

Pengembangan LKPD Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada Materi Termodinamika

Dea Oktaviany¹, Nanda Novita², Desy Sary Ayunda³, Muliani⁴, Deasy Siska⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Malikussaleh, Jl. Cot Tengku Ni Reulet Muara Batu, Aceh Utara

Dea.200730002@mhs.unimal.ac.id

Abstract

This research aims to determine the feasibility and practicality of STEM-based LKPD learning media products on thermodynamics material as a medium that makes it easier for students to study thermodynamics material. The instrument used in the research is a feasibility and practicality questionnaire which will be given by material and media experts and given to teachers in the field of physics and students in class XI IPA 2 MAS Syamsuddhuha. This development research method refers to Research and Development (R&D) with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation). The research results showed that experts in the media field gave a feasibility assessment of 92.3% with a very feasible category, experts in the material field gave an assessment of 88.6% with a feasible category and teacher responses gave an assessment of 86% with a very practical percentage. The results of small-scale product trials gave an assessment of 86.9% in the very practical category and the results of large-scale product trials gave an assessment of 84% in the very practical category.

Keywords: Student Worksheets, STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), Thermodynamics

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan kepraktisan produk media pembelajaran LKPD berbasis STEM pada materi termodinamika sebagai media yang mempermudah peserta didik dalam mempelajari materi termodinamika. Instrumen yang digunakan dalam penelitian berupa angket kelayakan dan kepraktisan yang akan diberikan oleh ahli materi, media dan diberikan kepada guru bidang studi fisika dan peserta didik kelas XI IPA 2 MAS syamsuddhuha. Metode penelitian pengembangan ini mengacu pada *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementasion, dan Evaluation*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ahli dalam bidang media memberikan penilaian kelayakan sebesar 92,3% dengan kategori sangat layak, ahli dalam bidang materi memberikan penilaian sebesar 88,6 % dengan kategori layak dan respon guru memberikan penilaian sebesar 86 % dengan persentase sangat praktis. Hasil uji coba produk skala kecil memberikan penilaian sebesar 86,9% dengan kategori sangat praktis dan hasil uji coba produk skala besar memberikan penilaian sebesar 84% dengan kategori sangat praktis.

Kata Kunci: Lembar Kerja Peserta Didik, STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), Termodinamika

Copyright (c) 2024 Dea Oktaviany, Nanda Novita, Desy Sary Ayunda, Muliani, Deasy Siska

✉ Corresponding author: Dea Oktaviany

Email Address: dea.200730002@mhs.unimal.ac.id (Jl. Cot Tengku Ni Reulet Muara Batu, Aceh Utara)

Received 23 July 2024, Accepted 30 July 2024, Published 06 August 2024

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah suatu kebutuhan yang tidak dapat diabaikan bagi peserta didik. Ini karena melalui pendidikan, individu memiliki kesempatan untuk merespons permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan dan menemukan cara-cara untuk mengatasinya. Dengan akses terhadap pendidikan yang berkualitas, peserta didik dapat mengembangkan potensi-potensi unik mereka dan membentuk kemampuan-kemampuan yang diperlukan untuk mencapai tujuan mereka serta memberikan kontribusi positif kepada masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk memprioritaskan investasi dalam bidang

pendidikan guna memastikan bahwa setiap individu memiliki kesempatan yang setara untuk mengembangkan diri dan meraih kesuksesan (Mawarni et al., 2023). Pendidikan saat ini dinilai mampu menghasilkan kegiatan pembelajaran yang menarik, inovatif, dan sejalan dengan perkembangan peradaban. Untuk mengimbangi fakta bahwa pendidikan dapat berkembang seiring berjalannya waktu, kombinasi literasi informasi, keterampilan berpikir kritis, dan penguasaan teknologi dalam penelitian fisika menjadi sangat penting (Sudirman et al, 2023).

