



Pengembangan LKPD Berbasis STEM dengan Pendekatan Problem Based Learning terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran IPA



Budiyatno^{*}, Nyoto Suseno, Arif Rahman Aththibby

Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Pendidikan IPA, Universitas Muhammadiyah Metro

*Email: budiyatno83@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.8.3.470-479>

ABSTRACT

This research aimed to develop Student Worksheets based on STEM using a Problem-Based Learning (PBL) approach to enhance students' science process skills and critical thinking abilities in science learning at junior high school SMP Abadi Perkasa. The development model used is ADDIE, which includes five stages: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. Product validation was conducted by experts in language, content, and media, demonstrating good reliability with a Cronbach's Alpha value of ≥ 0.7 . The implementation of the Student Worksheets was carried out with Grade IX students at SMP Abadi Perkasa, and the trials showed a significant improvement in students' skills. The N-gain analysis results reached an average of 0.56, categorized as "moderate," indicating an improvement in students' science process skills and critical thinking abilities. Student response questionnaire data indicated the effectiveness of the Student Worksheets, with an average score of 3.56 and an effectiveness percentage of 89.1%, falling into the "effective" category. The findings of this study suggest that the application of STEM-based Student Worksheets with a PBL approach positively impacts science learning, particularly in the topic of dynamic electricity, by enhancing students' science process skills and critical thinking abilities through a more contextual and interactive learning approach.

Keywords: Student Worksheets; STEM; PBL; Science Process Skills; Critical Thinking Skills.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM dengan pendekatan Problem Based Learning (PBL) terhadap keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPA di SMP Abadi Perkasa. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE, yang mencakup lima tahap: Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Validasi produk dilakukan oleh ahli bahasa, materi, dan media, menunjukkan reliabilitas yang baik dengan nilai Cronbach's Alpha $\geq 0,7$. Implementasi LKPD dilakukan pada siswa kelas IX di SMP Abadi Perkasa, dengan uji coba menunjukkan peningkatan keterampilan siswa yang signifikan. Hasil analisis N-gain mencapai rata-rata 0,56, yang dikategorikan sebagai "sedang," yang menunjukkan adanya peningkatan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa. Data angket respon siswa menunjukkan efektivitas LKPD, dengan skor rata-rata 3,56 dan persentase efektivitas sebesar 89,1%, yang masuk dalam kategori "efektif." Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan LKPD berbasis STEM dengan pendekatan PBL memberikan dampak positif pada pembelajaran IPA, terutama dalam materi listrik dinamis, dengan memperkuat keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa melalui pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual dan interaktif.

Kata kunci: LKPD; STEM; PBL; Keterampilan Proses Sains; Kemampuan Berpikir Kritis.

PENDAHULUAN

Perkembangan IPTEK dan pasar global menuntut SDM berkualitas yang hanya dapat

dicapai melalui pendidikan yang baik. Pendidikan penting untuk menciptakan SDM yang berkualitas, karena tanpa pendidikan,

negara sulit berkembang. Pendidikan harus menghasilkan SDM berdaya saing sesuai standar nasional dan internasional, dengan akhlak baik dan tidak hanya berbekal ilmu kognitif. Pendidikan diharapkan dapat mempersiapkan generasi muda untuk menghadapi tantangan global di masa depan.

Pendidikan berperan penting dalam pembangunan ekonomi, membekali siswa dengan keterampilan dan kreativitas untuk bersaing di pasar kerja global dan mendukung pembangunan ekonomi nasional (Sutrisno, 2023). Pemerintah menempuh berbagai cara untuk meningkatkan pendidikan melalui perubahan kurikulum yang bertujuan menghasilkan lulusan berpengetahuan teoritis dan keterampilan praktis sesuai kebutuhan dunia kerja.

Pendidikan tingkat SMP memegang peran penting dalam membentuk landasan kemampuan intelektual dan keterampilan generasi muda. Pembelajaran IPA di tingkat SMP bertujuan mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa, termasuk merumuskan hipotesis yang merangsang kemampuan berpikir. Kemampuan berpikir tersebut tidak dapat dikembangkan tanpa eksperimen dalam pendidikan sains. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menantang dunia pendidikan untuk menghasilkan sumber daya manusia berkualitas yang mampu berkompetisi, yang hanya bisa dicapai melalui pendidikan berkualitas (Hastuti, 2013).

