



Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis STEM Menggunakan Miniatur Perahu Jambi Berbantuan Arduino pada Materi Usaha dan Energi

Mega Aulia^{1*}, Haerul Pathoni¹, Jules Nurhatmi¹

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2213>

Article Info:

Received : 30 Mei 2026
Revised : 04 Juni 2026
Accepted : 10 Juni 2026
Published : 26 Juni 2026

Correspondence:

Mega Aulia

Phone: +6289602809193

Abstract: This study aimed to develop a STEM-based Student Worksheet (LKPD) using a miniature Jambi boat assisted by Arduino on the topic of work and energy and to determine its feasibility for use in physics learning. This research employed a Research and Development (R&D) approach using the 4D development model proposed by Thiagarajan, consisting of Define, Design, Develop, and Disseminate stages. However, the study was limited to the Develop stage. The product was validated by two material experts, two media experts, and one science teacher, while student responses were obtained through a limited trial involving students of SMP Negeri 11 Muaro Jambi. Data were collected using interview guides, validation sheets, teacher assessment sheets, and student response questionnaires. The data were analyzed descriptively using percentage-based feasibility criteria. The results showed that the average validation score from material experts increased from 93.75% in the first stage to 95.00% in the second stage. The average validation score from media experts increased from 86.65% to 94.15%. The teacher assessment obtained a score of 93.30%, while student responses reached 84.75%. These results indicate that the developed LKPD meets the criteria of being highly feasible for use in learning activities. The integration of STEM components through Arduino-assisted miniature Jambi boats provides contextual and meaningful learning experiences that help students understand work and energy concepts more effectively. Therefore, the developed LKPD is considered valid and suitable as a supporting teaching material in junior high school physics learning.

Keywords: Arduino; Jambi Miniature Boat; LKPD; STEM; Work and Energy

Citation: Aulia, M., Pathoni, H., & Nurhatmi, J. (2026). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis STEM Menggunakan Miniatur Perahu Jambi Berbantuan Arduino pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 2751–2758. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2213>

Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*), kreatif (*creativity*), kolaboratif (*collaboration*), dan komunikatif (*communication*) yang dikenal sebagai keterampilan 4C. Pada pembelajaran fisika, peserta didik tidak hanya dituntut menguasai konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mampu menerapkan konsep tersebut dalam memecahkan permasalahan nyata yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari (Rismatul Azizah et al., 2015). Salah satu pendekatan yang dinilai mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan abad ke-21

tersebut adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Melalui pendekatan STEM, peserta didik dilatih untuk mengintegrasikan pengetahuan sains, memanfaatkan teknologi, merancang solusi melalui proses rekayasa (*engineering design process*), serta menggunakan konsep matematika dalam menyelesaikan masalah secara sistematis. Proses pembelajaran tersebut mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dalam menganalisis masalah, berpikir kreatif dalam menemukan solusi, berkolaborasi dalam kegiatan kelompok, serta mengomunikasikan hasil

Email: megaaulia.dobong@gmail.com

temuannya secara efektif (Muttaqiin, 2023; Rahmawati et al., 2022).

Berdasarkan hasil analisis nilai ulangan harian pada materi usaha dan energi di SMP Negeri 11 Muaro Jambi, diperoleh informasi bahwa hasil belajar peserta didik masih tergolong rendah. Dari 32 peserta didik, hanya 12 peserta didik (37,50%) yang mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan sekolah, sedangkan 20 peserta didik (62,50%) belum mencapai ketuntasan. Nilai rata-rata kelas sebesar 68,4 masih berada di bawah KKTP yang ditetapkan yaitu 75. Selain itu, hasil wawancara dengan guru mata pelajaran IPA menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep usaha dan energi dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemahaman konseptual peserta didik pada materi usaha dan energi masih perlu ditingkatkan sehingga diperlukan bahan ajar yang mampu memfasilitasi pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan bahan terbuka berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Lembar Kerja Peserta Didik adalah alat yang dapat digunakan dalam pembelajaran di kelas (Selmin et al., 2022). Hal ini sejalan dengan pendapat Noprinda & Soleh (2019) Lembar kerja merupakan sarana pembelajaran yang dapat digunakan oleh pengajar dalam meningkatkan keterlibatan atau aktivitas peserta didik dalam proses belajar mengajar. Pada umumnya, LKPD berisi petunjuk praktikum, percobaan yang bisa dilakukan di rumah, materi untuk diskusi, dan soal-soal latihan maupun segala bentuk petunjuk yang mampu mengajak peserta didik beraktivitas dalam proses pembelajaran.

