

Pengembangan LKPD Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Fluida Dinamis

Sri Ulina^{1*}, Jubaidah²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia

* E-mail: sriulina.4203121049@mhs.unimed.ac.id

Abstract

Critical thinking skills are needed in the physics learning process, but students' critical thinking skills are still low due to a suboptimal learning approach. This article aims to develop and test the feasibility, practicality, and effectiveness of STEM-based Student Worksheets (LKPD) on dynamic fluid materials for students in class XI Science at SMA Negeri 1 Siantar. The type of research used is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model. The results of the study show that STEM-based LKPD (1) is very feasible to use with an average assessment of 95.62% by material experts and an average assessment by design experts of 90%. (2) It has met the practical category reviewed from the student response questionnaire with an average of 84.67% in the small group test (7 students) and 87.63% in the large group test (30 students) with aspects of appearance, material presentation, STEM-based learning, and benefits. (3) Effective in improving students' critical thinking skills can be seen from the N-gain result of 0.68 with the medium category. This LKPD is designed to support active learning, oriented towards the development of 21st century skills such as critical thinking skills, creativity, collaboration, and communication. STEM approaches provide meaningful learning experiences and are able to relate learning concepts to everyday life. This article recommends the use of STEM-based LKPD as an alternative to improve students' critical thinking skills, especially on dynamic fluid materials.

Keywords: *Student Worksheets, STEM, Critical Thinking*

Abstrak

Kemampuan berpikir kritis sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran fisika, namun kemampuan berpikir kritis siswa masih rendah akibat pendekatan pembelajaran yang belum optimal. Artikel ini bertujuan mengembangkan dan menguji tingkat kelayakan, kepraktisan, serta keefektifan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Sains, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi fluida dinamis untuk peserta didik kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Siantar. Jenis penelitian yang digunakan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM (1) Sangat layak digunakan dengan rata-rata penilaian ahli materi 95,62% dan rata-rata penilaian ahli desain 90%. (2) Telah memenuhi kategori praktis ditinjau dari angket respon peserta didik dengan rata-rata sebesar 84,67% pada uji kelompok kecil (7 siswa) dan 87,63% pada uji kelompok besar (30 siswa) dengan aspek tampilan, penyajian materi, pembelajaran berbasis STEM, dan manfaat. (3) Efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa terlihat dari hasil N-gain sebesar 0,68 dengan kategori sedang. LKPD ini dirancang untuk mendukung pembelajaran aktif, berorientasi pada pengembangan keterampilan abad 21 seperti kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Pendekatan STEM memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan mampu mengaitkan konsep pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari. Artikel ini merekomendasikan penggunaan LKPD berbasis STEM sebagai alternatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa terkhusus pada materi fluida dinamis.

Kata kunci: LKPD, STEM, Kemampuan Berpikir Kritis

How to Cite: Ulina, S., & Jubaidah, J. (2025). Pengembangan LKPD Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Fluida Dinamis. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 6(1), 40-54.

PENDAHULUAN

Perubahan abad 21 dengan kemajauan teknologi dan ilmu pengetahuan berkembang pesat. Perkembangan ini juga akan berdampak terhadap dunia pendidikan, peserta didik membutuhkan keterampilan abad ke-21 yang disingkat sebagai 4C yaitu critical thinking, collaboration, creativity, and communication (Dyanti, 2023). Istilah pembelajaran mempunyai

hakikat perencanaan sebagai upaya membelajarkan peserta didik. Secara harfiah pembelajaran mempunyai metode yang terlibat guna menambah informasi dan pemahaman melalui latihan belajar yang berdampak positif pada perubahan diri, sehingga muncul keterampilan, kecakapan dan pengetahuan baru. Adanya pembelajaran yang aktif akan membantu peserta didik dalam mencapai kompetensi dan keterampilan abad 21. Salah satu aspek penting bagi peserta didik ialah berpikir kritis.

Kemampuan berpikir kritis diartikan sebagai pertimbangan yang aktif dan teliti mengenai sebuah keyakinan atau bentuk pengetahuan itu dikaji dengan mencari alasan yang mendukung kesimpulan (Linda,2022). Hal ini menekankan karakter kritis pada keaktifan seseorang dalam berpikir. Ini melibatkan sikap kritis terhadap informasi yang diterima, di mana individu tidak hanya menerima pendapat secara langsung tetapi juga melakukan pertimbangan seksama dengan menggunakan penalaran yang cermat. Hasil dari proses ini adalah kesimpulan atau pandangan yang dapat dipercaya dan dipertanggung jawabkan karena didasarkan pada evaluasi yang mendalam terhadap bukti dan argumen yang tersedia.

Hasil observasi dan wawancara sebelum penelitian terhadap peserta didik dan guru pada proses pembelajaran di SMA Negeri 1 Siantar, terlihat bahwa pembelajaran di kelas masih bersifat konvensional dimana guru memberikan materi melalui metode ceramah kemudian siswa ditugaskan mencatat dan mengerjakan soal-soal latihan yang bersumber dari buku paket atau LKS (Lembar Kerja Siswa). Pendidik jarang melakukan kegiatan praktikum dan belum sepenuhnya menggunakan LKPD. Kendala yang sering dihadapi peserta didik yaitu kurangnya minat belajar, keterampilan menganalisis materi dan kesulitan memahami materi. Hasil angket siswa menunjukkan 70% siswa tidak tertarik pada pembelajaran fisika. sebanyak 81% siswa merasa kesulitan memahami materi fisika, 68% mengatakan guru memberikan latihan yang bersumber dari buku paket dan LKS saja. Kemudian terdapat 50% merasa sulit untuk mengerjakan soal fisika yang diberikan oleh guru. Kemudian terdapat 48% siswa yang nilainya memenuhi standar ketuntasan atau mencapai KKM pada mata pelajaran fisika.