Fisika adalah ilmu pengetahuan alam dan juga sains secara keseluruhan. Sains, sebagai bidang yang luas, mencakup kumpulan pengetahuan yang berkaitan dengan berbagai fenomena alam, termasuk fakta, konsep, prinsip, dan hukum yang mengatur gejala-gejala tersebut. Salah satu topik yang diteliti adalah materi termodinamika, sebuah cabang ilmu yang mengkaji tentang suhu, kalor (panas), dan cara perpindahannya. Dengan fokus pada termodinamika, fisika mempelajari bagaimana energi berinteraksi dalam sistem-sistem fisik, yang meliputi segala hal mulai dari sifat-sifat material hingga proses-proses dalam alam semesta. Termodinamika memiliki peran penting dalam menganalisis sebuah sistem yang terlibat dalam proses transfer energi (Fatiatun et al., 2022). Salah satu tantangan yang sering dihadapi dalam pembelajaran fisika adalah kurangnya keterlibatan aktif peserta didik karena pendekatan pembelajaran yang masih terpusat pada peran guru. Masalah ini diperparah oleh kurangnya pengembangan perangkat pembelajaran yang inovatif oleh para guru. Sebagai hasilnya, peserta didik mungkin mengalami kesulitan untuk memahami konsep-konsep fisika dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta pemecahan masalah yang diperlukan. Pendekatan yang menekankan pembelajaran mandiri di kelas sering kali memunculkan situasi di mana peserta didik cenderung mengandalkan hafalan sebagai cara untuk memahami materi, alih-alih menganalisis dan mensintesis makna sebenarnya dari informasi yang diberikan. Seseorang yang hanya terpaku pada pemahaman konsep cenderung memiliki keterbatasan dalam kemampuan berpikir kritis saat menangani masalah yang kompleks (Ngadinem, 2022).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara antara peneliti dengan guru mata pelajaran fisika kelas XI IPA di MAS Syamsuddhuha diperoleh bahwa peserta didik lebih difokuskan pada kemampuan pemahaman konsep dengan menggunakan metode ceramah dan diskusi. Ketika proses pembelajaran dimulai, peserta didik hanya menggunakan buku paket sekolah yang jumlahnya terbatas. Buku-buku tersebut juga tidak diperbolehkan dibawa pulang hanya boleh digunakan ketika belajar di kelas sehingga mengakibatkan peserta didik kesulitan untuk belajar mandiri. Pada saat kegiatan pembelajaran peserta didik hanya diberikan soal-soal standar yang tidak mendorong proses berpikir kritis secara optimal. Soal-soal yang digunakan dalam pembelajaran yaitu soal-soal dengan level kognitif C1, C2, dan C3. Sehingga jika peserta didik diberikan soal yang tidak seperti contoh-contoh sebelumnya, peserta didik akan cenderung mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal tersebut. Selama proses belajar mengajar

berlangsung, peserta didik jarang melakukan kegiatan praktikum atau eksperimen dikarenakan keterbatasan laboratorium yang masih kurang memadai.

Kurangnya bahan ajar yang dirancang khusus untuk mengembangkan kemampuan berpikir peserta didik bisa menjadi penyebab rendahnya kemampuan berpikir kritis pada peserta didik. Bahan ajar yang hanya fokus pada menghafal atau memahami konsep-konsep tanpa mendorong peserta didik untuk menerapkan penalaran, argumentasi, dan kreativitas dalam menyelesaikan soal kontekstual dapat membatasi perkembangan kemampuan berpikir kritis mereka. Oleh karena itu, pentingnya bahan ajar yang dirancang dengan baik untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik tidak bisa diragukan lagi. Bahan ajar tersebut haruslah mencakup berbagai tingkat kesulitan, dari pemahaman dasar hingga analisis, evaluasi, dan penerapan konsep dalam situasi kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, peserta didik akan lebih terlatih dalam menghadapi berbagai macam permasalahan dan memecahkannya dengan menggunakan berbagai aspek berpikir kritis (Nuraini & Julianto, 2022).