Berpikir kritis memberikan jawaban dan argumen logis berdasarkan keilmuan, yang penting untuk menghadapi perubahan zaman yang cepat dan penuh tantangan. Kemampuan berpikir kritis juga membantu seseorang mencapai kematangan intelektual. Oleh karena itu, meningkatkan mutu pendidikan melalui reformasi yang menggeser pembelajaran dari keterampilan berpikir tingkat rendah ke kemampuan berpikir kritis dan kreatif adalah salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menunjang sumber daya manusia unggul di era global (Redhana, 2010).

STEM merupakan pembelajaran yang menggabungkan berbagai disiplin ilmu sehingga pendekatan ini mampu menyelesaikan masalah fenomena ilmiah dalam berbagai aspek

kehidupan (Putra dan Sulaeman, 2021). Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran penting dalam membentuk keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa, seiring dengan evolusi dunia yang semakin terkait erat dengan STEM. Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, pendekatan yang inovatif dan kontekstual menjadi semakin penting. Salah satu pendekatan yang populer adalah pendekatan STEM yang mengintegrasikan IPA dengan teknologi, engineering (rekayasa), dan matematika.

Pembelajaran berbasis STEM dengan PBL dapat mengidentifikasi dan dapat menyelidiki masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari dalam konteks yang nyata (Margot dan Kettler, 2019). STEM dengan PBL adalah model pembelajaran yang menerapkan sains, teknologi, engineering dan matematika dalam situasi masalah yang berkaitan dengan kehidupan untuk mendapatkan pengalaman baru dengan menghubungkan permasalahan di sekitar yang berkaitan erat dengan sains (Widowati et al., 2021). Pembelajaran berbasis STEM dengan PBL telah menjadi fokus utama dalam mendesain pembelajaran menekankan pemecahan masalah dalam konteks dunia nyata yang menghadirkan tantangan autentik untuk mendorong keterampilan proses sains dan mengembangkan pemikiran kritis siswa sehingga penelitian ini akan mengembangkan LKPD berbasis STEM dengan PBL terhadap keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPA.

Pendidikan STEM merupakan metode yang menggabungkan teknik dan teknologi untuk meningkatkan pembelajaran dalam matematika dan sains (Williams, 2011). Ini mencakup integrasi pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu, yang dibentuk melalui pengalaman siswa dan guru, dengan melibatkan setidaknya satu bidang STEM (Corlu et al., 2014). Pendidikan IPA di SMP berperan penting dalam mengembangkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa, meskipun ada tantangan dalam penerapan pembelajaran yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. STEM menawarkan solusi inovatif

dalam metode pembelajaran dengan pendekatan kolaboratif dan integratif (Herschbach, 2011).

Kondisi di lapangan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis masih dalam kategori rendah bukan hanya mencerminkan kemampuan individu siswa, tetapi juga mencerminkan kualitas sistem pendidikan dan proses pembelajaran di SMP Abadi Perkasa secara keseluruhan. Solusi yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran IPA adalah berbasis STEM model PBL diharapkan dapat terjadi perbaikan secara sistematis dan berkelanjutan dalam mencapai prestasi yang lebih baik dalam bidang IPA di SMP Abadi Perkasa.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru di SMP Abadi Perkasa, sarana dan prasarana sekolah sudah dilengkapi dengan laboratorium IPA yang peralatannya tidak layak untuk digunakan sehingga keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa masih rendah. Kurikulum yang diterapkan di SMP Abadi Perkasa adalah Kurikulum Merdeka pada kelas VII dan VIII dan Kurikulum 2013 pada kelas IX. Penerapan kurikulum yang belum maksimal disebabkan sebagian guru masih menggunakan metode konvensional (*teacher center*), yang membuat siswa cenderung pasif dan kurang memperoleh keterampilan belajar yang baik. Pada pembelajaran IPA belum pernah menerapkan LKPD berbasis STEM dengan PBL, sehingga pembelajaran belum mengaitkan materi IPA dengan STEM yang relevan dengan permasalahan kehidupan sehari-hari.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah penelitian dan pengembangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *research and development (R and D)*. Model pengembangan ini digunakan adalah ADDIE yang diadaptasi oleh Branch (2009). Model ADDIE terdiri dari lima tahapan yaitu Analisis (*analyze*), Desain (*design*), Pengembangan (*development*), Implementasi (*implementation*), dan mengevaluasi (*evaluation*). Model ADDIE dirancang secara terstruktur dengan urutan kegiatan yang sistematis untuk menyelesaikan

