JURNAL MANAJEMEN PENDIDIKAN
Homepage : https://ejurnal.stkip-pessel.ac.id/index.php/jmp
Email : jmp@stkip-pessel.ac.id

p-ISSN : 2548-4826 ; e-ISSN : 2548-4834
Vol. 11, No. 5, October 2026
Page 12207-12224
© Penulis
Jurnal Manajemen Pendidikan

VALIDITAS DAN KEPRAKTISAN E-LKPD BERBASIS MODEL PROBLEM BASED LEARNING PADA MATERI FLUIDA STATIS UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA FISIKA SMA/MA

Ghina Hanifah[1], Ratnawulan[2], Ahmad Fauzi[3], Fadhila Ulfa Jhora[4]
[1,2,3,4] Universitas Negeri Padang, Indonesia

Email: ginahanifah67@gmail.com

Check for updates OPEN ACCESS
DOI: https://doi.org/10.34125/jmp.v11i5.3844

Sections Info

Article history:
Submitted: 9 August 2026
Final Revised: 28 August 2026
Accepted: 26 September 2026
Published: 31 October 2026

Keywords:
Problem Based Learning
E-LKPD
Static Fluids
Critical Thinking
4D Model

ABSTRACT

Objective: *Students' critical thinking in physics remains low, while conventional worksheets rarely provide interactive problem-solving activities. This study aimed to develop a Problem Based Learning (PBL)-based electronic student worksheet (E-LKPD) on static fluids that is valid and practical for facilitating senior high school students' critical thinking. This research and development study applied the 4D model (Define, Design, Develop) without the Disseminate stage. An initial test based on five Ennis indicators involved 20 students; three validators assessed the product (82 items, six aspects); and one teacher and 20 students rated its practicality. Validity and practicality were analyzed using Aiken's V. Initial critical thinking averaged 46.59% (Very Low). The E-LKPD was very valid (overall V = 0.909) and very practical according to the teacher (V = 0.982) and the students (V = 0.814), although the students' ratings of Implementation (V = 0.792) and Benefit (V = 0.800) were moderate. The E-LKPD links each PBL syntax to Ennis's critical thinking indicators within one digital teaching material. The findings support validity and practicality only; effectiveness requires a pretest–posttest study.*

ABSTRAK

Objektif: *Kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika masih rendah, sedangkan LKPD konvensional belum menyediakan kegiatan pemecahan masalah yang interaktif dan terstruktur. Penelitian ini bertujuan mengembangkan E-LKPD berbasis model Problem Based Learning (PBL) pada materi fluida statis yang valid dan praktis untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa SMA/MA. Penelitian pengembangan ini memakai model 4D (Define, Design, Develop) tanpa tahap Disseminate. Tes awal berdasarkan lima indikator Ennis melibatkan 20 siswa; tiga validator menilai produk (82 butir, enam aspek); satu guru dan 20 siswa menilai kepraktisan pada uji coba terbatas. Validitas dan kepraktisan dianalisis dengan indeks Aiken's V dan dikategorikan menurut kriteria yang berlaku. Kemampuan berpikir kritis awal rata-rata 46,59% (Rendah Sekali). E-LKPD sangat valid (V keseluruhan = 0,909) dan sangat praktis menurut guru (V = 0,982) dan siswa (V = 0,814), meskipun penilaian siswa pada indikator Keterlaksanaan (V = 0,792) dan Manfaat (V = 0,800) tergolong sedang sehingga perlu diperkuat. E-LKPD menautkan setiap sintaks PBL dengan indikator berpikir kritis Ennis dalam satu bahan ajar digital. Temuan hanya mendukung validitas dan kepraktisan; efektivitas memerlukan penelitian pretest–posttest.*

Kata kunci: *Problem Based Learning, E-LKPD, Fluida Statis, Berpikir Kritis, Model 4D*

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir kritis merupakan kompetensi kognitif tingkat tinggi yang memungkinkan siswa menganalisis informasi, menilai bukti, dan menentukan keputusan secara rasional (Ennis, 2018). Dalam pembelajaran fisika, kompetensi ini penting karena pengetahuan fisika dibangun melalui pengamatan gejala alam dan penalaran yang sistematis, sehingga siswa perlu mampu menggunakan konsep dan prinsip untuk menyelesaikan masalah (Taufik & Doyan, 2022). Penelitian ini memakai lima kelompok indikator berpikir kritis menurut kerangka Ennis, yaitu *basic clarification*, *basis for a decision*, *inference*, *advanced clarification*, serta *strategy and tactics* (Anggreani et al., 2023; Ennis, 2018). Fluida statis merupakan materi fisika kelas XI yang menuntut penalaran konseptual dan kritis karena mencakup tekanan hidrostatis, hukum Pascal, dan hukum Archimedes yang berkaitan erat dengan fenomena sehari-hari (Anggreani et al., 2023; Giancoli, 2005). Sejumlah penelitian melaporkan bahwa penguasaan siswa pada materi fluida belum optimal (Akhmalia et al., 2018; Oktaviani et al., 2017). Pada tingkat internasional, kemampuan berpikir kritis siswa sekolah menengah dalam pembelajaran fisika juga dilaporkan baru berada pada kategori sedang (Abeden & Siew, 2022).