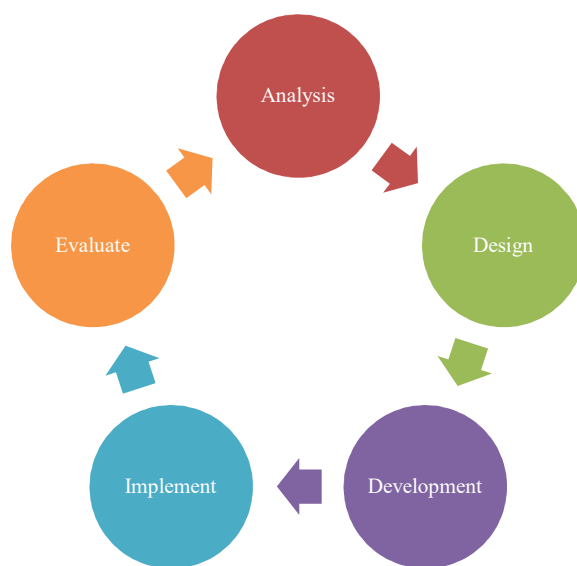
LKPD dapat menjadi alat yang efektif untuk mengembangkan kompetensi Dasar tersebut. Dengan merancang LKPD yang sesuai, peserta didik dapat melakukan kegiatan eksperimen, analisis data, dan pembahasan, yang semuanya mendukung pengembangan sikap ilmiah dan keterampilan pemecahan masalah. LKPD dipilih sebagai fokus penelitian ini karena perannya yang signifikan dalam proses pembelajaran. LKPD memberikan peserta didik kesempatan untuk mempelajari suatu kompetensi secara bertahap dan terstruktur. Dengan adanya LKPD, proses pembelajaran menjadi lebih terorganisir dan peserta didik dapat mengikuti langkah-langkah pembelajaran dengan lebih sistematis. Penggunaan LKPD diharapkan dapat memacu aktivitas belajar peserta didik dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka. Dalam konteks ini, penggunaan LKPD dapat merangsang peserta didik untuk lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Peserta didik akan merasa memiliki tanggung jawab pribadi untuk menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan dalam LKPD tersebut. Hal ini dapat memotivasi mereka untuk memperhatikan materi pembelajaran dengan lebih serius dan lebih tekun dalam memecahkan masalah yang dihadapi. Peran guru sebagai fasilitator dan motivator sangat penting dalam membimbing peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Dengan menjadi fasilitator, guru membantu peserta didik dalam menjelajahi konsep-konsep yang dipelajari dan merangsang peserta didik untuk berpikir secara kritis. Guru juga memberikan perhatian penuh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan memberikan umpan balik yang konstruktif dan mendukung (Huda et al., 2022).

Pengembangan LKPD harus memiliki ciri khusus, menarik, terbaru dan bermakna. LKPD akan mendorong kegiatan pembelajaran dan melibatkan peran peserta didik berdasarkan pada pendekatan berbasis *STEM*. Berdasarkan hasil penelitian (Rahmawati et al., 2022) menyatakan pembelajaran dengan mengimplementasikan pendekatan *STEM* dapat menarik respon dan semangat belajar peserta didik untuk mengikuti pembelajaran fisika. LKPD yang dirancang dengan pendekatan *STEM* dapat memberikan

pengalaman belajar yang menarik dan relevan bagi peserta didik. Dengan LKPD yang tepat, peserta didik dapat diarahkan untuk menggali konsep-konsep ilmiah melalui kegiatan praktis, kolaboratif, dan reflektif.

METODE

Pada penelitiann ini, peneliti menggunakan model penelitian *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE. ADDIE terdiri dari lima fase yaitu: (1) Tahap Analisis, (2) Tahap perancangan, (3) Tahap pengembangan, Tahap implementasi, dan Tahap evaluasi (Arofah & Cahyadi, 2019). Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah media pembelajaran berupa LKPD berbasis STEM (*Science, Engineering, Technology, and Mathematics*) pada materi termodinamika. Berikut merupakan skema prosedur pengembangan dalam penelitian ini.



Gambar 1 Desain ADDIE
Sumber: (Branch, 2009)

Model ADDIE memiliki lima tahap penelitian, seperti yang terlihat pada gambar diatas. Kelima tahapan tersebut adalah, analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Analisis (*Analysis*) merupakan langkah awal yang dilakukan sebelum merancang media pembelajaran LKPD berbasis STEM. Analisis yang dilakukan pada tahap ini adalah: analisis kurikulum, analisis karakteristik peserta didik, dan analisis materi pembelajaran. Pada tahap kedua yaitu tahap perancangan (*Design*), dimana peneliti mulai merancang dan menyusun produk yang akan dikembangkan. Setelah dirancang, tahap selanjutnya yaitu mengembangkan (*Development*) media yang sesuai dengan format yang telah ditentukan. Setelah desain LKPD berbasis STEM dikembangkan sesuai format yang ditentukan, kemudian produk divalidasikan untuk mendapatkan produk yang lebih baik, pada tahap ini peneliti melakukan validasi produk oleh validator ahli media dan materi untuk melihat kelayakan produk yang telah dikembangkan. Produk media pembelajaran LKPD berbasis STEM akan direvisi setelah dinilai oleh ahli media dan ahli materi. Tahap selanjutnya yaitu tahap implementasi (*Implementation*), pada tahap ini