masalah belajar yang berhubungan dengan sumber belajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui lembar angket untuk validasi, serta soal pretest dan posttest dan angket respon siswa untuk mengukur kelayakan, kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan LKPD berbasis STEM dengan pendekatan PBL. Data yang dipakai dalam penelitian menggunakan data kualitatif dan kuantitatif. Data tersebut berupa masukan dan tanggapan yang diberi oleh ahli data tersebut termasuk pada data kualitatif juga data yang bersifat penilaian berupa angka yang diberi oleh ahli. Data tersebut dianalisis Uji Alpha Cronbach. Uji tersebut digunakan untuk mengukur konsistensi internal atau reliabilitas instrumen yang terdiri dari beberapa item atau pertanyaan. Alpha Cronbach memberikan gambaran sejauh mana item-item dalam suatu tes atau kuesioner saling berhubungan secara konsisten (Sugiyono, 2017).

$$\alpha_u = \left(\frac{k}{k - 1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_1^2} \right)$$

Dimana:

- α_u = Koefisien reliabilitas (Alpha Cronbach)
- k = Jumlah item (pertanyaan)
- $\sum S_i^2$ = Jumlah variansi skor butir yang valid
- S_1^2 = Variansi total skor butir

Koefisien Alpha Cronbach memberikan nilai antara 0 dan 1. Semakin mendekati 1, semakin reliabel instrumen tersebut.

Berikut adalah kriteria penginterpretasian nilai Alpha Cronbach pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria penginterpretasian nilai Alpha Cronbach.

Nilai	Deskripsi
$\alpha \geq 0.9$	Sangat baik
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	Baik
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	Cukup baik
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	Kurang baik
$\alpha < 0.6$:	Tidak dapat diterima

Analisis menggunakan SPSS untuk menghitung nilai Alpha Cronbach perhitungan dalam analisis reliabilitas instrumen (Sugiyono, 2017).

Perhitungan keefektifan sebelum dan sesudah penerapan LKPD berbasis STEM dengan pendekatan PBL terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis dilakukan dengan menggunakan rumus N-gain (Arikunto, 2013) berikut:

$$N - gain = \frac{\text{Nilai posttest} - \text{Nilai pretest}}{\text{Skor maksimal} - \text{Nilai pretest}}$$

Nilai N-gain menginterpretasikan efektivitas bahan ajar berbasis LKPD berdasarkan kriteria berikut:

Tabel 2. Kriteria Intepretasi N-gain.

Rata-rata Gain	Kriteria Interpretasi
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

Hasil nilai N-gain kemudian akan disesuaikan dan dicocokkan dengan kategori tafsiran efektifitas N-gain seperti pada Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Kategori Tafsiran Efektivitas N-gain.

Persentase	Kriteria Interpretasi
> 76	Efektif
56-75	Cukup Efektif
40-55	Kurang Efektif
< 40	Tidak Efektif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis (*Analyze*)

Pada tahap ini peneliti melakukan observasi untuk menganalisis kondisi awal dan masalah yang ada di lapangan serta mencari solusi yang mungkin yang gunanya untuk mengatasi masalah tersebut. Data dari studi awal dikumpulkan menggunakan lembar observasi di SMP Abadi Perkasa.

Dari analisis kebutuhan ditemukan bahwa materi Listrik Dinamis di sekolah umumnya hanya diajarkan dengan metode konvensional, sehingga keterampilan proses sains siswa dan kemampuan berpikir kritis tidak terlihat. Oleh karena itu, peneliti mengembangkan LKPD berbasis STEM dengan pendekatan PBL untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis.

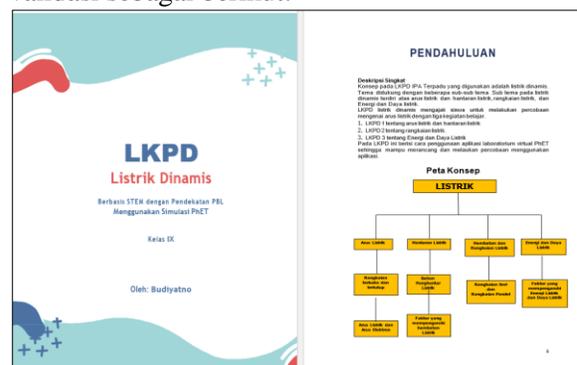
Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap perancangan LKPD berbasis STEM pendekatan PBL untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains. LKPD ini akan mencakup panduan penggunaan LKPD dengan menggunakan aplikasi simulasi PhET pada materi Listrik Dinamis.

Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan adalah proses merealisasikan desain produk. Tujuannya adalah produk yang dikembangkan siap digunakan dalam pembelajaran. Hal ini memungkinkan diperoleh masukan untuk perbaikan produk sebelum diujicobakan (Lumbantobing et al., 2019). Produk yang dihasilkan berupa LKPD berbasis STEM dengan pendekatan PBL diuji kelayakan terlebih dahulu. Validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan media yang dikembangkan dan diimplementasikan dalam pembelajaran. Validasi dalam penelitian ini mencakup validasi ahli bahasa, ahli media dan ahli materi yang memenuhi kriteria yang merupakan dosen atau guru yang minimal berpendidikan S2 dan berpengalaman mengajar lebih dari 1 tahun.

Hasil pengembangan produk yang telah di validasi sebagai berikut:



Halaman Sampul

Pendahuluan

Panduan Kegiatan

PHET (PhyET: Physics Education Technology) adalah produk dari Colorado State University yang menyediakan simulasi interaktif untuk pengajaran dan pembelajaran sains. Simulasi PHET dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemrosesan informasi dengan cara yang menarik dan inovatif.

PHET memiliki fitur yang menarik, termasuk: simulasi berbasis animasi, simulasi berbasis audio, dan simulasi berbasis video. PHET juga memiliki fitur yang menarik, termasuk: simulasi berbasis animasi, simulasi berbasis audio, dan simulasi berbasis video.

PHET memiliki fitur yang menarik, termasuk: simulasi berbasis animasi, simulasi berbasis audio, dan simulasi berbasis video.

PHET memiliki fitur yang menarik, termasuk: simulasi berbasis animasi, simulasi berbasis audio, dan simulasi berbasis video.

Panduan Kegiatan

KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

Kompetensi Dasar 3.5
Memahami konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, sumber energi baik dalam kehidupan sehari-hari termasuk sumber energi baik alternatif, serta berbagai upaya menghemat energi listrik.

Indikator Pembelajaran
1. Menjelaskan konsep rangkaian listrik tertutup dan terbuka dalam kehidupan sehari-hari serta memahami simulasi PHET.
2. Mengidentifikasi bahan pengantar listrik dalam kehidupan sehari-hari serta berbagai upaya menghemat energi listrik.

Kompetensi Dasar 4.5
Menyebutkan hasil percobaan dan pengamatan berbagai rangkaian listrik.

Indikator Pembelajaran
1. Menyebutkan hasil percobaan dan pengamatan berbagai rangkaian listrik tertutup dan terbuka melalui simulasi PHET.
2. Menyebutkan hasil percobaan dan pengamatan berbagai rangkaian listrik tertutup dan terbuka melalui simulasi PHET.
3. Menyebutkan hasil percobaan dan pengamatan berbagai rangkaian listrik tertutup dan terbuka melalui simulasi PHET.

Kompetensi Dasar dan Indikator

LKPD 1 Arus Listrik dan Hantaran Listrik

Kegiatan 1
Tugas:
1. Menemukan 2 perbedaan rangkaian listrik tertutup dan terbuka menggunakan simulasi PHET.
2. Mengidentifikasi rangkaian listrik tertutup dan terbuka dalam kehidupan sehari-hari.
3. Mengukur besaran kuat arus pada rangkaian listrik tertutup dan terbuka.
4. Menghitung besaran kuat arus pada rangkaian listrik tertutup dan terbuka.

Materi Pembelajaran
1. Apa itu arus listrik?
2. Bagaimana cara mengukur arus listrik?

Tahap 1: Orientasi pada Masalah
Di dalam hall BIA sedang ada pameran teknologi. Tiga buah lampu berjenis pijar, dua tertutup dan satu terbuka. Ia mencoba mengidentifikasi bahan pengantar listrik dalam kehidupan sehari-hari. Ia menemukan hal yang menarik. Ia menemukan hal yang menarik. Ia menemukan hal yang menarik.

LKPD 1 Kegiatan 1

Arus Listrik

Tahap 1: Analisis Data dan Evaluasi

No.	Kategori	Kondisi Lampu 1	Kondisi Arus Listrik
1.	On	Menyalakan semua	Menghasilkan energi
2.	Off	Mencabut semua	Menghasilkan energi

Kesimpulan

Kegiatan 2
Tugas:
1. Menentukan bahan konduktor, isolator dan semikonduktor berdasarkan kemampuan menghantarkan arus listrik.
2. Menemukan perbedaan pengaliran besar hambatan pada kawat penghantar dan bahan isolasi menggunakan simulasi PHET.
3. Mengukur besaran hambatan pada kawat penghantar menggunakan simulasi PHET.
4. Menentukan grafik hubungan antara besar hambatan pada kawat penghantar dengan panjang penghantar sesuai dengan data yang diperoleh.
5. Menentukan faktor yang memengaruhi besar hambatan pada kawat penghantar sesuai dengan data percobaan.