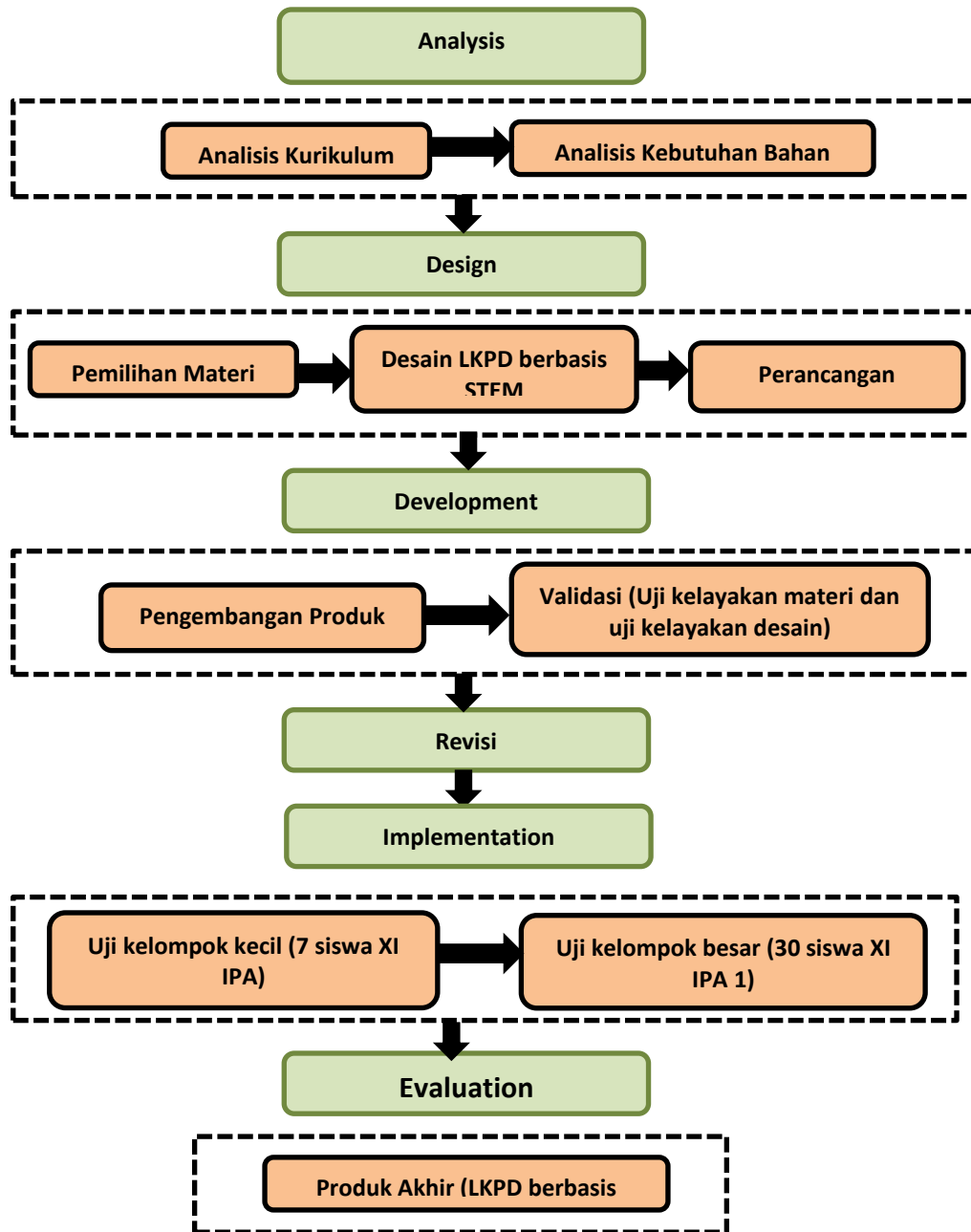
Salah satu bahan ajar yaitu Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang terdiri dari berbagai aktivitas yang dapat dilakukan oleh peserta didik sesuai dengan persyaratan capaian pembelajaran maupun tujuan pembelajaran yang ditentukan. LKPD memiliki peranan penting dalam mendukung peserta didik dalam proses pembelajaran dan juga berperan dalam melatih kemampuan proses berpikir seperti termasuk kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan inovatif. Dengan demikian, LKPD tidak hanya berperan sebagai alat bantu pengajaran, tetapi juga sebagai fasilitator untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Penyusunan LKPD harus dilakukan secara baik dan LKPD yang disusun harus inovatif, kreatif, dan memperhatikan langkah-langkah dan kaidah penyusunan LKPD dengan baik. Menurut Prastowo (2012), langkah-langkah dalam menyusun LKPD yaitu melakukan analisis kurikulum, menyusun peta kebutuhan LKPD, menentukan judul LKPD, dan penulisan LKPD.

Penggunaan bahan ajar yang tepat diperlukan agar keterampilan peserta didik tercapai sesuai dengan era industri 4.0. LKPD menjadi salah satu bahan ajar penting, yang berfungsi sebagai pedoman dalam eksperimen fisika dengan menyediakan materi, tugas dan prosedur percobaan. Melalui LKPD siswa diharapkan lebih aktif dan tertarik dalam membahas materi pembelajaran. Dengan demikian LKPD berbasis STEM sangat cocok digunakan untuk mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa terkhusus mata pelajaran fisika. Hal tersebut mampu membuat siswa terlibat aktif dalam proses belajar mengajar fisika. Siswa akan terlibat dalam pembelajaran yang berkelanjutan dan akan membantu siswa dalam menemukan solusi dari permasalahan yang diberikan (Mohd. Zaidi *et al*, 2022). Pendekatan STEM juga mencakup upaya mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, serta analitis dalam menyelami serta menggabungkan konsep dan metode dalam situasi nyata yang terhubung dengan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika (Chesky & Wolfmeyer, 2015). Dampak positif dalam penerapan STEM (Jaka, 2016) yaitu: (a) mendukung pengembangan keterampilan berpikir dan kesadaran siswa, (b) pengembangan keterampilan berpikir kritis, (c) meningkatkan minat siswa, (d) mengembangkan sifat keingintahuan, (e) siswa memiliki pengalaman luas mengenai sekitar. Hal tersebut didukung oleh beberapa penelitian terdahulu yang menjadi pendukung dalam penelitian yaitu penggunaan LKPD berbasis STEM efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penggunaan LKPD berbasis STEM mendapat tanggapan baik dari peserta didik dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran (Fatimah & Zulaiha, 2023). Pembelajaran STEM terintegrasi efektif secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Rochim, et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan diatas perlu adanya pengembangan bahan ajar berupa LKPD yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik untuk menjabarkan hasil dari pemahaman dan memecahkan masalah yang terjadi pada saat proses pembelajaran, serta menjadikan pembelajaran yang lebih bermakna. Oleh sebab itu tujuannya dilakukan penelitian ini untuk mengembangkan dan menguji tingkat kelayakan, kepraktisan dan keefektifan penggunaan LKPD berbasis STEM guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)*. Dengan menggunakan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (perencanaan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi). Untuk melihat bagan pengembangan ADDIE dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Bagan Pengembangan ADDIE