Kondisi tersebut tampak pada analisis awal (tahap *Define*) di SMA Pembangunan Laboratorium UNP. Tes berpikir kritis yang diberikan kepada 20 siswa menunjukkan rata-rata 46,59% dengan kategori Rendah Sekali. Capaian kelima indikator berkisar antara 45,00% dan 48,00%, yaitu *basic clarification* 46,60%, *basis for a decision* 46,25%, *inference* 47,08%, *advanced clarification* 45,00%, serta *strategy and tactics* 48,00%. Selisih antarindikator yang kecil menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa rendah secara merata. Analisis kebutuhan melalui wawancara dan observasi pada studi pendahuluan juga mengindikasikan bahwa pembelajaran masih berpusat pada guru dan LKPD yang digunakan masih berbentuk cetak, belum memuat masalah kontekstual maupun multimedia interaktif, sejalan dengan kebutuhan guru akan bahan ajar fluida berbasis fenomena (Anggreani et al., 2023).

Urgensi pengembangan E-LKPD ditelaah dengan memadukan hasil studi pendahuluan dan bukti dari penelitian terdahulu. Pendekatan ini digunakan agar kebutuhan produk tidak hanya didasarkan pada satu temuan lokal, tetapi juga didukung oleh kajian teoretis dan empiris. Lima aspek yang dianalisis mencakup kemampuan awal siswa, penguasaan fluida statis, konteks internasional, keterbatasan bahan ajar, dan dasar penggunaan PBL. Ringkasan hubungan antara temuan dan implikasinya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data dan teori yang mendasari urgensi penelitian

No	Aspek urgensi	Data atau temuan	Implikasi bagi penelitian
1	Kemampuan berpikir kritis awal siswa	Rata-rata 46,59% (Rendah Sekali); capaian indikator 45,00%–48,00% (data tes awal penelitian)	Diperlukan bahan ajar yang melatihkan kelima indikator Ennis secara terpadu
2	Penguasaan materi fluida statis	Dilaporkan belum optimal (Akhmalia et al., 2018; Oktaviani et al., 2017)	Diperlukan bahan ajar yang menopang penalaran konseptual
3	Berpikir kritis dalam fisika pada konteks internasional	Berada pada kategori sedang pada siswa sekolah menengah (Abeden & Siew, 2022)	Masalah tidak terbatas pada satu sekolah
4	Bahan ajar yang tersedia	LKPD berbentuk cetak tanpa masalah kontekstual dan multimedia (studi pendahuluan); guru membutuhkan bahan ajar berbasis fenomena (Anggreani et al., 2023)	Diperlukan E-LKPD yang interaktif dan kontekstual

No	Aspek urgensi	Data atau temuan	Implikasi bagi penelitian
5	Dasar teoretis dan empiris PBL	Ukuran efek rata-rata 1,08 pada fisika (Busyairi & Kusuma, 2023); PBL banyak dikaji terhadap berpikir kritis (Anggreani et al., 2023; Boasberg et al., 2019)	PBL layak dipadukan ke dalam E-LKPD

Sumber: data penelitian (tes awal tahap Define) dan kajian pustaka

Tabel 2 menunjukkan bahwa urgensi penelitian terbentuk dari kesenjangan yang saling menguatkan antara kebutuhan belajar dan ketersediaan bahan ajar. Data tes awal memberikan bukti langsung pada konteks penelitian, sedangkan literatur memperluas dasar bahwa kesulitan berpikir kritis dan penguasaan fluida bukan persoalan yang berdiri sendiri. Dengan demikian, pengembangan E-LKPD diarahkan bukan sekadar mengganti format cetak menjadi digital, melainkan menambahkan masalah kontekstual, multimedia, dan rangkaian aktivitas yang secara eksplisit melatih penalaran. Landasan ini membenarkan pengujian validitas dan kepraktisan produk, tetapi belum menjadi bukti bahwa produk efektif meningkatkan kemampuan siswa.

Keterbatasan bahan ajar tersebut perlu diatasi karena LKPD berfungsi sebagai panduan kegiatan belajar yang melatih keterampilan berpikir siswa, dan kualitas bahan ajar menentukan keterarahan proses belajar (Firmonia et al., 2020; Magdalena et al., 2020; Prastowo, 2019). Bentuk elektronik memungkinkan integrasi gambar, video, dan umpan balik serta akses yang tidak dibatasi ruang dan waktu (Haleem et al., 2022). Platform seperti Liveworksheets memungkinkan guru menyusun LKPD interaktif secara daring (Heldalia & Wiyatmo, 2025; Sele, 2022).