Pengembangan LKPD pada penelitian ini menggunakan pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). Pendekatan STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam penyelesaian masalah kontekstual. Dalam pembelajaran fisika, pendekatan STEM dapat membantu peserta didik memahami konsep melalui kegiatan investigasi, eksperimen, dan perancangan solusi terhadap suatu permasalahan nyata. Penerapan STEM juga mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, serta keterampilan kolaborasi peserta didik dalam memahami konsep-konsep fisika (Bybee, 2013; Kelley & Knowles, 2016). Oleh karena itu, pendekatan STEM dinilai sesuai untuk digunakan dalam pengembangan bahan ajar fisika yang menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Selain pendekatan STEM, penggunaan media pembelajaran berbasis kearifan lokal juga dapat

meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Kearifan lokal juga dapat didefinisikan sebagai perilaku masyarakat setempat yang telah diwariskan dan dikembangkan secara turun temurun untuk digunakan sebagai pedoman dan petunjuk dalam berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Kearifan lokal adalah hasil dari pengalaman yang dialami oleh masyarakat tertentu, yang mungkin tidak dialami oleh masyarakat lain (Wijaya et al., 2021). Hal ini sejalan dengan pendapat Samin et al., (2018) kearifan lokal dapat didefinisikan sebagai prinsip budaya yang baik yang ada di suatu masyarakat. Dengan kata lain, untuk memahami kearifan lokal di suatu wilayah, kita harus dapat memahami prinsip budaya yang baik yang ada di wilayah tersebut. Sebenarnya, nilai-nilai kearifan lokal ini telah diajarkan kepada kita secara turun temurun oleh orang tua kita.

Perahu adalah sarana transportasi masyarakat khususnya di daerah kawasan aliran Sungai (Dani et al., 2022). Perahu ini merupakan warisan budaya masyarakat Muaro Jambi yang saat ini masih dilestarikan secara turun-temurun dan digunakan oleh masyarakat. Salah satu budaya masyarakat Jambi yang dapat dijadikan media kontekstual dalam pembelajaran fisika yaitu perahu jambi. Melalui miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino memberikan pengalaman kepada peserta didik dalam mengenal perkembangan teknologi serta melihat secara langsung penerapan konsep usaha dan energi dalam suatu sistem yang nyata.

Pemanfaatan Perahu Jambi sebagai konteks pembelajaran memiliki keterkaitan yang erat dengan materi usaha dan energi. Gerak perahu yang digerakkan oleh motor listrik pada miniatur perahu melibatkan konsep gaya, perpindahan, usaha, kecepatan, serta perubahan energi listrik menjadi energi gerak. Melalui pengamatan terhadap gerak miniatur perahu, peserta didik dapat melakukan pengukuran jarak dan waktu, menghitung usaha yang dilakukan sistem, serta menganalisis perubahan energi yang terjadi selama perahu bergerak. Dengan demikian, Perahu Jambi tidak hanya berfungsi sebagai representasi kearifan lokal, tetapi juga sebagai media kontekstual yang dapat membantu peserta didik memahami konsep usaha dan energi secara lebih konkret.

Miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino dirancang menggunakan beberapa komponen, yaitu Arduino Uno, sensor ultrasonik, motor DC, servo, driver motor L298N, dan LCD I2C. Media ini memungkinkan peserta didik melakukan pengukuran jarak, waktu, dan kecepatan gerak perahu sehingga data yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung besar usaha dan energi kinetik. Melalui kegiatan tersebut, peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga memperoleh pengalaman belajar melalui kegiatan eksperimen secara langsung. Berdasarkan uraian

tersebut, diperlukan suatu penelitian pengembangan berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM menggunakan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino pada materi usaha dan energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD yang valid dan layak digunakan dalam pembelajaran fisika serta memberikan alternatif bahan ajar yang inovatif, kontekstual, dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Metode

Penelitian ini menggunakan pengembangan (Research and Development) yang bertujuan menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM menggunakan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino pada materi usaha dan energi. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D (*Four-D Models*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan et al., (1974) yang terdiri atas tahap *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Namun penelitian ini dibatasi sampai tahap *Develop* (Pengembangan) karena keterbatasan waktu dan biaya penelitian.

Terdapat 3 tahap yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Tahap pendefinisian dilakukan melalui lima kegiatan, yaitu analisis awal-akhir, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Hasil analisis awal-akhir menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih didominasi metode ceramah, penggunaan buku paket, dan LKPD konvensional sehingga peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep usaha dan energi yang bersifat abstrak. Hasil analisis peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik lebih menyukai pembelajaran yang melibatkan kegiatan praktik dan pengamatan langsung dibandingkan pembelajaran yang bersifat teoritis. Analisis tugas dilakukan berdasarkan capaian pembelajaran fase D yang menuntut peserta didik mampu menjelaskan konsep usaha, energi, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Sementara itu, analisis konsep menghasilkan pemetaan materi yang meliputi konsep usaha, energi kinetik, energi potensial, hubungan usaha dan energi, serta hukum kekekalan energi sebagai dasar penyusunan isi LKPD. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dikembangkan LKPD berbasis STEM menggunakan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino sebagai alternatif bahan ajar yang lebih kontekstual dan interaktif.
2. Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun prototype awal LKPD. LKPD dirancang dengan

mengintegrasikan empat komponen STEM, yaitu Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika. Komponen Sains berisi materi dan kegiatan eksperimen mengenai usaha dan energi kinetik. Komponen Teknologi memperkenalkan penggunaan Arduino dan perangkat pendukung pada miniatur perahu. Komponen Teknik berisi kegiatan perancangan dan analisis cara kerja miniatur perahu, sedangkan komponen Matematika berisi kegiatan pengolahan data dan perhitungan besaran fisika.

3. Tahap pengembangan dilakukan melalui proses validasi oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik serta uji respon peserta didik. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi pedoman wawancara, lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, lembar penilaian pendidik, dan angket respon peserta didik. Data dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase skor masing-masing aspek penilaian dan kemudian mengubahnya ke dalam kategori kelayakan produk.

Validasi produk dilakukan oleh dua orang validator ahli materi dan dua orang validator ahli media yang memiliki kompetensi di bidang pendidikan fisika dan pengembangan bahan ajar. Selain itu, penilaian praktisi dilakukan oleh satu orang guru IPA SMP Negeri 11 Muaro Jambi untuk menilai kesesuaian produk dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah. Selanjutnya, uji coba terbatas dilakukan terhadap 20 peserta didik kelas VIII SMP Negeri 11 Muaro Jambi untuk memperoleh data respons peserta didik terhadap aspek materi, tampilan, bahasa, dan kemudahan penggunaan LKPD yang dikembangkan. Data hasil validasi dan respons peserta didik digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat kelayakan LKPD berbasis STEM menggunakan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino pada materi usaha dan energi.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa pedoman wawancara, lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, lembar penilaian pendidik, dan angket respon peserta didik. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase kelayakan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah nilai yang diperoleh}}{\text{jumlah nilai maksimal}} \times 100\%$$

Data yang sudah dihitung, selanjutnya di analisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan terkait respon peserta didik dan apakah layak atau tidak layak. LKPD yang sudah dirancang untuk diterapkan sesuai dengan kriteria dalam tabel 1 yaitu:

Tabel 1. Kriteria Skor Penilaian Angket Validasi Ahli & Respons Peserta Didik

Skala Nilai	Skor (%)	Kriteria
1	0-25	Sangat Kurang
2	26-50	Kurang
3	51-75	Baik
4	76-100	Sangat Baik

Setelah itu, data yang dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan terkait respons peserta didik serta apakah produk yang dikembangkan layak atau tidak untuk diterapkan berdasarkan interval kriteria dalam tabel diatas.