Subjek penelitian dan pengembangan ini meliputi dua subjek. Subjek pertama yaitu validator dosen ahli materi, ahli desain, dan guru fisika untuk menilai produk yang dikembangkan. Subjek kedua adalah siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Siantar. Adapun objek penelitiannya adalah kualitas bahan ajar berbasis STEM dengan materi fluida dinamis yang dipakai dalam pembelajaran fisika.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian pengembangan LKPD berbasis STEM yaitu observasi, wawancara, kusioner (angket siswa), dan tes siswa. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Instrumen kelayakan berupa penilaian oleh dosen ahli materi, ahli desain dan guru bidang studi fisika. Penilaian yang dilakukan para dosen ahli dan guru fisika menggunakan skala *likert* dengan lima alternatif jawaban yaitu 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup baik, 2 = tidak baik, 1 = sangat tidak baik (Sugiyono, 2019). Indikator penilaian dosen ahli materi dan ahli desain dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 dibawah ini.

Tabel 1. Lembar Angket Kelayakan oleh Ahli Materi

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Kelayakan isi	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran	1
	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	2
	Kejelasan materi	3
	Sistematika penjabaran materi	4
	Sistematika LKPD	5
	Menyajikan contoh-contoh secara konseptual	6
	Kebenaran konsep	7
	Kajian pustaka yang digunakan terbaru	8
	Mendorong rasa ingin tahu dan kemampuan bertanya	9
Keterlaksanaan	Menciptakan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, mandiri, dan menarik kesimpulan	10
Pendekatan pembelajaran	LKPD memuat aspek STEM (<i>Sains, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)	11,12,13,14
Kebahasaan	Penggunaan bahasa sesuai EYD	15
	Penulisan dan penggunaan istilah ilmiah	16

Sumber : (Aldila, 2017)

Tabel 2. Lembar Angket Kelayakan oleh Ahli Desain

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Tampilan	Desain penampilan (cover) LKPD	1
	Penyajian materi, gambar, dan info-info fisika	2
	Identitas gambar dan kesesuaian gambar dengan materi	3,4
Pendekatan Pembelajaran	LKPD memuat STEM (<i>Sains, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)	5,6,7,8
Kelayakan Desain LKPD	Penampilan dan tata letak unsur cover LKPD	9
	Komposisi ukuran judul, gambar ilustrasi dan sampul sesuai materi	10,11
	Karakter isi LKPD	12
	Penampilan dan tata letak unsur pada isi LKPD	13

Sumber : (Aldila, 2017)

2. Instrumen kepraktisan berupa hasil angket respon peserta didik terhadap penggunaan LKPD. Penilaian angket yang dilakukan peserta didik menggunakan skala *likert* dengan menggunakan 5 skala penilaian yaitu, 5 = Sangat Praktis, 4 = Praktis, 3 = Cukup Praktis, 2 = Tidak Praktis dan 1 = Sangat Tidak Praktis (Sugiyono, 2013). Indikator penilaian kepraktisan oleh peserta didik dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Lembar Angket Respon Peserta Didik

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Tampilan	Desain menarik	1
	Gambar jelas dan sesuai	2
	Ketetapan penggunaan warna	3
	Ketetapan Tulisan	4
	Tata letak tersusun sistematis	5
	Ketetapan jarak/spasi	6
Penyajian Materi	Menyediakan ruang yang cukup	7
	Adanya identitas	8
	Kemudahan memahami materi	9
	Kesesuaian materi dan latihan soal	10
	Mendorong berpikir kritis	11
Pembelajaran berbasis STEM	Ketertarikan menggunakan LKPD berbasis STEM	12
	LKPD melatih kegiatan pembelajaran berbasis STEM	13
Manfaat	Kemudahan penggunaan LKPD	14
	Keterkaitan menggunakan LKPD	15
	Mendorong berpikir kritis	16
	Pemahaman meningkat	17
	Belajar menyenangkan	18

Sumber : Penelitian 2025

Hasil Validasi yang tertera pada lembar validasi ahli dan hasil angket respon peserta didik akan dianalisis menggunakan rumus pada persamaan 1 berikut:

$$\text{Skor ideal} = ST \times JP \times JR \quad (1)$$

Sumber : (Sugiyono, 2019)

Keterangan : ST= (Skor Tertinggi); JP = (Jumlah Pertanyaan); JR = Jumlah Responden

Menghitung persentase skor setiap kriteria LKPD menggunakan rumus pada persamaan 2 dibawah :

$$P = \frac{\text{jumlah skor kategori}}{\text{skor ideal}} \times 100 \quad (2)$$

Untuk kriteria persentasi kelayakan ahli desain dan materi serta kepraktisan LKPD dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Kriteria persentasi kelayakan dan kepraktisan LKPD		
Persentase Penilaian (%)	Interpretasi Kelayakan ^(*)	Interpretasi Kepraktisan ^(*)
81 - 100	Sangat Layak	Sangat Praktis
61 - 80	Layak	Praktis
41 - 60	Cukup Layak	Cukup Praktis
21 - 40	Kurang Layak	Kurang Praktis
0 - 20	Tidak Layak	Tidak Praktis

Sumber: (Mardiah & Fajri, 2021; Riduwan, 2010)

LKPD ini dinyatakan layak secara teoritis jika persentase kelayakan adalah >61%.