Materi Pembelajaran
1. Bahan penghantar listrik.
2. Besar hambatan listrik pada kawat.

Tahap 1: Orientasi pada Masalah
Desa Gedung Moring adalah desa yang sedang berkembang dengan desa cakra yang sangat menarik. Desa Gedung Moring adalah desa yang sedang berkembang dengan desa cakra yang sangat menarik. Desa Gedung Moring adalah desa yang sedang berkembang dengan desa cakra yang sangat menarik.

LKPD 1 Kegiatan 2

Tahap 3: Organisasi Belajar (Science)
1. Buatlah simulasi PHET pada laptop yang telah disediakan dan buatlah tabel berikut: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/collections/phet-physics>

Tampilan seperti gambar dibawah ini. Buatlah sebuah rangkaian listrik yang dapat memutar lampu yang terhubung dengan baterai.

Komponen yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tahap 3: Organisasi Belajar (Science)
1. Rangkailah komponen-komponen baterai dan lampu pada aplikasi PHET sehingga dapat memutar lampu!

Tampilkan tabel, yang diisi, jumlah kawat, panjang, dan penampang pada rangkaian tersebut!

LKPD 2 RANGKAIAN LISTRIK DAN HUKUM OHM

Kegiatan 1
Tugas:
1. Menentukan parameter rangkaian seri dan paralel.
2. Menentukan besaran rangkaian seri dan paralel berdasarkan data yang diperoleh.

Materi Pembelajaran
Komponen Rangkaian seri dan paralel

Tahap 1: Orientasi pada Masalah
Ada dua lampu di rumahmu yang ingin dinyalakan dengan menggunakan satu sumber tenaga yang sama. Bagaimana caranya? Apakah bisa dengan menggunakan satu sumber tenaga yang sama? Bagaimana caranya? Apakah bisa dengan menggunakan satu sumber tenaga yang sama?

Tahap 3: Organisasi Belajar (Science)
1. Hitunglah konstanta yang terhubung dengan nilai pada simulasi PHET maka buatlah tabel berikut: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/collections/phet-physics>

LKPD 2 Kegiatan 1

Kegiatan 2
Materi:
Hukum Ohm
Organisasi Belajar (Science)

Tahap 4: Pengembangan dan Presentasi Produk (Engineering)
1. Buatlah rangkaian listrik yang dapat memutar lampu!

Tampilan seperti gambar dibawah ini.

Komponen yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tahap 3: Organisasi Belajar (Science)
1. Gambarkan kawat menggunakan 1 buah baterai dan 2 buah lampu yang terhubung pada simulasi PHET. Buatlah rangkaian listrik dengan besaran yang berbeda sehingga didapatkan tempo yang berbeda (rangkaiannya nomor 1) selanjutnya gambarkan semua rangkaian dibawah ini.

Tahap 4: Pengembangan dan Presentasi Produk (Engineering)
1. Buatlah sebuah tabel yang menunjukkan hubungan antara panjang kawat dengan hambatan pada kawat nomor 1 dan nomor dua pada nomor 1.

Kegiatan 2
Materi:
Hukum Ohm
Organisasi Belajar (Science)

Tahap 4: Pengembangan dan Presentasi Produk (Engineering)
1. Buatlah rangkaian listrik yang dapat memutar lampu!

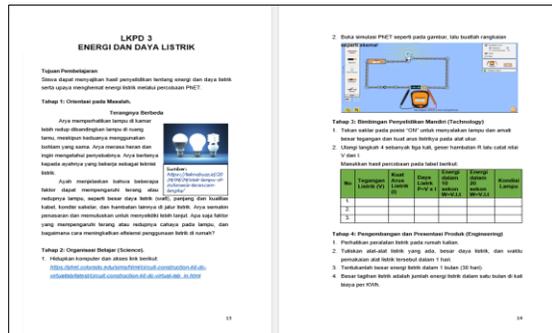
Tampilan seperti gambar dibawah ini.