Model *Problem Based Learning* (PBL) menempatkan masalah dunia nyata sebagai titik awal belajar sehingga siswa terlibat dalam penyelidikan dan belajar mandiri (Kaniyah et al., 2022). PBL dipandang sebagai pendekatan konstruktivis yang berfokus pada pemecahan masalah (Hmelo-Silver, 2004). Pengaruh PBL terhadap berpikir kritis telah dikaji pada pembelajaran fisika (Al-Fikry et al., 2018), dan e-modul berbasis PBL dilaporkan meningkatkan berpikir kritis siswa (Sulhan et al., 2023). Sintesis meta-analisis pada pembelajaran sains melaporkan ukuran efek rata-rata 1,08 untuk fisika (Busyairi & Kusuma, 2023), dan tinjauan sistematis serta meta-analisis lain juga melaporkan bahwa PBL dapat meningkatkan berpikir kritis (Anggraeni et al., 2023; Liu & Pásztor, 2022). Pemaduan PBL dengan E-LKPD berbantuan Liveworksheets telah dilaporkan pada pembelajaran fisika (Heldalia & Wiyatmo, 2025; Prihandono et al., 2023).

Pengembangan bahan ajar elektronik untuk melatih berpikir kritis telah dilaporkan dengan berbagai pendekatan, antara lain E-LKPD berbasis POE pada fluida statis (Oktarina, 2023), E-LKPD berbasis STEM pada materi tekanan zat (Rizkika et al., 2022), E-LKPD fisika berbasis PBL pada materi vektor (Mustofa et al., 2026), E-LKPD berbasis PBL untuk kegiatan praktikum (Wardhani et al., 2025), serta E-LKPD berbasis PBL pada materi biologi (Masruroh & Raharjo, 2024). Studi-studi tersebut menggunakan pendekatan, materi, dan ukuran kualitas yang beragam. Berdasarkan penelusuran dalam penelitian ini, belum ditemukan laporan yang menautkan setiap sintaks PBL secara eksplisit dengan lima indikator berpikir kritis Ennis pada E-LKPD fluida statis sekaligus melaporkan validitas enam aspek dengan Aiken's V serta kepraktisan dari guru dan siswa. Pengujian validitas dan kepraktisan perlu dilakukan sebelum produk diuji efektivitasnya (Ramadhan et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan menghasilkan E-LKPD berbasis model PBL pada materi fluida statis yang valid dan praktis untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa SMA/MA. Kebaruan penelitian terletak pada (a) pemetaan lima sintaks PBL ke lima indikator berpikir kritis Ennis dalam E-LKPD, (b) pengujian validitas pada enam aspek melalui Aiken's V, dan

(c) pengujian kepraktisan oleh guru dan siswa. Penelitian dibatasi pada validitas dan kepraktisan sehingga efektivitas produk terhadap peningkatan berpikir kritis tidak diuji. Pembatasan ini sejalan dengan model 4D yang memisahkan tahap pengembangan dan penyebaran produk (Thiagarajan et al., 1974).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*research and development*) yang bertujuan menghasilkan produk dan menguji kualitasnya (Sugiyono, 2019). Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D (*Define*, *Design*, *Develop*, *Disseminate*) dari Thiagarajan et al. (Thiagarajan et al., 1974), yang dipilih karena menyediakan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, dan pengembangan perangkat pembelajaran secara sistematis. Penelitian ini melaksanakan tahap *Define*, *Design*, dan *Develop* (validasi ahli, revisi, serta uji kepraktisan terbatas oleh guru dan siswa); tahap *Disseminate* tidak dilaksanakan.

Partisipan penelitian terdiri atas tiga kelompok. Pertama, 20 siswa kelas XI Fase F SMA Pembangunan Laboratorium UNP tahun ajaran 2026 yang mengikuti tes awal berpikir kritis pada tahap *Define*. Kedua, tiga validator ahli yang menilai produk, yaitu ahli media, ahli bahasa, dan ahli materi. Ketiga, responden uji kepraktisan, yaitu satu guru fisika dan 20 siswa yang sama dengan peserta tes awal.

Penelitian pengembangan dilaksanakan melalui tahapan yang saling berkaitan agar keputusan rancangan berangkat dari kebutuhan dan berakhir pada pengujian produk. Model 4D digunakan sebagai kerangka, tetapi pelaksanaannya dibatasi pada Define, Design, dan Develop. Setiap tahap menghasilkan masukan bagi tahap berikutnya, termasuk hasil tes awal, rancangan E-LKPD, serta revisi berdasarkan validasi dan uji kepraktisan. Langkah-langkah tersebut disajikan pada Tabel.



Gambar 1. Langkah-langkah penelitian pengembangan model 4D

Gambar 1 menunjukkan bahwa keputusan pengembangan diambil secara bertahap, mulai dari diagnosis kebutuhan hingga penilaian produk oleh ahli dan pengguna. Tahap Define menjadi dasar penentuan fitur, Design menerjemahkannya ke dalam struktur E-LKPD, dan Develop menguji serta memperbaiki hasil rancangan. Tidak dilaksanakannya Disseminate membatasi klaim pada produk yang valid dan praktis dalam uji coba terbatas. Dengan demikian, alur ini belum menyediakan dasar untuk menyatakan efektivitas ataupun keterterapan produk pada skala yang lebih luas.