Hasil dan Diskusi

Hasil penelitian ini menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM pada materi Usaha dan Energi menggunakan Miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino. Pengembangan produk ini dilakukan dengan menggunakan model 4L (Define, Design, Develop, Disseminate), namun penelitian hanya dilaksanakan sampai pada tahap Develop.

Tahap Define (Pendefinisian)

Pada tahap pendefinisian ini dilakukan sejumlah kegiatan untuk mengumpulkan informasi yang diperoleh bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami materi usaha dan energi karena pembelajaran masih bersifat teoritis dan belum didukung oleh media pembelajaran yang konkret. Oleh karena itu, dikembangkan LKPD yang memadukan pendekatan STEM dengan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran IPA di SMP N 11 Muaro Jambi menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih didominasi penggunaan buku paket, LKPD yang tersedia di sekolah, serta metode ceramah dan diskusi. Selain itu, peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami materi fisika yang bersifat abstrak, khususnya materi usaha dan energi.

Hasil analisis peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik lebih tertarik pada pembelajaran yang melibatkan kegiatan praktik dan observasi langsung dibandingkan pembelajaran yang hanya fokus pada teori. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang mampu menghubungkan konsep fisika dengan pengalaman nyata sehingga peserta didik dapat lebih mudah memahami materi yang dipelajari.

Analisis tugas dilakukan dengan mengkaji capaian pembelajaran pada fase D, tujuan pembelajaran, serta indikator yang harus dicapai peserta didik pada materi usaha dan energi. Selanjutnya analisis konsep dilakukan untuk menentukan konsep-konsep utama

yang akan dimuat dalam LKPD, yaitu usaha, energi kinetik, dan hubungan antara usaha dengan perubahan energi kinetik, serta penerapan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

Tahap Design (Perancangan)

Pada tahap perancangan, LKPD dirancang dengan mengintegrasikan pendekatan STEM dan media miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino. Pemilihan media tersebut didasarkan pada dua pertimbangan utama. Pertama, miniatur Perahu Jambi dipilih karena merupakan salah satu kearifan lokal yang dekat dengan kehidupan masyarakat Jambi sehingga dapat menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual. Kedua, penggunaan Arduino memberikan kesempatan kepada peserta didik mengenal teknologi sekaligus melihat penerapan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari.

Pemilihan format LKPD dirancang menggunakan bahasa yang sederhana, tampilan yang menarik, serta aktivitas pembelajaran yang terstruktur. Komponen disusun terdiri atas cover, identitas kelompok, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, pertanyaan pemantik, materi singkat, kegiatan STEM, tabel pengamatan, pertanyaan analisis, kesimpulan, refleksi, evaluasi, dan daftar pustaka.

Tahap Develop (Pengembangan)

Pada tahap ini dilakukan serangkaian kegiatan yang meliputi validasi ahli, revisi produk, dan uji coba terbatas. Melalui tahap ini, produk yang telah dirancang pada tahap sebelumnya disempurnakan berdasarkan masukan dari para ahli dan hasil uji coba sehingga diperoleh produk akhir yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

Hasil Validasi Dosen Ahli Materi

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa LKPD memperoleh rata-rata persentase sebesar 93,75% pada tahap I dan meningkat menjadi 95,00% pada tahap II dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran, indikator pembelajaran, dan konsep usaha serta energi yang benar secara ilmiah. Meskipun memperoleh kategori sangat baik pada tahap I, validator masih memberikan beberapa masukan untuk penyempurnaan produk. Masukan tersebut meliputi penyederhanaan beberapa kalimat pada ringkasan materi agar lebih mudah dipahami peserta didik, penyesuaian penggunaan istilah fisika yang lebih sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP, serta perbaikan sistematika penyajian materi agar alur pembelajaran lebih runtut dan terstruktur.