Komponen yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

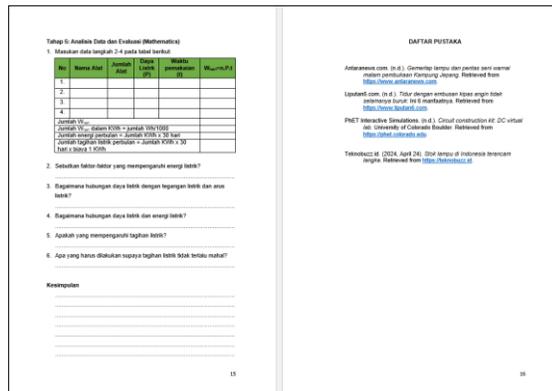
Tahap 3: Organisasi Belajar (Science)
1. Gambarkan kawat menggunakan 1 buah baterai dan 2 buah lampu yang terhubung pada simulasi PHET. Buatlah rangkaian listrik dengan besaran yang berbeda sehingga didapatkan tempo yang berbeda (rangkaiannya nomor 1) selanjutnya gambarkan semua rangkaian dibawah ini.

Tahap 4: Pengembangan dan Presentasi Produk (Engineering)
1. Buatlah sebuah tabel yang menunjukkan hubungan antara panjang kawat dengan hambatan pada kawat nomor 1 dan nomor dua pada nomor 1.

LKPD 2 Kegiatan 2



LKPD 3



Daftar Pustaka

Gambar 1. LKPD berbasis STEM dengan Pendekatan PBL materi Listrik Dinamis.

Data Kualitatif Hasil Validasi Ahli Bahasa

Umpan balik berupa saran dan komentar dari validator ahli bahasa terhadap produk LKPD yang dikembangkan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Komentar dan Saran Ahli Bahasa

Validasi	Komentar dan Saran Secara Umum
Validasi Ahli Bahasa 1	Konsistensi pemilihan redaksi/instruksi dalam LKPD sudah baik, hanya perlu diperbaiki konsistensi dari kesesuaian (silakan cek pada catatan LKPD).
Validasi Ahli Bahasa 2	Sedikit tata tulis. Konsistensi penulisan. Pemaparan materi yang minim.
Validasi Ahli Bahasa 3	Ada bagian yang perlu diperbaiki untuk penyempurnaan dalam LKPD sebelum penelitian.

Data Kualitatif Hasil Validasi Ahli Materi

Umpan balik dari ahli materi disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 5. Komentar dan Saran Ahli Materi

Validasi	Komentar dan Saran Secara Umum
Validasi Ahli Materi 1	Peta konsep perlu ditambahkan kata/keterangan sebagai penjelasan garis konsepnya.
Validasi Ahli Materi 2	Karena virtual alat dan bahan sudah terintegasi menjadi 1 kesatuan aplikasi. Karena LKPD maka uraian materi memang minim sehingga ungkapan pernyataan perlu menyesuaikan.
Validasi Ahli Materi 3	Perlu ditambahkan keterangan pada alat dan bahan yang digunakan menggunakan nama bahasa Indonesia.

Data Kualitatif Hasil Validasi Ahli Media

Berikut hasil komentar dan saran ahli media terhadap desain dan tampilan LKPD:

Tabel 6. Komentar dan Saran Ahli Media

Validasi	Komentar dan Saran Secara Umum
Validasi Ahli Media 1	Perlu beberapa revisi dan tambahan untuk melengkapi komponen dari LKPD diantaranya menambahkan halaman, daftar isi, petunjuk penggunaan LKPD, margin, dll. Yang secara rinci dapat dilihat pada catatan LKPD.
Validasi Ahli Media 2	Pastikan prasarana/sarana pendukung optimal. Pastikan fasilitas, pendukung lainnya tersedia dengan memadai.
Validasi Ahli Media 3	Pemilihan untuk tema LKPD sebaiknya diganti dengan yang lebih cerah setiap kegiatan di halaman berikutnya.

Data Kuantitatif

Hasil validasi kuantitatif dari ahli bahasa, materi, dan media diukur menggunakan skala Likert, selanjutnya hasil validasi ahli dianalisis menggunakan inter-rater agreement uji validitas ICC untuk mengetahui kelayakan dari produk LKPD yang dikembangkan. Hasil validasi ahli

menjadikan LKPD siap digunakan dan efektif dalam pembelajaran. dengan hasil analisis nilai rata-rata untuk setiap aspek kelayakan LKPD yang dirangkum pada dibawah ini.