produk yang telah di kembangkan akan di implementasikan ke kelas eksperimen dan guru mata pelajaran fisika di MAS Syamsuddhuha untuk melihat kepraktisan produk. Tahap yang terakhir yaitu tahap evaluasi (*Evaluate*), pada tahap ini peneliti akan mengevaluasi LKPD berbasis STEM yang telah di kembangkan untuk mengetahui tingkat keberhasilan produk. Peneliti mengevaluasi hasil validasi produk dan menganalisis hasil kepraktisan produk media pembelajaran LKPD berbasis STEM (*Science, Engineering, Technology, and Mathematics*) pada materi termodinamika.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan angket. Menurut (Sugiyono, 2020) Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan beberapa pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada subjek penelitian sesuai dengan topik pembahasan yang akan diteliti. Angket yang digunakan dalam penelitian ini diberikan kepada ahli media dan ahli materi, praktisi guru dan peserta didik. Data yang diperoleh merupakan data kuantitatif dan kualitatif yang kemudian diolah menggunakan statistik deskriptif. Data kuantitatif digunakan untuk mengukur ketercapaian uji kelayakan dan kepraktisan produk. Sedangkan data kualitatif digunakan untuk menganalisis saran atau masukan dari penguji kelayakan dan kepraktisan produk, kemudian menjadi dasar untuk melakukan revisi perbaikan terhadap produk yang dikembangkan.

Tabel 1. Kategori Penilaian

Skor	Kategori
0 % -20%	Tidak Praktis
21– 40%	Kurang Praktis
41 -60%	Cukup Praktis
61 % -80%	Praktis
81 %-100%	Sangat Praktis

Sumber: (Arikunto, 2010)

HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan *Research and development* (R&D). Adapun model penelitian yang digunakan adalah model ADDIE. Model penelitian ADDIE merupakan model pengembangan produk yang terdiri dari 5 tahapan penelitian yaitu: (1) Tahap Analisis (*Analyze*), (2) Tahap perancangan (*Design*), (3) Tahap pengembangan (*Development*), Tahap implementasi (*Implementation*), dan Tahap evaluasi (*evaluation*). Produk yang dihasilkan pada penelitian ini berupa media pembelajaran LKPD berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi termodinamika.

Analyze (Analysis)

Tahap analisis merupakan langkah pertama yang dilakukan oleh peneliti. Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi, menganalisis permasalahan, karakteristik pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan

memberikan angket kepada guru dan peserta didik. Data yang terkumpul dievaluasi untuk melanjutkan tahap selanjutnya. Analisis-analisis yang dilakukan pada tahap ini (Cahyadi, 2019):

Analisis Kurikulum

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika, ditemukan bahwa dalam pembelajaran kelas XI IPA masih mengacu pada kurikulum 2013. Guru telah menerapkan berbagai komponen yang diharapkan dalam kurikulum tersebut, seperti strategi, model, dan metode pembelajaran, serta telah menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Penggunaan buku pegangan fisika karya Marthen Kanginan sebagai sumber tambahan memberikan informasi penting dalam proses pembelajaran, meskipun buku tersebut belum sepenuhnya mengintegrasikan kemampuan berpikir kritis peserta didik sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam Kurikulum 2013.

Analisis peserta didik

Berdasarkan observasi dan wawancara peneliti dengan ibu Musrika Sari S.Pd., yang merupakan guru fisika kelas XI IPA di MAS Syamsudduha menunjukkan bahwa peserta didik belum memahami atau mengenal secara mendalam tentang kemampuan berpikir kritis. Kondisi ini disebabkan oleh kurangnya tersedianya bahan ajar yang mencakup indikator kemampuan berpikir kritis di sekolah tersebut. Akibatnya, kemampuan berpikir kritis peserta didik masih jauh dari standar yang diharapkan, meskipun kemampuan ini merupakan salah satu aspek penting dalam sistem dan kurikulum pendidikan yang diterapkan oleh pemerintah saat ini.

Analisis Materi

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika, terlihat bahwa guru hanya menggunakan buku pegangan peserta didik tanpa memanfaatkan bahan ajar tambahan. Pada buku tersebut, khususnya materi termodinamika belum memuat indikator kemampuan berpikir kritis. Hal ini yang menjadi pertimbangan dalam memilih materi termodinamika sebagai materi yang digunakan dalam pembuatan LKPD berbasis STEM. Analisis materi berdasarkan kompetensi dasar yang tercantum dalam silabus fisika kelas XI IPA.