3. Instrumen keefektifan dilihat berdasarkan nilai *pre-test* dan *post-test* peserta didik. Apakah terdapat peningkatan belajar fisika siswa dari penggunaan LKPD yang dikembangkan.

a. Kemampuan berpikir kritis

Diperoleh dari hasil penilaian jawaban siswa terhadap soal dengan indikator berpikir kritis. Rumus untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat menggunakan persamaan 3 (SN = Skor Nilai) :

$$SN = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100 \quad (3)$$

Selanjutnya, hasil penilaian di interpretasikan dengan menggunakan klasifikasi penilaian yang terlihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Kriteria kemampuan berpikir kritis siswa	
Interval Skor (%)	Kriteria Berpikir Kritis
80 - 100	Amat Baik
60 - 80	Baik
40 - 60	Cukup
20 - 40	Kurang
0 - 20	Sangat Kurang

Sumber : (Riduwan, 2010).

b. Nilai N-Gain

Nilai N-Gain digunakan untuk mengetahui peningkatan belajar siswa berdasarkan soal *pre-test dan pos-test* yang diberikan selama penelitian berlangsung. Skor N-Gain $< g >$ dapat dihitung menggunakan persamaan 4 sebagai berikut :

$$< g > = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}} \quad (4)$$

Adapun kategori gain ternormalisasi terlihat pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6. Interpretasi nilai gain	
Nilai Gain Ternormalisasi	Intrpretasi
0,7-1,00	Tinggi
0,30-0,69	Sedang
0,00-0,29	Rendah

Sumber : (Hake, 1999)

HASIL DAN PEMBAHASAN

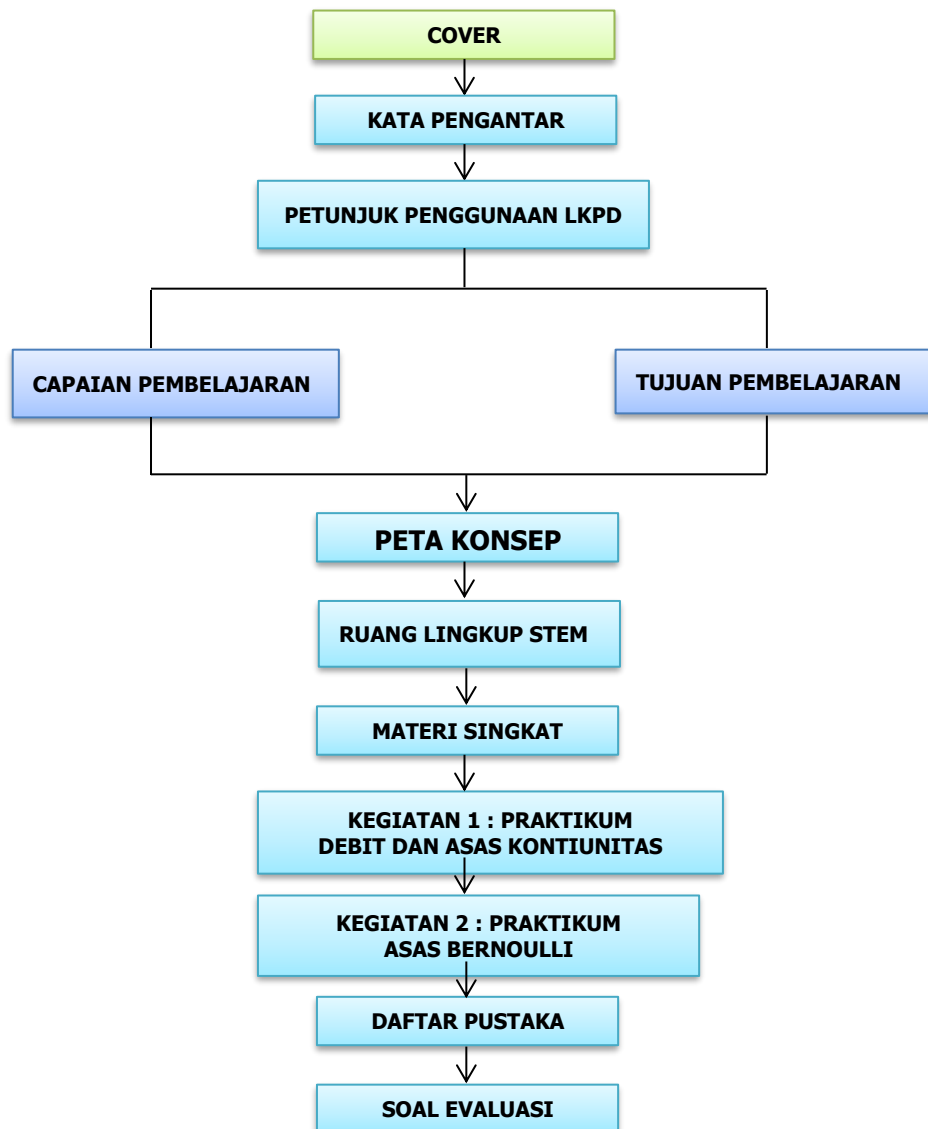
Hasil

Hasil dari pengembangan ini adalah LKPD berbasis STEM pada materi fluida dinamis dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement & Evaluate*).

Tahap *Analysis* dilakukan untuk mengetahui permasalahan dan kondisi yang ada disekolah. Pada tahap ini dilakukan analisis kurikulum dan analisis kebutuhan bahan ajar. Analisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui kurikulum yang dipergunakan oleh pendidik. Pada tahap ini dilakukan analisis capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran sesuai dengan kurikulum merdeka yang digunakan dalam pembelajaran. Setelahnya analisis bahan ajar, menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan yaitu buku paket dan LKS, serta kegiatan praktikum jarang dilaksanakan. Berdasarkan hasil wawancara guru diperoleh bahwasanya peserta didik kurang aktif berpartisipasi ketika proses pembelajaran dan masih kurangnya kemampuan berpikir kritis siswa. Oleh karena itu, peneliti memberikan solusi dengan cara mengembangkan sebuah produk berupa LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Tahap *Design* peneliti memilih materi, mendesain LKPD berbasis STEM dan merancang instrumen (kelayakan,kelayakan,kepraktisan). Setelah menentukan materi kemudian penulis mencari referensi, soal dan penerapan yang berkaitan dengan materi fluida dinamis. Aplikasi *canva* digunakan untuk mendesain cover dan background LKPD, selanjutnya isi LKPD dirancang dengan *microsoft word* sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Pada tahap desain juga diterapkan kerangka kerja STEM dengan menggabungkan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Hal tersebut dapat menciptakan aktivitas berpikir peserta didik sehingga memunculkan kemampuan berpikir

kritis peserta didik ditandai dengan kemampuan dalam melakukan penyelidikan mengevaluasi, memecahkan masalah dan mengambil keputusan. Berikut ini hasil rancangan kerangka LKPD yang dibuat dalam bentuk *flow chart* terlihat dalam gambar 2.