Selain itu, validator juga menyarankan penambahan penjelasan pada beberapa konsep usaha

dan energi yang berpotensi menimbulkan miskonsepsi. Berdasarkan masukan tersebut, dilakukan revisi terhadap isi LKPD dengan memperbaiki redaksi materi, menyederhanakan bahasa yang digunakan, serta menyesuaikan urutan penyajian materi sesuai indikator dan tujuan pembelajaran. Setelah dilakukan revisi, hasil

validasi tahap II mengalami peningkatan menjadi 95,00%. Peningkatan skor tersebut menunjukkan bahwa revisi yang dilakukan mampu meningkatkan kualitas isi dan penyajian materi sehingga LKPD semakin layak digunakan dalam pembelajaran fisika. Berikut ini tabel hasil validasi yaitu:

Tabel 2. Hasil Validasi Materi LKPD Tahap I oleh Validator Ahli I dan II

No	Indikator	Tahap 1		Tahap 2	
		I	II	I	II
Aspek Penyajian Materi					
1.	Materi yang disajikan dalam LKPD telah relevan dengan capaian pembelajaran.	4	4	4	4
2.	Materi yang disajikan telah mendukung capaian pembelajaran.	4	4	4	4
3.	Ringkasan materi dalam LKPD telah representatif dan terfokus sesuai dengan indikator pembelajaran.	4	4	4	4
4.	Penyajian materi dalam LKPD harus sederhana sehingga mudah dipahami oleh peserta didik.	4	3	4	3
5.	Kejelasan konsep pada materi yang disajikan telah mempermudah peserta didik dalam memahami konten.	3	3	4	3
6.	Urutan penyajian materi dalam LKPD telah konsisten dengan urutan indikator dan tujuan pembelajaran.	4	4	4	4
Aspek Penyajian Bahasa					
7.	Penggunaan ejaan, tanda baca, dan istilah dalam LKPD telah sesuai dengan kaidah Ejaan yang Disempurnakan (EYD).	4	4	4	4
8.	Struktur kalimat yang digunakan telah efektif dan tidak menimbulkan ambiguitas (makna ganda).	4	4	4	4
9.	Pilihan diksi (kata) yang digunakan telah tepat dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik.	4	3	4	3
10.	Bahasa yang digunakan dalam LKPD bersifat komunikatif dan mampu memotivasi peserta didik.	4	3	4	3
	Jumlah	39	36	40	36
	Persentase	97,5%	90,0%	100%	90,0%
	Kategori	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik

Hasil Validasi Dosen Ahli Media

Hasil validasi ahli media memperoleh rata-rata persentase sebesar 86,65% pada tahap I dan meningkat menjadi 94,15% pada tahap II dengan kategori sangat baik. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa revisi yang dilakukan terhadap desain sampul, tata letak, ilustrasi, dan penyajian LKPD berhasil meningkatkan kualitas media yang dikembangkan.

Pada tahap validasi I, validator media memberikan beberapa saran perbaikan pada aspek tampilan dan desain LKPD. Pada aspek desain sampul (cover), validator menyarankan agar cover dibuat lebih representatif terhadap materi usaha dan energi serta lebih menonjolkan identitas pendekatan STEM dan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan dengan mengganti ilustrasi sampul menggunakan gambar yang lebih relevan dengan materi pembelajaran serta menata ulang

komposisi judul, gambar, dan identitas produk agar lebih menarik.