Analisis Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran ditentukan oleh materi pembelajaran yang diajarkan. Sebagai acuan pengembangan media pembelajaran LKPD, tujuan pembelajaran dijadikan sebagai faktor penentu tercapainya proses pembelajaran. Pada tahap ini, peneliti merumuskan tujuan pembelajaran untuk sub materi termodinamika yang sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar. Proses penyusunan indikator pada tahap analisis tujuan pembelajaran ini melibatkan dua tahapan utama: pertama, pembuatan indikator kemampuan berpikir kritis; dan kedua, pembuatan indikator khusus untuk materi termodinamika.

Design (Perancangan)

Setelah melakukan analisis masalah dan mengumpulkan data, langkah berikutnya bagi peneliti adalah merancang produk yang akan dikembangkan. Dalam konteks ini, peneliti akan menciptakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam memahami materi termodinamika untuk kelas XI SMA/MA.

Langkah-langkah perancangan awal LKPD berbasis STEM sebagai berikut:

1. Membuat sampul yang menarik dengan memanfaatkan aplikasi Canva.
2. Membuat konsep pada materi termodinamika berbasis STEM
3. Menentukan materi dan pertanyaan yang akan diberikan gambar
4. Menentukan format teks, spasi antar baris, dan jenis huruf yang akan digunakan dalam pembuatan LKPD.
5. Menentukan kombinasi warna pada lembar LKPD untuk menciptakan penampilan visual yang menarik
6. Membuat sketsa penyusunan LKPD.
7. Mengemas materi dan soal-soal kedalam LKPD.

Development (Pengembangan)

Menurut (Sugiyono 2019), pada tahap *Development*, media yang telah direncanakan sebelumnya akan dibuat sesuai dengan rencana yang telah disusun. Dalam konteks pengembangan LKPD, tahap ini mencakup pembuatan LKPD berdasarkan desain yang telah disusun sebelumnya. Setelah itu, LKPD tersebut akan divalidasi oleh ahli media, ahli materi, guru, dan peserta didik. Proses validasi melibatkan penggunaan instrumen yang telah disiapkan pada tahap analisis sebelumnya.

Validasi ahli media

Validasi media melibatkan penilaian terhadap aspek-aspek seperti ukuran LKPD, desain sampul, ilustrasi isi, dan desain isi LKPD. LKPD ini divalidasi oleh dua validator, yaitu Ibu Muliani, S.Si., M.Pd sebagai validator pertama, dan Ibu Deassy Siska, S.Si., M.Sc sebagai validator kedua, keduanya merupakan dosen pendidikan fisika di Universitas Malikussaleh. Berikut adalah hasil evaluasi dari kedua ahli media terhadap produk yang telah disusun. Adapun hasil dari kedua validator ahli media, maka persentase total hasil validasi media yang diperoleh per aspek yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Rata-rata	Persentase (%)	Tingkat Validitas
1	Design cover	5	94 %	Sangat Layak
2	Ilustrasi isi	5	93,3 %	Sangat Layak
3	Desain isi LKPD	4	90 %	Sangat Layak
Jumlah rata-rata		4,6	92,3%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil aspek penilaian ahli media pada tabel 2 diatas, pada aspek penilaian yaitu Design Cover memperoleh skor rata-rata 5, persentase 94% dengan kriteria sangat layak, aspek Ilustrasi isi

memperoleh skor rata-rata 5, persentase 93,3% dengan kriteria sangat layak sedangkan aspek Desain isi LKPD memperoleh skor rata-rata 4 dengan persentase 90% dengan kriteria sangat layak. Jadi hasil aspek penilaian ahli media mendapatkan jumlah rata-rata 4,6, persentase 92,3 % dengan kriteria sangat layak.

Validasi ahli materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh dua orang dosen pendidikan fisika dari Universitas Malikussaleh yaitu Ibu Muliani, S.Si., M.Pd sebagai validator pertama dan Ibu Deassy Siska, S.Si., M.Sc. sebagai validator kedua. Berikut adalah hasil validasi dari kedua ahli materi terhadap Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah disusun. Adapun hasil dari kedua validator ahli media, maka persentase total hasil validasi media yang diperoleh per aspek yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Rata-rata	Persentase (%)	Tingkat Validitas
1	Kualitas isi	4,5	92,5%	Sangat Layak
	Kemampuan berpikir kritis & STEM	5	90%	Sangat Layak
	Kualitas penyajian	3,5	83,3%	Sangat Layak
	Jumlah rata-rata	4,3	88,6%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi, dalam aspek kualitas isi skor rata-rata 4,5 dengan persentase 92,5%, dengan kriteria sangat layak. Kemampuan berpikir kritis dan STEM dinilai dengan skor rata-rata 5 dan persentase 90%, dengan kriteria sangat layak. Sementara itu, aspek kualitas penyajian memperoleh skor rata-rata 3,5 dengan persentase 83,3%, dan kriteria yang diberikan adalah sangat layak. Dengan demikian, total rata-rata yang diperoleh dari validasi ahli materi adalah 4,3 dengan persentase 88,6%, dengan kriteria sangat layak.