Gambar 2. *Flow Chart* LKPD

Gambar 2 menampilkan *flow chart* pada rancangan LKPD pada mata pelajaran fisika dari topik fluida dinamis yang akan digunakan peneliti dalam pengembangan LKPD.

Dengan adanya integrasi pendekatan STEM yang telah dirancang pada LKPD maka siswa mendapat kesempatan untuk mengeksplor proses dalam penyelesaian masalah dan serangkaian aktivitas mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Berikut hasil rancangan kerangka LKPD berbasis STEM yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Tabel kerangka LKPD berbasis STEM

Materi Fluida Dinamis	Aktivitas STEM	Kemampuan Berpikir Kritis
Capaian Pembelajaran: Peserta didik mampu menerapkan asas kontinuitas dan prinsip bernoulli dalam fluida dinamis pada kehidupan sehari-hari	Bidang sains : Konsep fluida dinamis yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari dan konsep yang dicari peserta didik secara mandiri melalui kegiatan diskusi atau sumber lainnya guna menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam LKPD. Bidang technology : Dengan memanfaatkan teknologi internet berupa barcode yang berisi penerapan fluida dinamis dalam bidang teknologi Bidang engineering : Dapat dilakukan dengan menganalisis artikel tentang debit kemudian merancang dan memodifikasi desain pesawat kertas Bidang mathematic : Peserta didik melakukan perhitungan yang tepat berdasarkan soal-soal yang diberikan dalam LKPD dan juga pada proses kegiatan praktikum debit dan asas kontinuitas.	1. Memberikan penjelasan sederhana mengenai fluida dinamis dan penerapan dalam kehidupan sehari-hari 2. Membangun keterampilan dasar mengenai pesawat terbang 3. Membuat kesimpulan mengenai debit dalam suatu artikel 4. Memberikan penjelasan lebih lanjut tentang cara kerja selang SPBU saat mengisi bahan bakar 5. Merancang strategi dalam memodifikasi desain pesawat kertas .

Tahap *Development*, pada tahap ini peneliti melakukan validasi ahli materi dan desain. Perbaikan dilakukan sesuai saran dan masukan dari para ahli agar LKPD yang dikembangkan dapat lebih baik sebelum dilanjutkan pada tahap implementasi. Validasi ahli dilakukan oleh dua dosen ahli materi dan dua dosen ahli desain. Berikut hasil gambaran LKPD sebelum dan sesudah direvisi dari para ahli dapat dilihat pada tabel 8 dibawah.

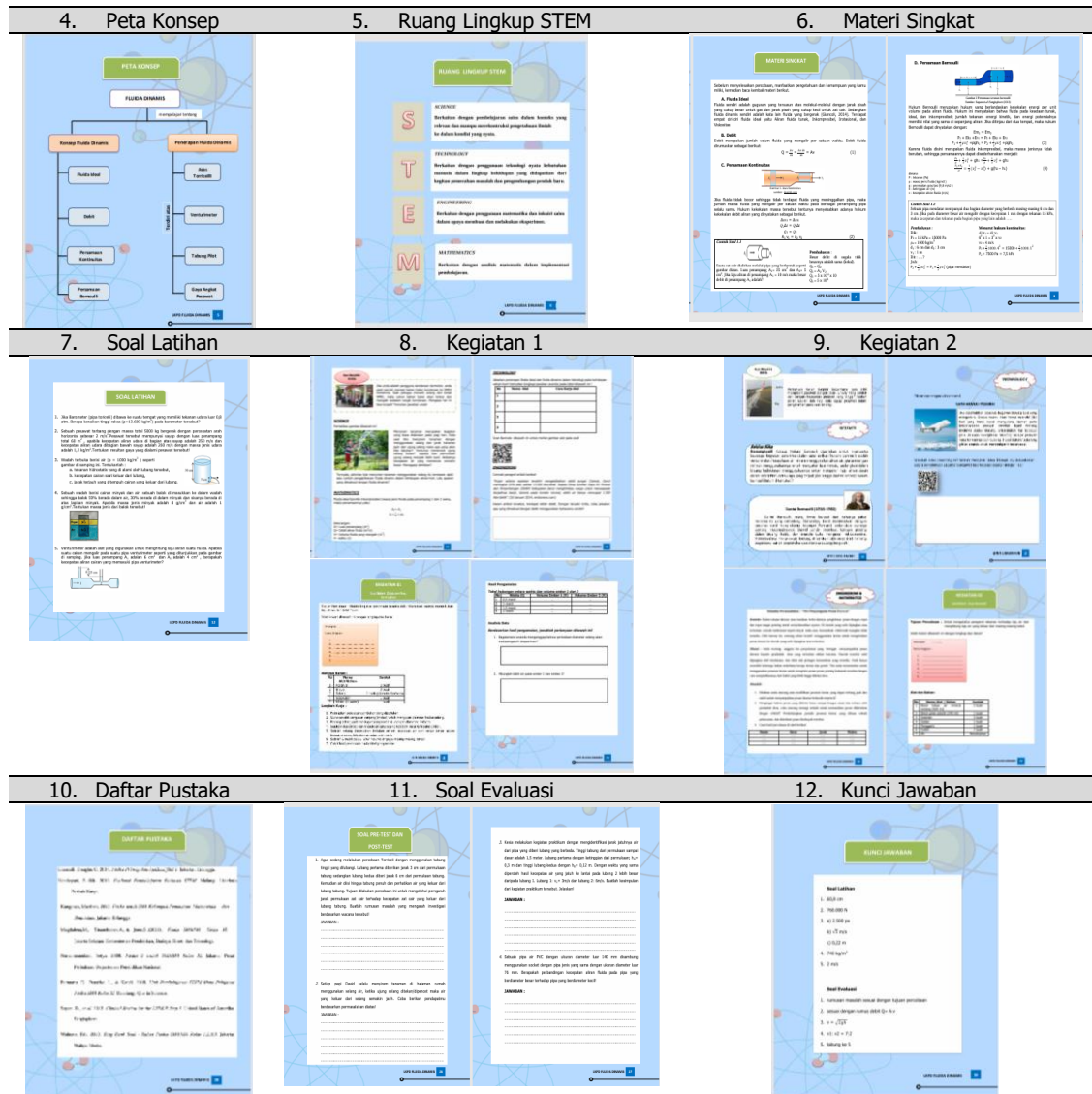
Tabel 8. Tabel hasil sebelum dan sesudah perbaikan