Instrumen terdiri atas empat jenis. (1) Tes berpikir kritis berbentuk esai dengan rubrik skor 0–4 untuk setiap indikator. (2) Angket validasi yang memuat 82 butir pada enam aspek, yaitu substansi materi, tampilan komunikasi visual, struktur E-LKPD, pemanfaatan *software*, model PBL, dan kemampuan berpikir kritis; komponen angket mengacu pada validasi bahan ajar berbasis TIK (Nasional, 2010). (3) Angket kepraktisan guru dengan 31 butir pada tujuh indikator (kepraktisan penggunaan, kemudahan penggunaan, keterlaksanaan, manfaat, kemenarikan, kejelasan bahan ajar, dan keefektifan waktu). (4) Angket kepraktisan siswa dengan 29 butir pada lima indikator (kepraktisan penggunaan, kemudahan penggunaan, keterlaksanaan, manfaat, dan kemenarikan). Seluruh angket memakai skala Likert 1–5 (1 = sangat tidak setuju hingga 5 = sangat setuju).

Skor tes berpikir kritis dihitung dengan NP = (R/SM) × 100%, dengan NP nilai persen, R skor mentah, dan SM skor maksimum ideal, lalu dikategorikan menurut Purwanto (2019) seperti pada Tabel 2. Validitas dianalisis dengan indeks Aiken's V (Aiken, 1985) menurut rumus berikut.

$$V = \frac{\Sigma s}{[n(c-1)]}$$

$$s = r - l_0$$

Pada rumus tersebut, V adalah indeks kesepakatan penilai, r skor dari penilai, l_0 skor penilaian terendah (1), c skor penilaian tertinggi (5), dan n jumlah penilai. Nilai n = 3 untuk validitas, n = 1 untuk kepraktisan guru, dan n = 20 untuk kepraktisan siswa. Nilai V indikator dan aspek dihitung sebagai rerata nilai V butir atau indikator di dalamnya, sedangkan nilai keseluruhan dihitung sebagai rerata nilai V aspek (validitas) atau indikator (kepraktisan). Kepraktisan dianalisis dengan rumus yang sama dan dapat dinyatakan dalam persentase dengan mengalikan V dengan 100. Produk dinyatakan praktis apabila berada pada kategori minimal cukup praktis. Nilai V disajikan dengan tiga angka desimal dan persentase dengan dua angka desimal, dibulatkan setengah ke atas.

Kategori kemampuan berpikir kritis ditetapkan agar skor hasil tes dapat ditafsirkan secara konsisten. Pengelompokan ini menggunakan rentang skor yang telah ditetapkan dan tidak diubah berdasarkan sebaran nilai peserta. Kriteria yang menjadi acuan untuk membaca hasil tes awal disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria kemampuan berpikir kritis

Skor (%)	Kategori
86–100	Sangat Tinggi
76–85	Tinggi
60–75	Cukup
55–59	Rendah
≤ 54	Rendah Sekali

Sumber: Purwanto (Purwanto, 2019)

Tabel 2 memperlihatkan bahwa batas kategori Rendah Sekali berada pada skor 54% atau lebih rendah, sedangkan kategori Rendah dimulai pada 55%. Dengan rata-rata awal 46,59%, siswa memerlukan kenaikan minimal 8,41 poin persentase hanya untuk melewati batas menuju kategori Rendah. Jarak ini menegaskan bahwa intervensi perlu menyasar proses penalaran secara mendasar, bukan hanya menambah jumlah latihan. Kategori tersebut digunakan untuk interpretasi hasil dan tidak dengan sendirinya membuktikan penyebab

rendahnya kemampuan siswa.

Penilaian validitas dan kepraktisan ditafsirkan menggunakan interval indeks Aiken's V yang sama, tetapi dengan label kategori yang berbeda. Batas kategori penting diperhatikan karena nilai tepat 0,800 masih termasuk kategori sedang, sedangkan kategori tinggi mensyaratkan V lebih besar dari 0,800. Kriteria yang digunakan untuk menilai setiap butir, indikator, aspek, dan hasil keseluruhan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3**.** Kriteria validitas (Aiken's V) dan kepraktisan

Interval V	Kategori validitas	Kategori kepraktisan
$V \leq 0{,}4$	Kurang valid (Rendah)	Kurang praktis (Rendah)
$0{,}4 < V \leq 0{,}8$	Cukup valid (Sedang)	Cukup praktis (Sedang)
$V > 0{,}8$	Sangat valid (Tinggi)	Sangat praktis (Tinggi)

Sumber: Ramadhan et al. (Ramadhan et al., 2024)

Tabel 3 memberikan dasar yang konsisten untuk membandingkan hasil validasi dan uji kepraktisan tanpa menyamakan makna keduanya. Validitas menunjukkan kelayakan isi dan konstruksi menurut penilai, sedangkan kepraktisan menggambarkan persepsi pengguna terhadap pemanfaatan produk. Posisi nilai siswa sebesar 0,814 hanya sedikit di atas batas kategori tinggi sehingga tetap perlu dibaca bersama indikator yang berada pada kategori sedang. Selain itu, indeks pada penilaian guru diperoleh dari satu penilai sehingga kategorinya tidak dapat digeneralisasi seolah-olah berasal dari banyak guru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahap Define diawali dengan pengukuran kemampuan berpikir kritis untuk memperoleh gambaran kebutuhan siswa secara langsung. Tes diberikan kepada 20 siswa dan hasilnya diuraikan menurut lima indikator Ennis, bukan hanya sebagai satu skor total. Perbandingan antarindikator digunakan untuk menentukan apakah kesulitan siswa terpusat pada aspek tertentu atau tersebar secara merata. Hasil pengukuran dan kategorinya disajikan pada Tabel 4.