Hasil respon peserta didik (Skala kecil)

Pada tahapan ini, pengujian dilakukan dengan melibatkan mahasiswa semester 2 pendidikan fisika di Universitas Malikussaleh untuk memperoleh tanggapan mahasiswa pendidikan fisika terhadap kepraktisan LKPD. Hal yang harus dilakukan oleh peneliti adalah memberikan angket kepada mahasiswa untuk mendapatkan hasil respon skala kecil. Hasil pengisian angket selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Aspek Penilaian Skala Kecil

No	Aspek Penilaian	Rata-rata	Persentase (%)	Tingkat Validitas
1	Kualitas isi	4,4	86%	Sangat Praktis
	Tampilan	4,7	90,6%	Sangat Praktis
	Bahasa	4,2	84,3%	Sangat Praktis
	Jumlah rata-rata	4,4	86,9%	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 4 hasil aspek penilaian respon skala kecil, pada aspek kualitas isi memperoleh skor rata-rata 4,4, persentase 86% dengan kriteria sangat praktis, aspek tampilan memperoleh skor rata-rata 4,7, persentase 90,6% dengan kriteria sangat praktis, dan aspek kebahasaan memperoleh skor rata-

rata 4,2, persentase 84,3% dengan kriteria sangat praktis, sehingga memperoleh skor rata-rata dari keseluruhan aspek adalah 4,4 dengan persentase 86,9% dengan kriteria sangat praktis.

Implementation (Penerapan)

Hasil uji coba kepraktisan produk berdasarkan angket respon guru dan siswa (skala besar) berikut hasil yang didapat:

Respon Guru

Penilaian oleh guru berfungsi untuk melihat kepraktisan dari LKPD berbasis STEM yang telah dikembangkan oleh peneliti di lihat dari berbagai aspek diantaranya yaitu: kualitas penyajian, kualitas kebahasaan dan tampilan LKPD. LKPD ini di nilai oleh 3 orang Guru fisika di MAS Syamsuddhuha yaitu Ibu Musrika Sari S.Pd. sebagai guru (1), Ibu Mardhiah S.Pd.I sebagai guru (2) dan Ibu Misbatul Jannah S.Pd sebagai guru (3). Berikut ini merupakan hasil penilaian uji kepraktisan dari 3 ahli Guru fisika terhadap LKPD yang telah dikembangkan.

Tabel 5. Hasil Respon Guru

No	Aspek Penilaian	Rata-rata	Persentase (%)	Tingkat Validitas
1	Kualitas isi	4,3	88,3%	Sangat Praktis
	Kemampuan berpikir kritis & STEM	4	87,5%	Sangat Praktis
	Kualitas penyajian	3,6	82,2%	Sangat Praktis
	Jumlah rata-rata	3,9	86%	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil aspek penilaian ahli guru pada tabel 5. diatas pada aspek kualitas isi memperoleh skor rata-rata 4,3, persentase 88,3% dengan kriteria sangat praktis, aspek Kemampuan berpikir kritis & STEM memperoleh skor rata-rata 4, persentase 87,5% dengan kriteria sangat praktis, aspek kualitas penyajian memperoleh skor rata-rata 3,6, persentase 82,2% dengan kriteria sangat praktis. Jadi hasil aspek penilaian guru mendapatkan jumlah rata-rata 3,9, persentase 86% dengan kriteria sangat praktis.