Sebelum	Sesudah
Cover diperbaiki	Perbaiki cover, pilih huruf & warna yang menarik serta animasi yang sesuai materi
Ruang lingkup STEM diakhir	Ruang lingkup STEM diubah menjadi awal
Tidak terdapat keterangan gambar beserta sumbernya	Cantumkan keterangan gambar beserta sumbernya
Tidak terdapat persamaan pada rumus	Gunakan persamaan pada setiap rumus
Tidak terdapat soal latihan	Tambahkan soal latihan pada LKPD

Berikut ini hasil Desain LKPD berbasis STEM yang telah diperbaiki sesuai dengan saran ahli materi dan ahli desain, agar LKPD layak digunakan saat pembelajaran dikelas. Untuk hasil desain LKPD berbasis STEM dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Desain LKPD berbasis STEM

1. Cover LKPD	2. Petunjuk Penggunaan LKPD	3. Capaian dan Tujuan Pembelajaran
		



LKPD selesai ditelaah, maka selanjutnya untuk mengetahui kelayakan dari LKPD yang di validasi ahli materi dan desain oleh dosen Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan. Berikut hasil rekapitulasi ahli materi dan desain. Data hasil rekapitulasi dosen ahli materi dimuat pada tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi validasi ahli materi

Aspek Yang Dinilai	Ahli 1	Ahli 2	Rata-rata aspek
Kelayakan Penyajian Materi	100 %	90 %	95 %
Mendorong Kemampuan Berpikir Kritis	100 %	100 %	100 %
Komponen STEM	90 %	95 %	92,5 %
Penggunaan Bahasa	100 %	100 %	100 %
Rata –Rata	97,5 %	93,75 %	95,62 %

Dari tabel 10 dapat dilihat bahwa persentase rata-rata dari 4 aspek yang dinilai tergolong pada kategori sangat layak dengan persentase 97,5 % oleh validator 1 dan 93,75 % oleh validator 2. Sehingga diperoleh rata-rata seluruhnya 95,62 % dengan kategori sangat layak. Selanjutnya Data hasil rekapitulasi dosen ahli desain dimuat pada tabel 11.

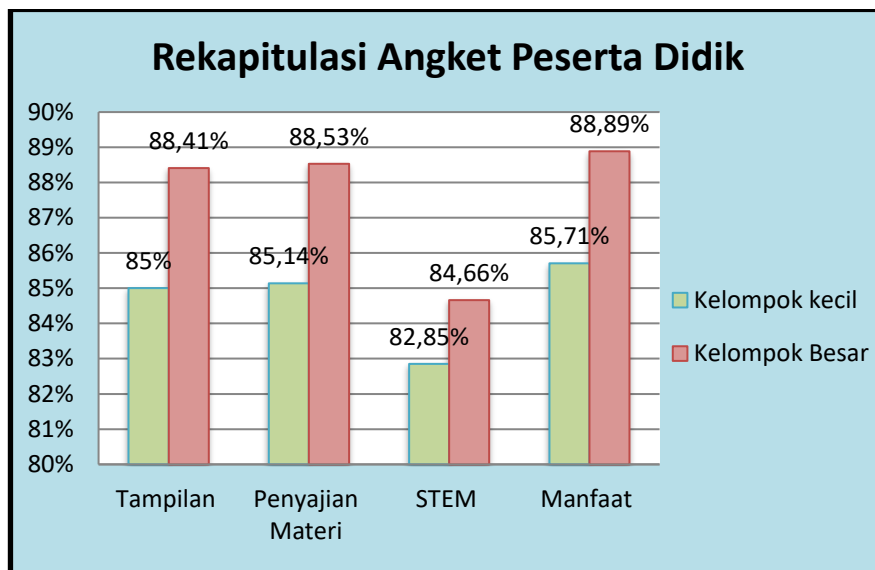
Tabel 11. Rekapitulasi validasi ahli desain

Aspek Yang Dinilai	Ahli 1	Ahli 2	Rata-rata aspek
Penyajian Komponen	85 %	75 %	80 %
Komponen STEM	100 %	85 %	92,5 %
Kegrafikan	100 %	92 %	96 %
Rata-rata	95,38 %	84,61 %	90 %

Dari tabel 11 dapat dilihat bahwa persentasi rata-rata dari 3 aspek yang dinilai tergolong pada kategori sangat layak dengan persentase 95,38 % oleh validator 1 dan 84,61 % oleh validator 2. Sehingga diperoleh rata-rata seluruhnya 90 % dengan kategori sangat layak.

Tahap *Implementation* dilakukan dengan menerapkan penggunaan LKPD dikelas. Adapun selama tahap ini dilakukan uji kelompok kecil dan uji kelompok besar yang nantinya akan dilakukan uji kepraktisan LKPD dengan menggunakan angket respon peserta didik dan tes kemampuan berpikir kritis siswa.