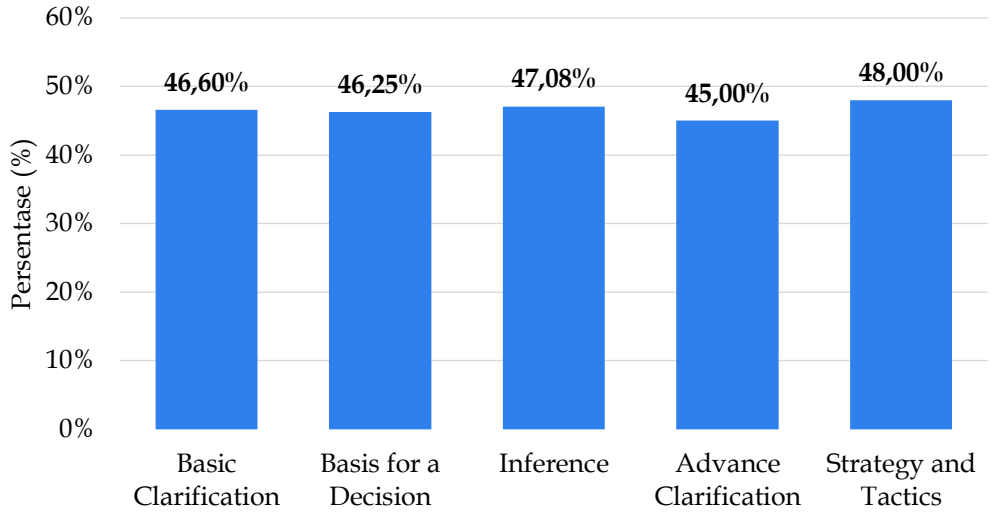
Tabel 4**.** Hasil analisis awal kemampuan berpikir kritis siswa (n = 20)

No	Indikator berpikir kritis	Capaian (%)	Kategori
1	Basic Clarification	46,60	Rendah Sekali
2	Basis for a Decision	46,25	Rendah Sekali
3	Inference	47,08	Rendah Sekali
4	Advanced Clarification	45,00	Rendah Sekali
5	Strategy and Tactics	48,00	Rendah Sekali
	Rata-rata	**46,59**	**Rendah Sekali**

Sumber: data tes awal tahap Define

Tabel 4 menunjukkan capaian tertinggi pada strategy and tactics sebesar 48,00% dan terendah pada advanced clarification sebesar 45,00%. Rentang 3,00 poin persentase yang sempit menunjukkan tidak ada indikator yang telah menjadi kekuatan dominan, sedangkan nilai rata-rata 46,59% menempatkan seluruh hasil pada kategori Rendah Sekali. Pola ini mengarahkan pengembangan E-LKPD untuk memfasilitasi kelima indikator secara terpadu melalui kegiatan yang saling berkaitan. Namun, data awal ini belum menjelaskan faktor penyebabnya karena berasal dari satu sekolah dan satu kali pengukuran.

Selain disajikan dalam bentuk tabel, capaian awal divisualkan sebagai diagram batang untuk memudahkan perbandingan antarindikator. Setiap batang mewakili persentase capaian satu indikator dengan skala yang sama sehingga perbedaan tingginya dapat dibandingkan secara langsung. Visualisasi ini membantu mengidentifikasi keseragaman pola yang mungkin kurang terlihat ketika hanya membaca deretan angka. Perbandingan tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Capaian awal kemampuan berpikir kritis siswa per indikator

Gambar 2 memperlihatkan tinggi batang yang relatif serupa pada kelima indikator sehingga memperkuat temuan bahwa kemampuan berpikir kritis rendah secara merata. Capaian strategy and tactics hanya 1,41 poin persentase di atas rata-rata, sedangkan advanced clarification berada 1,59 poin persentase di bawah rata-rata. Bahkan capaian tertinggi masih berjarak 7,00 poin persentase dari batas awal kategori Rendah sebesar 55%. Visualisasi ini kembali menegaskan bahwa pembelajaran perlu memperkuat seluruh rangkaian penalaran, bukan memusatkan perbaikan pada satu indikator.