Data kuantitatif penelitian hasil validasi LKPD oleh ahli bahasa

Adapun hasil validasi tersaji pada data berikut ini;

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.847	3

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between People		18.600	19	.979		
Within People	Between Items	3.633	2	1.817	12.111	.000
	Residual	5.700	38	.150		
	Total	9.333	40	.233		
Total		27.933	59	.473		
Grand Mean = 4.03						

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.648 ^a	.412	.826	6.526	19	38	.000
Average Measures	.847 ^c	.677	.935	6.526	19	38	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- b. Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.
- c. This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

Instrumen memiliki reliabilitas yang sangat baik dengan Cronbach's Alpha = 0.843, menunjukkan konsistensi internal yang tinggi. Nilai ICC Average Measures = 0.843 menunjukkan reliabilitas yang sangat baik ketika menggunakan rata-rata pengukuran, sementara ICC Single Measures = 0.641 mengindikasikan konsistensi sedang hingga tinggi untuk pengukuran individu. Perbedaan antar item signifikan (p = 0.000), menunjukkan bahwa item-item tersebut mengukur aspek yang berbeda dari variabel yang diukur dengan baik.

Data kuantitatif penelitian hasil validasi

LKPD oleh ahli Materi.

Hasil validasi tersaji pada data berikut ini;

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.843	3

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between People		10.267	19	.540		
Within People	Between Items	18.100	2	9.050	106.36	.000
	Residual	3.233	38	.085		
	Total	21.333	40	.533		
Total		31.600	59	.536		
Grand Mean = 4.20						

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.641 ^a	.402	.822	6.351	19	38	.000
Average Measures	.843 ^c	.668	.933	6.351	19	38	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- b. Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.
- c. This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

Instrumen memiliki reliabilitas yang cukup baik dengan Cronbach's Alpha = 0.708, menunjukkan konsistensi internal yang memadai. Nilai ICC Average Measures = 0.708 mengindikasikan reliabilitas yang baik ketika menggunakan rata-rata pengukuran, sementara ICC Single Measures = 0.447 menunjukkan konsistensi rendah hingga sedang untuk pengukuran individu. Tidak ada perbedaan signifikan antar item (p = 0.387), sehingga item-item dalam instrumen ini cenderung mengukur aspek yang sama secara konsisten.

Data kuantitatif penelitian hasil validasi LKPD oleh ahli Media

Hasil validasi tersaji pada data berikut ini;

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.708	3

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
--	----------------	----	-------------	---	-----

Between People		7.200	9	.800		
Within People	Between Items	.467	2	.233	1.000	.387
	Residual	4.200	18	.233		
	Total	4.667	20	.233		
Total		11.867	29	.409		

Grand Mean = 4.27

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df 1	df2	Sig
Single Measures	.447 ^a	.054	.796	3.429	9	18	.013
Average Measures	.708 ^c	.146	.921	3.429	9	18	.013

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.

b. Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition. The between-measure variance is excluded from the denominator variance.

c. This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

Instrumen memiliki reliabilitas yang cukup baik dengan Cronbach's Alpha = 0.708, menunjukkan konsistensi internal yang memadai. Nilai ICC Average Measures = 0.708 mengindikasikan reliabilitas yang baik ketika menggunakan rata-rata pengukuran, sementara nilai ICC Single Measures menunjukkan konsistensi sedang. Tidak ada perbedaan signifikan antar item ($p = 0.387$), sehingga instrumen ini dapat dianggap konsisten dalam mengukur aspek yang sama.

Tahap Implementasi

Pada tahap ini setelah melalui tahapan penilaian para ahli, LKPD berbasis STEM dengan pendekatan PBL diimplementasikan kepada kelas eksperimen yaitu kelas IX SMP Abadi Perkasa yang berjumlah 30 siswa. Tes soal pretes dan postes diberikan kepada siswa untuk mengukur Kemampuan Berpikir Kritis.

Berdasarkan uji coba produk dapat dilihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Analisis Data Hasil Belajar.