Pada uji coba kelompok kecil dipilih 7 orang siswa kelas XI IPA untuk melakukan kegiatan praktikum sesuai tahapan LKPD setelah itu mengisi angket respon peserta didik. Sedangkan Pada uji coba kelompok besar dipilih 30 orang siswa kelas XI IPA 1. Sebelumnya, peserta didik diminta untuk mengerjakan soal *pre-test* untuk mengukur tingkat awal kemampuan berpikir kritis siswa. Kemudian siswa melakukan kegiatan praktikum sesuai dengan LKPD dan mengerjakan soal *post-test* untuk melihat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Berikut gambar 3 untuk melihat hasil rekapitulasi angket kepraktisan peserta didik.



Gambar 3. Rekapitulasi angket peserta didik

Dilihat berdasarkan uji kepraktisan diatas, didapat persentase sebesar 84,67% terhadap kelompok kecil dan 87,62% terhadap kelompok besar dengan kriteria sangat praktis. Kemudian dilakukan uji keefektifan dengan memberikan tes kemampuan berpikir kritis.

Hasil *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh, kemudian diketahui nilai *N-gain* dan tercapainya ketuntasan hasil belajar. Uji *n-gain* bertujuan untuk menganalisis kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui peningkatan kognitif peserta didik setelah diberikan perlakuan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM pada materi fluida dinamis.

Data nilai pretes dan postes dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan perhitungan n-gain score <g> terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

$$\begin{aligned} < g > &= \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}} \\ &= \frac{81,83 - 42,73}{100 - 42,73} \\ &= \frac{39,1}{57,27} \\ &= 0,68 \end{aligned}$$

Sesuai uji gain tampak hasil peserta kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Siantar mendapatkan nilai 0,68 terkategori "Sedang" dan disimpulkan bahwa LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Peningkatan kemampuan berpikir kritis juga terlihat pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui kelima indikator berpikir kritis yang dilihat dari hasil pretest dan posttest peserta didik.

Tahap *Evaluation* digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki produk yang diperoleh dari evaluasi internal. Kegiatan yang dilakukan pada tahap evaluasi ini adalah analisis masalah, perbaikan desain, validasi dari ahli materi dan desain, serta respon peserta didik. Pada tahap analisis, evaluasi yang dilakukan adalah mengenai permasalahan yang didapatkan terkait rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa. Pada tahap desain, evaluasi dilakukan melalui rancangan desain LKPD berbasis STEM dan instrumen penelitian. Kemudian pada tahap pengembangan evaluasi dilakukan melalui validasi ahli materi dan ahli desain. Pada tahap implementasi evaluasi dilakukan melalui uji kepraktisan dan uji keefektifan terhadap kelompok kecil dan kelompok besar. Adapun setelah implementasi, peneliti kembali mengevaluasi hasil pengembangan melalui angket kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan yang telah diperoleh. Hasil evaluasi dijadikan sebagai evaluasi akhir mengenai hasil analisis produk yang dikembangkan serta menjadi patokan keberhasilan penelitian dengan menjawab rumusan masalah penelitian yang terdiri dari kevalidan, kepraktisan dan keefektifan produk sebagai upaya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Pembahasan

Hasil analisis data menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis. Keberhasilan penelitian ini dipengaruhi oleh beberapa aspek, yaitu kelayakan LKPD berbasis STEM, kepraktisan LKPD berbasis STEM dan Keefektifan LKPD berbasis STEM. Kelayakan LKPD berbasis STEM diperoleh dari hasil validasi ahli materi dan ahli desain. Berdasarkan tabel 10 dan 11, menjelaskan persentase validasi rata-rata setiap komponen dihitung dengan menggunakan perhitungan yang diuraikan. Hasil LKPD berbasis STEM memiliki kelebihan dalam membantu mempercepat pemahaman dan penguasaan materi oleh peserta didik terhadap materi ajar dikarenakan lewat LKPD ini peserta didik memiliki ketertarikan dan motivasi belajar yang tinggi.

Pada uji validasi LKPD Berbasis STEM mendapatkan nilai persentase sebesar dengan kategori sangat valid, keterampilan berpikir kritis peserta didik memperoleh nilai rata-rata dengan kategori sedang, respons peserta didik terhadap penggunaan LKPD Berbasis STEM sangat praktis. Penerapan LKPD berbasis STEM menjadi urgensi yang diterapkan di SMA. Hal tersebut didukung dengan penelitian terdahulu terkait penerapan LKPD berbasis STEM dapat membantu peserta didik untuk memahami dan mengalami proses penyelidikan ilmiah sehingga peserta didik belajar secara langsung mengembangkan keterampilan peserta didik untuk menerapkan pengetahuan mereka, sehingga mempengaruhi prestasi belajar peserta didik dan dapat memotivasi peserta didik dalam belajar (Fithri et al., 2021). Hal ini terlihat dari hasil validasi ahli materi dan validasi ahli desain terhadap LKPD Berbasis STEM dengan

keduanya memperoleh kriteria valid sehingga layak digunakan sebagai bahan pendukung dalam pembelajaran. Penggunaan LKPD berbasis STEM telah diimplementasikan pada penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa LKPD berbasis STEM yang menarik dan praktis serta mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Munawaroh & Supriadi, 2023). Hasil penelitian Rochim, *et al.*, (2023) menyatakan bahwa LKPD berbasis STEM memiliki kategori sangat layak berdasarkan aspek kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, dan kelayakan penyajian.