Rancangan E-LKPD disusun sebagai rangkaian halaman yang mengarahkan siswa dari orientasi awal menuju evaluasi. Komponen produk mengacu pada struktur yang dinilai dalam instrumen validasi sehingga kebutuhan pengguna dan kriteria kualitas dapat dipertemukan. Urutan ini juga dimaksudkan untuk membantu siswa menggunakan bahan ajar secara mandiri tanpa kehilangan keterkaitan antara materi, kegiatan, dan penilaian. Komponen beserta distribusi halamannya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Komponen dan urutan halaman E-LKPD

No	Komponen	Isi atau aktivitas	Halaman
1	Judul	Judul sesuai materi fluida statis dan pembelajaran berbasis PBL	[1]
2	Petunjuk penggunaan	Arahan penggunaan untuk pembelajaran daring dan tatap muka	[3]
3	CP, TP, dan ATP	Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka, tujuan pembelajaran, dan alur tujuan pembelajaran	[6]
4	Materi	Materi fluida statis yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari dan mendukung PBL	[12]
5	Kegiatan pembelajaran	Kegiatan menurut lima sintaks PBL beserta kolom jawaban	[8]
6	Lembar kerja dan soal	Soal kontekstual yang sesuai dengan indikator berpikir kritis	[10]

No	Komponen	Isi atau aktivitas	Halaman
7	Media dan tampilan	Gambar dan video pendukung, tata letak, huruf, dan warna	[9]
8	Penilaian	Evaluasi akhir dan refleksi pembelajaran	[18]

Sumber: indikator pada aspek Struktur E-LKPD di angket validasi.

Tabel 5 menunjukkan bahwa E-LKPD tidak hanya memuat materi dan soal, tetapi juga petunjuk, arah tujuan pembelajaran, media pendukung, serta evaluasi. Materi memperoleh porsi halaman terbesar, sedangkan kegiatan pembelajaran dan lembar kerja ditempatkan terpisah agar penjelasan konsep dan penggunaan konsep dapat dibedakan secara jelas. Struktur tersebut mendukung keberlanjutan pengalaman belajar karena siswa mengetahui tujuan sebelum mengerjakan aktivitas dan memperoleh evaluasi setelahnya. Meskipun demikian, kelengkapan komponen baru menunjukkan kelayakan struktur produk dan tidak otomatis menjamin kualitas interaksi selama penggunaan.

Setiap kegiatan dalam E-LKPD dirancang dengan mempertimbangkan hubungan antara sintaks PBL dan proses berpikir kritis. Pemetaan dilakukan untuk memastikan bahwa aktivitas siswa tidak berhenti pada membaca materi, tetapi bergerak menuju pengamatan, penarikan kesimpulan, dan evaluasi keputusan. Satu indikator ditetapkan sebagai fokus utama pada setiap sintaks agar arah kegiatan lebih jelas. Hubungan rancangan tersebut disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pemetaan sintaks PBL ke indikator berpikir kritis Ennis

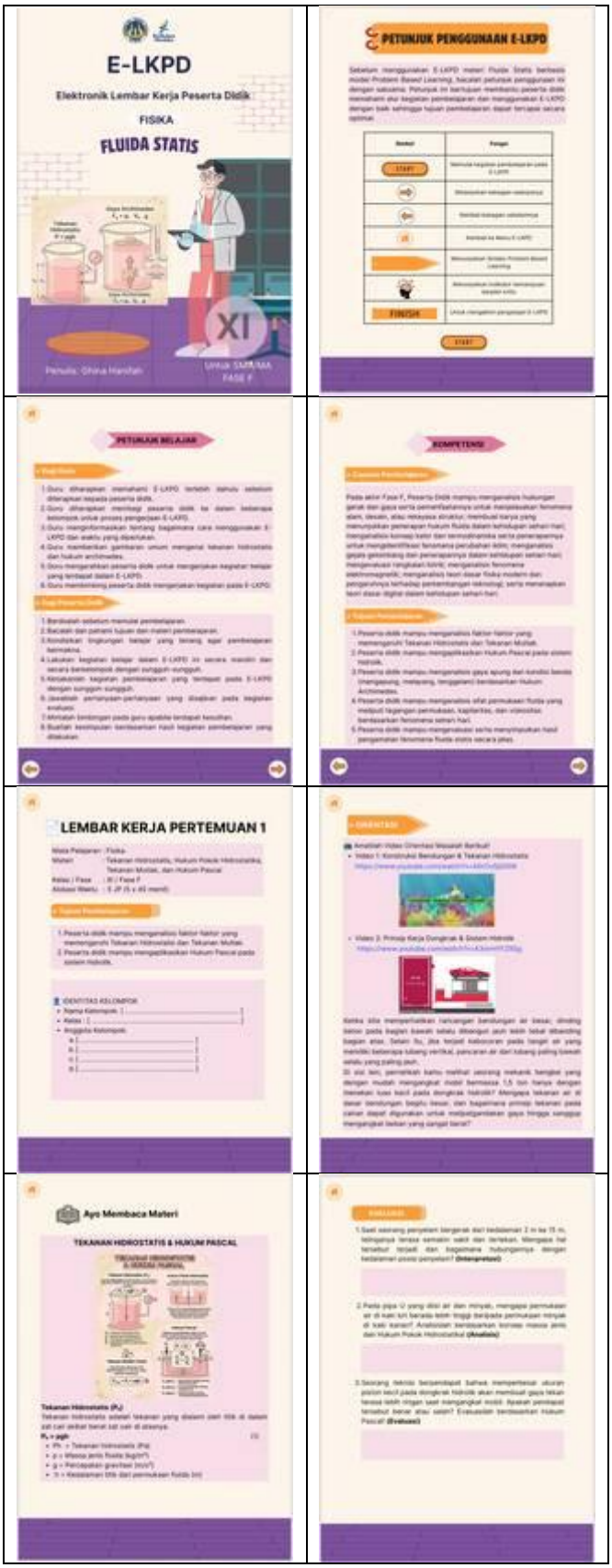
Sintaks PBL	Aktivitas dalam E-LKPD	Indikator Ennis (fokus)	Subindikator
1. Orientasi siswa pada masalah	Masalah dunia nyata dan video pendukung tentang fluida statis	Basic Clarification	Memfokuskan pertanyaan; menganalisis argumen
2. Mengorganisasi siswa untuk belajar	Latihan untuk menguji pemahaman materi	Advanced Clarification	Mengidentifikasi istilah dan asumsi
3. Membimbing penyelidikan	Percobaan sederhana dengan software atau praktikum nyata	Basis for a Decision	Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi; mempertimbangkan kredibilitas sumber
4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Menampilkan hasil yang diperoleh selama percobaan	Inference	Membuat deduksi dan induksi; membuat dan mempertimbangkan keputusan
5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Kesimpulan sesuai tujuan pembelajaran dan soal latihan evaluasi	Strategy and Tactics	Memutuskan suatu tindakan; berinteraksi dengan orang lain