Pada aspek tata letak (*layout*), validator menyarankan agar penempatan teks, gambar, dan tabel dibuat lebih proporsional sehingga memudahkan peserta didik dalam membaca dan mengikuti alur kegiatan pembelajaran. Berdasarkan saran tersebut, dilakukan penyesuaian jarak antar komponen, perbaikan posisi gambar dan tabel, serta penyesuaian ukuran huruf pada seluruh bagian LKPD. Pada aspek ilustrasi dan kualitas tampilan, validator memberikan masukan agar gambar yang digunakan memiliki resolusi yang lebih baik dan lebih mendukung pemahaman konsep usaha dan energi. Oleh karena itu, beberapa gambar diganti dengan ilustrasi yang lebih jelas, diperbesar ukurannya, serta disesuaikan dengan konteks kegiatan eksperimen menggunakan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino. Selain itu, warna

latar belakang (background) pada beberapa halaman juga diperbaiki agar tidak mengganggu keterbacaan teks. Setelah seluruh revisi dilakukan sesuai saran validator, hasil validasi tahap II menunjukkan peningkatan skor menjadi 94,15% dengan kategori

sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan pada aspek desain, tata letak, ilustrasi, dan kualitas tampilan berhasil meningkatkan kualitas media sehingga LKPD lebih layak digunakan dalam pembelajaran fisika.

Tabel 3. Hasil Validasi Media LKPD Tahap I oleh Validator Ahli I dan II

No	Indikator	Tahap 1		Tahap II	
		I	II	I	II
Aspek Komponen LKPD					
1.	Kelengkapan capaian pembelajaran pada LKPD telah memenuhi standar minimal.	4	4	4	4
2.	Pencantuman capaian pembelajaran dan indikator telah tersedia secara eksplisit dan sistematis.	4	4	4	4
3.	Perumusan tujuan pembelajaran yang dicantumkan dalam LKPD telah spesifik dan terukur.	4	4	4	4
4.	LKPD mencantumkan petunjuk belajar yang membantu peserta didik dalam menggunakan lembar kerja.	4	4	4	4
5.	Ketersediaan referensi pendukung pada LKPD telah memadai untuk menunjang aktivitas peserta didik.	2	4	4	4
Aspek Desain Cover					
6.	Tampilan <i>cover</i> LKPD telah didesain secara estetik dan mampu menumbuhkan motivasi belajar peserta didik.	2	2	4	3
7.	Keselarasan antara visualisasi <i>cover</i> dan substansi materi pembelajaran telah tercapai.	3	2	4	3
Aspek Tampilan Isi					
8.	Warna <i>background</i> (latar belakang) pada setiap halaman telah optimal dan tidak mengganggu keterbacaan teks.	3	4	4	4
9.	Pemanfaatan ilustrasi (gambar/foto) pada LKPD telah efektif dan menarik perhatian peserta didik.	3	4	4	4
10.	Kualitas cetak gambar yang digunakan telah jernih, berwarna, dan proporsional.	4	3	4	3
11.	Tata letak (layout) LKPD telah tertata dengan baik dan mempermudah navigasi pembacaan.	4	3	4	3
12.	Mutu cetakan keseluruhan LKPD telah memenuhi standar kualitas media cetak.	4	3	4	3
Aspek Kegiatan Peserta Didik					
13.	Kontekstualisasi kegiatan dalam LKPD telah relevan dengan kehidupan sehari-hari (konteks nyata) peserta didik.	4	4	4	4
Aspek Kesesuaian Bahasa					
14.	Kesesuaian penggunaan ejaan dan tata bahasa dalam LKPD telah memenuhi kaidah Ejaan yang Disempurnakan (EYD).	4	3	4	3
15.	Tingkat keterbacaan (readability) bahasa dalam LKPD telah sesuai dengan kemampuan pemahaman peserta didik.	4	3	4	3
	Jumlah	53	51	60	53
	Persentase	88,3%	85,0%	100%	88,3%
	Kategori	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik

Hasil Validasi Pendidik

Penilaian yang dilakukan oleh pendidik memperoleh rata-rata persentase sebesar 93,30% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas LKPD yang dikembangkan telah

memenuhi kriteria kelayakan dari perspektif pendidik. Guru menilai bahwa isi materi dalam LKPD telah sesuai dengan capaian pembelajaran yang diharapkan. Selain itu, penyajian materi dinilai sistematis sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami konsep-

konsep fisika. Bahasa yang digunakan dalam LKPD juga dianggap jelas, komunikatif, dan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik. Tampilan LKPD dinilai menarik sehingga mampu meningkatkan minat belajar siswa selama proses pembelajaran.