Kepraktisan LKPD berbasis STEM dapat dibuktikan dari respons peserta didik terhadap penggunaan LKPD berbasis STEM dalam proses pembelajaran. Kepraktisan dalam hal ini mengacu pada sejauh mana peserta didik menganggap intervensi praktis dan dapat digunakan dalam kondisi normal. Oleh karena itu, diperoleh hasil respons kelompok kecil dan kelompok besar diketahui bahwa kepraktisan LKPD berbasis STEM juga memperoleh hasil yang positif pada kategori "sangat praktis" sehingga LKPD memenuhi kriteria dan standar dalam pembelajaran, serta layak publikasikan dan digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran fisika khususnya materi fluida dinamis. LKPD berbasis STEM telah memenuhi kriteria praktis jika ditinjau dari aspek kepraktisan dengan persentase keterlaksanaan pembelajaran dengan berkategori sangat baik dan rata-rata penilaian berkategori baik, serta persentase respons peserta didik terhadap LKPD dengan berkategori baik (Arisha & Surya, 2024). Hasil perolehan angket kepraktisan dapat membuktikan bahwa LKPD berbasis STEM materi fluida dinamis untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik sangat praktis digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil penelitian sejalan dengan penelitian Rizkika, *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa E-LKPD berbasis STEM materi tekanan zat dengan perolehan skor 96,39% termasuk kategori sangat praktis. Hasil penelitian juga sejalan dengan penelitian Munawaroh, *et al.*, (2023) yang menyatakan bahwa LKPD berbasis STEM memperoleh persentase nilai rata-rata respon peserta didik secara keseluruhan yaitu sebesar 76,2% dengan kategori praktis berdasarkan empat aspek yaitu aspek kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan.

Hasil analisis keefektifan berdasarkan pengolahan data dapat dinyatakan bahwa LKPD berbasis STEM mampu meningkatkan berpikir kritis peserta didik secara efektif. Hasil keefektifan LKPD berbasis STEM yang dikembangkan membuat peserta didik senang dalam belajar sesuai dengan teori konstruktivisme Vygotsky tindakan seorang peserta didik akan secara spontan akan terus berulang sehingga peserta didik siap untuk berpikir kritis, hal itu menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM dikembangkan membuat peserta didik senang pada saat belajar dikarenakan dapat membuat peserta didik semakin tanggap dan aktif sehingga LKPD yang dikembangkan dinyatakan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil keefektifan LKPD berbasis STEM yang dikembangkan membuat peserta didik senang dalam belajar karena peserta didik akan secara spontan akan terus berulang sehingga peserta didik siap untuk berpikir kritis, hal itu menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM dikembangkan membuat peserta didik senang pada saat belajar dikarenakan dapat membuat peserta didik semakin tanggap dan aktif sehingga LKPD yang dikembangkan dinyatakan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran berbasis STEM terintegrasi berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sejalan dengan hasil penelitian, LKPD berbasis STEM memenuhi kategori efektif tinjauan dari skor nilai *n-gain* berkategori sedang, hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan kategori sedang setelah menggunakan LKPD berbasis pendekatan STEM dalam pembelajaran Rochim, *et al.*, (2023)

PENUTUP

Tingkat kelayakan LKPD yang dilakukan oleh validator diperoleh rata-rata persentasi sebesar 95,62% oleh validator materi dengan kriteria sangat layak dan rata-rata persentasi sebesar 90% oleh validator desain dengan kriteria sangat layak. Setelah dilakukan penilaian oleh para validator selanjutnya dilakukan perbaikan dan revisi sesuai masukan validator. Tingkat kepraktisan LKPD yang dikembangkan diperoleh hasil angket respon siswa yang dilakukan oleh kelompok kecil sebesar 84,67% dan kelompok besar sebesar 87,62% dengan kategori sangat praktis. Tingkat kelayakan LKPD yang dikembangkan diperoleh dari hasil N-Gain dengan skor perolehan sebesar 0,68 tergolong dalam kategori sedang. Dengan demikian LKPD berbasis STEM dinyatakan layak, praktis dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik terkhusus materi fluida dinamis dalam konteks pembelajaran di SMA Negeri 1 Siantar. Dari penelitian yang dilakukan diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian tambahan untuk mengeksplorasi variabel lain yang dapat mempengaruhi kemampuan berpikir kritis peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldila, C. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal FKIP Universitas Lampung*, 5(4): 85-95.
- Arisha, D., & Surya, E. (2024). Pengembangan LKPD berbasis pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(1), 345-352.
- Chesky, N. Z., & Wolmeyer, R. (2015). *Phylosophy of STEM Education: A Critical Investigation*. New York: Palgrave Macmillan.
- Dyanti, M. (2023). Keterampilan Pembelajar Di Abad Ke-21. *JUPENJI: Jurnal Pendidikan Jompa Indonesia*, 2(1), 101-109.
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature Of Critical Thinking: An Outline Of Critical Thinking Dispositions And Abilities*. University Of Illinois.
- Fatimah, S., & Zulaiha, F. (2023). Implementasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X. *Jurnal Tahsinia*, 4(2), 230-241.
- Fithri, S., Pada, A. U. T., Artika, W., Nurmaliah, C., & Hasanuddin, H. (2021). Implementasi LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(4), 555-564.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Score*. USA: Dept of Physics Indiana University.
- Hartini, S., Mariani, I., Misbah, & Sulaeman, N. F. (2020). Developing of students worksheets through STEM approach to train critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4):042029.
- Jaka, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA* 2 (2), 1-9.
- Linda, F.S. (2022). *Pemikiran Kritis dan Kreatif*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Mardiah Astuti dan Fajri Ismail. (2021). *Studi Inovasi dan Globalisasi Pendidikan Suatu Pendekatan Teoritis dan Riset Dilengkapi Contoh Hasil R&D Bahan Ajar*. Yogyakarta: Deepublish.

- Munawaroh, F., Handayani, R., & Supriadi, B. (2023). Implementasi LKPD Berbasis STEM Untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Pada Pokok Bahasan Gerak Lurus. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(1), 9-15.
- Mohz. Zaidi, *et all.* (2022). Analysis Of The Application Of The STEAM Approach To Learning In Indonesia: Contributions To Physics Education. *International Journal Of Current Educational Research*, 1(1), 1-17.
- Prastowo, A. (2014). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Riduwan. (2010). *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru-Karyawan dan Peneliti Pemula*. Bandung : CV Alfabeta.
- Riduwan. (2010). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian (Edisi 7)*. Bandung: Alfabeta.
- Rizkika, M., Putra, P. D. A., & Ahmad, N. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM Pada Materi Tekanan Zat Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 7(1), 41-48.
- Rochim, A. N., Trisnowati, E., & Siswanto. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis STEM Tema Tekanan Disekitarku Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Proceeding Seminar Nasional IPA*.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development/ R&D)*. Cetakan Ke-4. Bandung : Alfabeta.