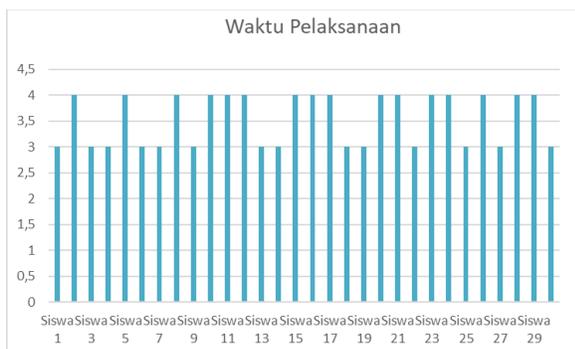
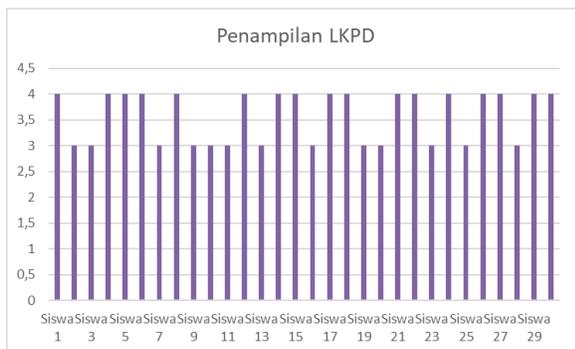
No	Nilai N-Gain	N-Gain Persen
1	0,774194	77
2	0,500000	50
3	0,492754	49
4	0,307692	31

No	Nilai N-Gain	N-Gain Persen
5	0,468750	47
6	0,294118	29
7	0,708861	71
8	0,475410	48
9	0,769231	77
10	0,861111	86
11	0,820000	82
12	0,300000	30
13	0,972603	97
14	0,704545	70
15	0,380952	38
16	0,615385	62
17	0,967742	97
18	0,260870	26
19	0,583333	58
20	0,454545	45
21	0,976744	98
22	0,171429	17
23	0,422222	42
24	0,883117	88
25	0,195652	20
26	0,307692	31
27	0,852941	85
28	0,722222	72
29	0,623188	62
30	0,183673	18
Rata-rata	0,568366	56,836

Dari tabel 7. Hasil analisis data pretes dan postes siswa menggunakan rumus N-gain menunjukkan bahwa rata-rata N-gain diperoleh sebesar 0,56 yang dikategorikan “sedang” dengan nilai N-gain $0,3 < g \leq 0,7$. Hal ini menunjukkan LKPD berbasis STEM dengan pendekatan PBL terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis pada materi listrik dinamis tergolong cukup efektif.

Setelah dilakukan ujicoba LKPD dilanjutkan analisis kepraktisan produk dengan menggunakan angket kepada siswa untuk mengukur kemudahan Penggunaan, kejelasan Intruksi, penampilan LKPD, dan Waktu Pelaksanaan. Adapun hasil analisis keefektifan

LKPD berbasis STEM dengan Pendekatan PBL pada materi Listrik Dinamis dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Untuk menguji keefektifan produk dilakukan pengisian angket oleh 30 siswa kelas IX SMP Abadi Perkasa. Uji Keefektifan dilakukan sesudah pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis STEM dengan Pendekatan PBL terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis. Berdasarkan data hasil respon siswa dapat disimpulkan aspek Kemudahan Penggunaan, Kejelasan Instruksi, Penampilan LKPD, dan Waktu Pelaksanaan mendapatkan skor rata-rata 3.56 dan rata-rata persentase 89,1% dengan kriteria efektif.

KESIMPULAN

Pengembangan LKPD berbasis STEM dengan pendekatan PBL efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa kelas IX pada materi listrik dinamis. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan memenuhi kriteria kelayakan, sementara uji efektivitas dengan menggunakan instrumen N-gain mengungkapkan peningkatan keterampilan siswa yang signifikan dalam kategori "sedang." Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan STEM yang terintegrasi dengan PBL dapat menjadi solusi inovatif dalam pembelajaran sains, memberikan pengalaman yang lebih nyata dan relevan bagi siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.

Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM Education: Implications for Educating Our Teachers for the Age of Innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.

Hastuti, E. (2013). Pendidikan sains untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa di tingkat SMP. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 45-52.

Herschbach, D. R. (2011). *The STEM Initiative: Constraints and Challenges*.

- Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 78-89.
- Lumbantobing, D., Suryani, N., & Mulyati, E. (2019). Efektivitas Penggunaan LKPD Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 7(1), 41-50.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' Perception of STEM Integration and Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-15.
- Putra, R. W., & Sulaeman, U. (2021). Pembelajaran STEM dalam Pendidikan Sains. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 123-130.
- Redhana, I. W. (2010). Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis melalui Pembelajaran Sains Berbasis Inquiry. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 1(1), 45-55.
- Sugiyono. (2017). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sutrisno, A. (2023). Pendidikan dan pembangunan ekonomi: Membangun kreativitas dan daya saing siswa. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 15(1), 12–20.
- Williams, J. P. (2011). STEM Education: Proceed with Caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26-35.
- Widowati, M., Waluyo, E., & Suliswiyadi. (2021). The Effect of STEM-Based Learning on Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 112-120.