Guru juga menilai bahwa aktivitas pembelajaran yang disajikan dalam LKPD dapat mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun pemahaman konsep. Keberadaan LKPD ini dipandang mampu menjadi bahan ajar pendukung yang efektif untuk membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran fisika. Hasil penilaian tersebut mengindikasikan bahwa LKPD memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi dan layak untuk diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Dengan demikian, LKPD yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif bahan ajar yang mendukung terciptanya proses pembelajaran fisika yang lebih efektif, interaktif, dan berpusat pada peserta didik.

Tabel 4. Hasil Validasi Materi Pendidik

No	Indikator	Skor
1.		4
2.		4
3.	Aspek Penyajian Materi	4
4.		3
5.		4
6.		4
7.		4
8.	Aspek Penyajian Bahasa	3
9.		4
10.		4
	Jumlah	38
	Persentase	95,0%
	Kategori	Sangat Baik

Tabel 5. Hasil Validasi Media Pendidik

No	Indikator	Skor
1.	Aspek Komponen LKPD	4

Tabel 6. Hasil Validasi Media Pendidik

Aspek	No.	Pernyataan	Rata-rata (%)	Rata-rata per Aspek (%)	Kategori
Materi	1	Materi yang termuat dalam LKPD disajikan secara mudah sehingga saya dapat memahaminya tanpa kesulitan.	83,75	83,75	Sangat Baik
	2	Tampilan cover LKPD menarik dan menciptakan motivasi saya untuk segera mempelajarinya.	85,00		
LKPD	3	Desain cover LKPD telah sesuai dengan tema atau topik bahasan materi.	85,00	85,18	Sangat Baik
	4	Tata letak (layout) dan penyusunan konten di dalam LKPD terlihat rapi dan terstruktur.	85,00		

2.		4
3.		4
4.		4
5.		3
6.	Aspek Desain Cover	3
7.		4
8.		3
9.		4
10.	Aspek Tampilan Isi	4
11.		4
12.		3
13.	Aspek Kegiatan Peserta Didik	4
14.	Aspek Kesesuaian Bahasa	4
15.		3
	Jumlah	55
	Persentase	91,6%
	Kategori	Sangat Baik

Hasil Respons Peserta Didik

Uji respons dilakukan terhadap 20 peserta didik kelas VIII SMP Negeri 11 Muaro Jambi yang telah mempelajari materi usaha dan energi. Peserta didik yang terlibat memiliki kemampuan akademik yang beragam, terdiri atas peserta didik dengan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil belajar yang diperoleh pada mata pelajaran IPA. Pemilihan peserta didik tersebut bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai tingkat keterterimaan LKPD pada berbagai karakteristik pengguna sehingga hasil respons yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi peserta didik sebagai pengguna produk yang dikembangkan.

Respon peserta didik memperoleh rata-rata persentase sebesar 84,75% dengan kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa peserta didik merasa pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami karena mereka dapat mengamati secara langsung gerak miniatur perahu, melakukan pengukuran, serta menghitung besar usaha dan energi kinetik berdasarkan data yang diperoleh dari hasil eksperimen.