Sumber: Ennis (2018)

Tabel 6 memperlihatkan adanya keselarasan konseptual antara tindakan yang dilakukan siswa dan tuntutan kognitif yang ingin dilatih. Penyelidikan dipasangkan dengan basis for a decision karena siswa harus menggunakan bukti pengamatan, sedangkan penyajian hasil dipasangkan dengan inference karena siswa menarik kesimpulan dari data. Pemetaan satu-ke-satu ini berfungsi sebagai penekanan, bukan pemisahan mutlak, karena satu kegiatan tetap dapat melibatkan lebih dari satu indikator Ennis. Dengan demikian, kekuatan rancangan terletak pada keterhubungan antarsintaks, sedangkan keberhasilannya dalam praktik tetap perlu diperiksa melalui respons dan hasil belajar siswa.

Produk hasil pengembangan dikemas dalam bentuk E-LKPD digital untuk kelas XI Fase F dengan cakupan materi fluida statis. Antarmuka dirancang agar navigasi, tujuan pembelajaran, masalah kontekstual, kegiatan penyelidikan, dan evaluasi dapat diakses dalam satu rangkaian. Dua bagian kegiatan membahas tekanan hidrostatis dan hukum Pascal serta

hukum Archimedes dan konsep fluida lainnya. Contoh tampilan produk disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan antarmuka E-LKPD fluida statis berbasis PBL

Gambar 3 memperlihatkan bahwa komponen rancangan telah diterjemahkan ke dalam halaman yang dapat digunakan, bukan hanya berhenti sebagai kerangka konseptual. Penggunaan video, simulasi, kolom jawaban digital, dan penanda indikator berpikir kritis memberi peluang bagi siswa untuk menghubungkan fenomena dengan kegiatan analisis. Tata letak dan petunjuk menjadi penting karena banyaknya fitur dapat menambah beban penggunaan apabila navigasi tidak dipahami. Oleh sebab itu, tampilan yang menarik perlu dinilai bersama hasil kepraktisan, terutama kejelasan petunjuk dan keterbacaan huruf.

Kelayakan awal E-LKPD diperiksa melalui validasi oleh tiga ahli yang menilai 82 butir pada enam aspek. Hasil diringkas per aspek untuk melihat apakah terdapat bagian produk yang secara relatif lebih kuat atau masih memerlukan perhatian. Penggunaan nilai rata-rata aspek juga membantu menjaga agar aspek dengan jumlah butir lebih banyak tidak serta-merta mendominasi interpretasi keseluruhan. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7**.** Rekapitulasi hasil validasi E-LKPD per aspek (n validator = 3)

No	Aspek	Jumlah butir	V	Kategori
1	Substansi Materi	15	0,895	Sangat valid (Tinggi)
2	Tampilan Komunikasi Visual	17	0,909	Sangat valid (Tinggi)
3	Struktur E-LKPD	25	0,919	Sangat valid (Tinggi)
4	Pemanfaatan Software	12	0,900	Sangat valid (Tinggi)
5	Model Problem Based Learning	7	0,917	Sangat valid (Tinggi)
6	Kemampuan Berpikir Kritis	6	0,917	Sangat valid (Tinggi)
	Keseluruhan (rerata enam aspek)	**82**	**0,909**	**Sangat valid (Tinggi)**

Sumber: Hasil Data

Tabel 7 menunjukkan nilai V keseluruhan sebesar 0,909 dengan rentang aspek yang sempit, yaitu 0,895–0,919. Struktur E-LKPD menjadi aspek tertinggi, sedangkan Substansi Materi menjadi aspek terendah meskipun keduanya berada pada kategori Sangat valid. Selisih 0,024 menunjukkan penilaian yang relatif seragam, tetapi posisi terendah tetap berguna untuk menentukan prioritas penajaman materi, urutan penyajian, dan kesesuaiannya dengan tujuan. Karena nilai berasal dari tiga validator, hasil ini kuat sebagai dasar revisi awal, namun belum menggantikan pengujian pada pengguna dan konteks yang lebih beragam.