Hasil respon peserta didik (Skala besar)

Setelah produk di uji coba ke skala kecil langkah selanjutnya adalah tahapan implementasi dimana pada tahapan ini produk yang telah dibuat akan diimplementasikan secara nyata dalam skla besar, seperti dalam kelas eksperimen. Untuk melihat tanggapan peserta didik kelas XI IPA 2 (kelas eksperimen) yang berjumlah 20 peserta didik yang sudah menggunakan LKPD berbasis STEM pada saat proses pembelajaran berlangsung, peserta didik diminta untuk mengisi angket respon yang sudah di siapkan oleh peneliti. Hasil pengisian angket respon peserta didik selengkapanya dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Aspek Penilaian Skala Besar

No	Aspek Penilaian	Rata-rata	Persentase (%)	Tingkat Validitas
1	Kualitas isi	4	79%	Praktis
	Tampilan	4,6	90,5%	Sangat Praktis
	Bahasa	4,1	82,7%	Sangat Praktis
	Jumlah rata-rata	4,2	84%	Sangat Praktis

Berdasarkan tabel 6 hasil aspek penilai skala besar, pada aspek penilaian skala besar maka aspek kualitas isi memperoleh skor rata-rata 4, persentase 79% dengan kriteria praktis, aspek tampilan memperoleh skor rata-rata 4,6, persentase 90,5%, dengan kriteria sangat praktis, dan aspek bahasa memperoleh skor rata-rata 4,1, persentase 82,7%, dengan kriteria sangat praktis, sehingga memperoleh skor rata-rata dari keseluruhan aspek adalah 4,2 dengan presentase 84% dengan kriteria sangat praktis.

Evaluation (Evaluasi)

Evaluasi dilakukan pada setiap tahapan pengembangan. Evaluasi dilakukan untuk memastikan produk pengembangan sesuai dengan kebutuhan. Setelah produk dikembangkan dan diterapkan dalam pelajaran fisika di kelas XI IPA MAS Syamsuddhuha, hasil dan respon yang baik diterima dari peserta didik XI IPA 2 dan guru mata pelajaran fisika. LKPD ini dinilai praktis dan mudah digunakan dalam pembelajaran fisika. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa bahwa LKPD berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada Materi termodinamika telah berhasil dikembangkan dan selesai, menghasilkan produk akhir yang memuaskan.

KESIMPULAN

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika di MAS Syamsuddhuha dengan judul penelitian “Pengembangan LKPD Berbasis STEM (*Science, Tehnology, Engineering and Mathematics*) pada Materi Termodinamika” dapat disimpulkan bahwa hasil validasi para ahli terhadap produk LKPD berbasis STEM yang dikembangkan dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran fisika dan berdasarkan hasil uji kepraktisan yang peneliti lakukan dengan menggunakan angket respon guru dan siswa kelas atas memperoleh hasil bahwa LKPD berbasis STEM yang dikembangkan sangat praktis untuk dijadikan media pembelajaran yang dapat mempermudah proses belajar peserta didik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan bantuan berupa bimbingan, motivasi, arahan, serta doa. Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu Nanda Novita, S.Pd., M.Si. dan Ibu Desy Sary Ayunda, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta arahnya. Selaian itu, ucapan terima kasih dan penghargaan juga penulis sampaikan kepada Ibu Jumiati, S.Ag. selaku kepala Madrasah MAS Syamsuddhuha yang telah memberikan izin dan bantuan dalam pelaksanaan peneliian tugas akhir ini. Ibu Musrika S.Pd dan Ibu Mardhiah S.Pd.I selaku guru fisika di MAS Syamsuddhuha yang telah membantu dalam memperlancar pengumpulan data selama proses penelitian.

