melalui Pemanfaatan Bahan Ajar Elektronik. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*, 9(1), 49–57. <https://doi.org/10.21831/jppfa.v9i1.38024>
- Hermansyah. (2020). Problem based learning In Indonesian Learning. *Social, Humanities, And Educations Studies (Shes): Conference Series*, 3(3), 2257–2262.
- Kusmiati, E., Kusnadi, D., & Latipah, L. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Problem based learning Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Ipa Dalam Memahami Konsep Hubungan Antara Struktur Organ Tubuh Manusia Dengan Fungsi Dan Pemeliharaannya. *Jurnal Tahsinia*, 1(1), 49–62. <https://doi.org/10.57171/jt.v1i1.36>
- Mairani, U., Enawaty, E., Sartika, R. P., Muharini, R., & Rasmawan, R. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-Lkpd) Berbasis Problem based learning (Pbl) Pada Materi Hidrokarbon. *Jupeis: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 10(3), 117–121. <https://doi.org/10.57218/jupeis.vol1.iss4.281>
- Margaretha, Y., Almaida, P., Nurholipah, S., Oktaviani, I., & Saefullah, A. (2022). Pengembangan Lkpd Interaktif Pada Materi Tekanan Hidrostatik Menggunakan Media Liveworksheet. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(1), 17. <https://doi.org/10.31851/luminous.v3i1.6713>
- Marhadi, Syamsu Nisa Lestari, D. (2023). Analisi Jenis-Jenis Bahan Ajar Dalam Proses Pembelajaran. *Amanah Ilmu*, 3(2), 63–75.
- Mayasari, A., Asrizal, A., & Usmeldi, U. (2023). Effect size pengaruh pembelajaran berbasis sets terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 67-76.
- Mista, W., Aima, Z., Fitri, D. Y. (2024). Validitas E-LKPD Berbasis Problem based learning (PBL) pada Materi Eksponen. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(3), 2373-2385.
- Meilasari, S., Damris M, D. M., & Yelianti, U. (2020). Kajian Model Pembelajaran Problem based learning (Pbl) Dalam Pembelajaran Di Sekolah. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 3(2), 195–207. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v3i2.1849>
- Mukhlisih, H., & Hadiarti, D. (2024). Optimalisasi Penerapan Kurikulum Merdeka Di Sma It Al Mumtaz Pontianak Melalui Workshop Model Pembelajaran Cms, Pbl Dan Pjbl. 21, 24–32.
- Nurafriani, R. R., & Mulyawati, Y. (2023). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Liveworksheet Pada Tema 1 Subtema 1 Pembelajaran 3. 09, 404–414.
- Oktaviani, Reyhan Hikmatul. (2024). Pengembangan Materi Ajar Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Logis Siswa Pada Pelajaran IPA Di MI Ma'arif Gandu. Undergraduate (S1) thesis, IAIN Ponorogo.
- Pattitria, P., Nasution, N., & Sylvia, I. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem based learning Pada Pembelajaran Sosiologi Sma Untuk Meningkatkan Keterampilan Peserta Didik Dalam Memecahkan Masalah. 3(3), 221–236.
- Prastowo, A. (2018). *Sumber Belajar & Pusat Sumber Belajar Teori Dan Aplikasinya Di Sekolah/Madrasah*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Purba, R., M., T., & Jamaludin, U. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Liveworksheets Interaktif Dalam

- Meningkatkan Hasil Belajar Ips. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 07(02), 336–348.
- Purnomo, A., Maria Kanustamha, F., Guntur, M., Siregar, R. A., & Ritonga, S. (2022). *Pengantar Model Pembelajaran*. Yayasan Hamjah Diha.
- Septatiningtyas, N. (2021). *Pembelajaran Sains (A. P. Exacta, Ed.)*. Jawa Tengah: Penerbit Lakeisha.
- Sholehah, F. (2021). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Konstektual Menggunakan Liveworksheets Pada Materi Aritmatika Sosial Kelas Vii Smp Ahmad Dahlan Kota Jambi. *Uin Sulthan Saifuddin Jambi*.
- Sirajuddin, N. T., & Wahditiya, A. A. (2024). Pelatihan Pemanfaatan Aplikasi Canva Bagi Guru Smp 4 Bantimurung Kabupaten Maros. *Jurnal Pustaka Mitra (Pusat Akses Kajian Mengabdikan Terhadap Masyarakat)*, 4(2), 44–54. <https://doi.org/10.55382/jurnalpustaka.mitra.V4i2.699>
- Sofyan, H., Wagiran, Komariah, K., & Triwiyono, E. (2017). *Problem based learning Dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Uny Press.
- Suadra, I. M. (2023). Upaya Meningkatkan Aktivitas Dan Prestasi Belajar Matematika Melalui Penerapan Model Pembelajaran Konstruktivisme Dengan Pendekatan Pemecahan Masalah Pada Siswa Kelas Iv Sd Negeri 1 Apuan Tahun Pelajaran 2022/2023. *Wacana: Majalah Ilmiah Tentang Bahasa, Sastra Dan Pembelajarannya*, 23(2), 1–11. <https://doi.org/10.46444/wacanasaraswati.V23i2.643>
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Syamsidah, & Suryani, H. (2018). *Buku Model Peoblem Based Learning (Pbl)*. Deepublish.
- Tarigan, Y. A. U., & Siregar, B. H. (2024). Pengembangan LKPD elektronik dengan model pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan literasi numerasi MTsN 1 Medan. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 211-226.
- Trianto. (2011). *Model Pembelajaran Terpadu, Konsep, Strategi Dan Implementasinya Dalam Ktsp*. Bumi Aksara.
- Ulfah, & Arifudin, O. (2021). Pengaruh Aspek Kognitif, Afektif, Dan Psikomotor Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Al-Amar (Jaa)*, 2(1), 1–9.
- Vini, V., Sabil, H., & Junita, R. (2025). Pengembangan e-Modul Berbasis Understanding by Design Berdasarkan Cognitive Load Theory untuk Meningkatkan Kemampuan Kreativitas Matematis. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(1), 368-382.
- Wati, D. A., Hakim, L., & Lia, L. (2021). Pengembangan E-Lkpd Interaktif Hukum Newton Berbasis Mobile Learning Menggunakan Live Worksheets Di Sma. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 72–80. <https://doi.org/10.24114/jpf.V10i2.26567>
- Wirada, Y., Ulumudin, I., Widiputera, F., Listiawat, N., & Fujianita, S. (2020). Faktor-Faktor Determinan Hasil Belajar Siswa. In *Pusat Penelitian Kebijakan*. Jakarta: Pusat Penelitian Kebijakan, Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan.
- Yulianti, E., & Gunawan, I. (2019). Model Pembelajaran Problem based learning (Pbl): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep Dan Berpikir Kritis. *Indonesian Journal Of Science And Mathematics Education*, 47(3), 301–307.

<https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.V47i3p301-307>