	5	Penggunaan warna dan latar belakang (background) pada LKPD tidak mengganggu proses saya membaca.	78,75		
	6	Jenis dan ukuran huruf (font) yang digunakan dalam LKPD terlihat jelas dan mudah dibaca.	90,00		
	7	Gambar/ilustrasi yang disajikan dalam LKPD relevan dengan materi dan memperjelas informasi.	88,75		
	8	Kualitas gambar (resolusi) yang ditampilkan di dalam LKPD jelas dan tidak pecah.	83,75		
Bahasa	9	Kalimat dan kosakata yang digunakan dalam LKPD mudah saya pahami sebagai peserta didik.	80,00	83,75	Sangat Baik
	10	Penggunaan ejaan dan tanda baca dalam LKPD telah tepat (sesuai kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar).	87,50		
Rata-rata Keseluruhan (%)			84,75		Sangat Baik

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM menggunakan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino dinyatakan valid dan layak digunakan dalam pembelajaran fisika karena mampu mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika melalui kegiatan pembelajaran yang kontekstual, aktif, dan bermakna bagi peserta didik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli media, pendidik, dan respons peserta didik, LKPD berbasis STEM menggunakan miniatur Perahu Jambi berbantuan Arduino pada materi usaha dan energi memperoleh kategori sangat baik sehingga dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran fisika di SMP. LKPD yang dikembangkan mampu mengintegrasikan aspek Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM) melalui kegiatan pembelajaran yang kontekstual dan berbasis kearifan lokal. Penelitian ini masih terbatas pada tahap pengembangan dan pengujian kelayakan produk sehingga penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas LKPD terhadap peningkatan hasil belajar, pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, dan keterampilan STEM peserta didik pada cakupan sekolah yang lebih luas.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi, dosen pembimbing, validator ahli, guru mata pelajaran IPA, serta seluruh peserta didik yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini sehingga penelitian dapat terselesaikan dengan baik.

Referensi

- Bybee, R.W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
- Dani, R., Jufrida, J., & Wijaya, N. E. (2022). Analisis Kebutuhan Siswa Sebagai Acuan Mengembangkan Buku Pengayaan Fisika Berkonteks Kearifan Lokal Perahu Tradisional. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 185–195.
<https://doi.org/10.59052/edufisika.v7i2.21451>
- Ibrahim, E., & Yusuf, M. (2019). Implementasi Modul Pembelajaran Fisika Dengan Menggunakan Model React Berbasis Kontekstual Pada Konsep Usaha Dan Energi. *Jambura Physics Journal*, 1(1), 1–13.
<https://doi.org/10.34312/jpj.v1i1.2281>
- Kelley, T.R., & Knowles, J.G. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(11).
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 34–45.
- Noprinda, chintia T., & Soleh, S. M. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS). *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 02(2), 168–176.
https://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/IJ_SME/index
- Rahmawati, L., Juandi, D., & Nurlaelah, E. (2022). Implementasi Stem (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2002.
- Rismatul Azizah, Lia Yuliati, Latifah, dan E. (2015). Kesulitan Pemecahan Masalah Fisika Pada Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Fisika Dan*

- Aplikasinya (JPFA), 53(620), 343-344.
<https://doi.org/10.1136/pgmj.53.620.343>
- Samin, R., Ilmu, J., Negara, A., Universitas, F., Raja, M., Haji, A., Fakultas, K., Kelautan, I., Universitas, P., & Abstrak, A. H. (2018). Perahu Lancang Kuning: Kearifan lokal masyarakat Melayu Bintan Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Administrasi Negara*, 6(2), 75-86.
- Selmin, Y., Bunga, Y. N., & Bare, Y. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Inkuiri Terbimbing Materi Sistem Organisasi Kehidupan. *Spizaetus: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 3(1), 41.
<https://doi.org/10.55241/spibio.v3i1.52>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children Leadership Training Institute Special Education. *Journal of School Psychology*, 14(1), 75.
- Wijaya, A. A., Syarifuddin, S., & Dhita, A. N. (2021). Nilai-Nilai Kearifan Lokal Rumah Adat Kajang Lako di Jambi. *Criksetra: Jurnal Pendidikan Sejarah*, 10(1), 60-69.
<https://doi.org/10.36706/jc.v10i1.11488>