REFERENSI

- Arikunto, S. (2010). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Edisi Revisi Jakarta: Bumi Aksara, H. 78.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.21070/Halaqa.V3i1.2124>
- Diana, A., Tahir, M., Khair, B. N., Pgsd, P. S., Pendidikan, J. I., & Mataram, U. (2022). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Discovery Learning Pada Pembelajaran Ipa Materi Sumber Daya Alam Untuk Kelas Iv Sdn 23 Ampenan*.
- Dwita & Susannah, (2020). *Penerapan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (Stem) Dalam Pembelajaran Matematika Di Smk Pada Jurusan Bisnis Konstruksi Dan Properti*. 9(2).
- Eka, N., & Mardiyanti, A. (N.D.). *Keefektifan Pembelajaran Fisika Dengan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Phet Interactive Simulations Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sma Abstrak*.
- Eliansi, D., Hamdani, D., & Medriati, R. (N.D.). *Pengembangan Lkpd Berbasis Stem Berbantuan Simulasi*. 2, 35–42.
- Eli Trisnowati, Desika Rosiana Putri, Sabilla Safa Annisa Qurrota, Filda Khoirun Nikmah, & Danysa Mulyaningrum. (2023). Analisis Konsep Termodinamika Pada Produksi Kerupuk Sebagai Bentuk Kearifan Lokal Di Magelang Jawa Tengah. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 268–273. <https://doi.org/10.37630/Jpm.V13i1.795>
- Fip, P., & Negeri, U. (N.D.). *Analisis Faktor Penyebab Kesulitan Siswa Sekolah Dasar Kelas Iv Dalam Menyelesaikan Soal Hots (High Order Thinking Skills) Pada Mata Pelajaran Ipa*. 60–74.
- Fitriyah, L. (2021). *Stem Menggunakan Phet Simulation Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Lailatul Fitriyah , Madlazim*. 10(1), 99–108.
- Handayani., & Damari., (2009). *Fisika Untuk Sma/Ma Kelas Xi*. 125 - 143.
- Hardani, H., Medica, P., Husada, F., Andriani, H., Sukmana, D. J., Mada, U. G., & Fardani, R. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif* (Issue March)
- Hidayat, K., Sapriya, S., Hasan, S. H., & Wiyanarti, E. (2022). *Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Dalam Pembelajaran Hybrid*. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 1517–1528. <https://doi.org/10.31004/basicedu.V6i2.2265>.
- Huda, R., Rahardi, R., & Susanto, H. (2022). *Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis React Materi Spldv*. 11(1), 93–107.
- Khairiyah, 2019. *Pendekatan Science, Technology, Engineering Dan Mathematics (Stem)*. (Mei), 7-54.
- Kanginan, Marthen. (2016). *Fisika Untuk SMA/Ma Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Lase, N. K., Pd, M., Zai, N., & Pd, S. (2022). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd)*

- Berbasis Contextual Teaching And Learning Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia Di Kelas Viii Smp Negeri 3 Idanogawo.* 3(2), 99–113.
- Mawarni, S. A., Nuha, U., & Iqbal, M. (2023). *Kajian Fisika Dan Pembelajarannya Pada Proses Pembangunan.* 9, 64–72.
- Mukramah, Jannah, & Wahid., (2020). *E-Modul Termodinamika, 3-4.*
- Mariabe Branch, R. (2009). *Instructional Design The Addie Approach.* Departmen Of Educational Psychology And Intructional Technology University Of Georgia. New York: Springer.
- Nurfadhillah. (2021). *Pengertian Media Pembelajaran, Lanadasan, Fungsi, Manfaat, Jenis-Jenis Media Pembelajaran, Dan Cara Penggunaan Kedudukan Media Pembelajaran.* Bandung: Cv Jejas, ANGGOTA Ikapi.
- Nugroho, B. A., Setiawan, I., Setiawan, A., Lya, S., Pramesti, D., Abdurrahman, U. I. N. K. H., & Pekalongan, W. (N.D.). *Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematika Dan Pemecahan Masalah Melalui Strategi Pembelajaran Interaktif.* 404–416.
- Pasaribu, A. I., Lubis, I. S., Medriati, R., Studi, P., Fisika, P., & Keguruan, F. (N.D.). *Analisis Kebutuhan Pengembangan Lkpd Berbasis Stem Untuk Melatih Berpikir Kritis Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke Abstrak.*
- Rahmawati, L., Juandi, D., & Nurlaelah, E. (2022). *Implementasi Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematis.* *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2002. <https://doi.org/10.24127/Ajpm.V11i3.5490>
- Sudirman, Anggereni. DKK.(2023).*Impelementasi Pembelajaran Abad 21 Pada Berbagai Bidang Ilmu Pengetahuan.* Bandung: Media Sains Indonesia.
- Setiawan, N. C. E., Sutrisno, S., Munzil, M., & Danar, D. (2020). *Pengenalan Stem (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Dan Pengembangan Rancangan Pembelajarannya Untuk Merintis Pembelajaran Kimia Dengan Sistem Sks Di Kota Madiun.* *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 56. <https://doi.org/10.36312/Linov.V5i2.465>
- Siahaan, Y. L. O., & Meilani, R. I. (2019). *Sistem Kompensasi Dan Kepuasan Kerja Guru Tidak Tetap Di Sebuah Smk Swasta Di Indonesia.* *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 4(2), 141. <https://doi.org/10.17509/Jpm.V4i2.18008>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D.* Bandung: Pt. Alfabet.
- Trisiana, A., & Pancasila, P. (2020). *Kewarganegaraan Melalui Digitalisasi Media Pembelajaran.* 10(November), 31–41.
- Wulandari, W. T., & Hamdani, D. (2020). *Pengembangan Lkpd Berorientasi React Strategy Pada.* 3(2), 151–162.