Rekapitulasi per aspek diuraikan lebih lanjut ke tingkat indikator agar sumber kekuatan dan kelemahan produk dapat dilacak. Rincian ini penting karena nilai aspek yang tinggi dapat menyamarkan indikator tertentu yang memperoleh penilaian lebih rendah. Perbandingan jumlah butir, nilai V, dan kategori pada setiap indikator disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8**.** Hasil validasi E-LKPD per indikator pada setiap aspek

Aspek / indikator	Butir	V	Kategori
Substansi Materi	**15**	**0,895**	**Sangat valid (Tinggi)**
Kebenaran	5	0,933	Sangat valid (Tinggi)
Cakupan Materi	4	0,896	Sangat valid (Tinggi)
Kekinian	2	0,875	Sangat valid (Tinggi)
Keterbacaan	4	0,875	Sangat valid (Tinggi)
Tampilan Komunikasi Visual	**17**	**0,909**	**Sangat valid (Tinggi)**
Navigasi	3	0,944	Sangat valid (Tinggi)
Huruf	2	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Media (Video)	7	0,905	Sangat valid (Tinggi)
Warna	2	0,833	Sangat valid (Tinggi)
Layout	3	0,944	Sangat valid (Tinggi)

Aspek/indikator	Butir	V	Kategori
Struktur E-LKPD	**25**	**0,919**	**Sangat valid (Tinggi)**
Judul	2	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Petunjuk Penggunaan	2	0,958	Sangat valid (Tinggi)
CP, TP dan ATP	3	0,889	Sangat valid (Tinggi)
Materi	4	0,938	Sangat valid (Tinggi)
Kegiatan Pembelajaran	3	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Lembar Kerja dan Soal	3	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Media dan Tampilan	3	0,889	Sangat valid (Tinggi)
Penilaian	3	0,889	Sangat valid (Tinggi)
Referensi	2	0,958	Sangat valid (Tinggi)
Pemanfaatan Software	**12**	**0,900**	**Sangat valid (Tinggi)**
Interaktivitas (Umpan balik dari sistem ke pengguna)	4	0,896	Sangat valid (Tinggi)
Software Pendukung	5	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Orisinalitas	3	0,889	Sangat valid (Tinggi)
Model Problem Based Learning	**7**	**0,917**	**Sangat valid (Tinggi)**
Keterlaksanaan Sintaks	1	1,000	Sangat valid (Tinggi)
Orientasi Masalah	1	0,833	Sangat valid (Tinggi)
Pengorganisasian Belajar	1	1,000	Sangat valid (Tinggi)
Penyelidikan/Eksperimen	1	0,833	Sangat valid (Tinggi)
Penyajian Hasil Karya	1	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Analisis dan Kesimpulan	1	1,000	Sangat valid (Tinggi)
Evaluasi Pemecahan Masalah	1	0,833	Sangat valid (Tinggi)
Kemampuan Berpikir Kritis	**6**	**0,917**	**Sangat valid (Tinggi)**
Interpretasi	1	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Analisis	1	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Eksplanasi	1	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Inferensi	1	0,917	Sangat valid (Tinggi)
Evaluasi	1	0,833	Sangat valid (Tinggi)
Regulasi Diri	1	1,000	Sangat valid (Tinggi)

Sumber: Hasil Data

Tabel 8 memperlihatkan variasi nilai dari 0,833 sampai 1,000 di balik rerata aspek yang seragam tinggi. Nilai terendah muncul pada Warna, Orientasi Masalah, Penyelidikan/Eksperimen, Evaluasi Pemecahan Masalah, dan Evaluasi, yang sebagian besar berkaitan langsung dengan kualitas pengalaman pemecahan masalah. Sebaliknya, nilai sempurna pada beberapa indikator menunjukkan kesepakatan penuh validator, tetapi tidak berarti komponen tersebut bebas dari kebutuhan perbaikan ketika digunakan siswa. Oleh karena itu, revisi perlu memprioritaskan indikator bernilai 0,833 sekaligus menguji apakah perbaikan tersebut benar-benar memudahkan proses belajar.

Hasil validasi tidak hanya digunakan untuk menghitung indeks, tetapi juga untuk mengarahkan perbaikan produk secara spesifik. Saran validator dikelompokkan menurut bidang keahlian agar persoalan materi, media, dan bahasa dapat ditangani tanpa mengaburkan fokus masing-masing. Pasangan antara saran dan tindakan revisi disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9**.** Saran validator dan revisi E-LKPD

No	Validator	Saran	Revisi yang dilakukan
1	Validator 1	Validator materi menyarankan agar paragraf dan penggunaan kata hubung dalam E-LKPD diperbaiki, serta struktur E-LKPD diperiksa kembali. Validator juga meminta perumusan tujuan pembelajaran dan pemahaman tentang alur tujuan pembelajaran (ATP) ditinjau ulang. Selain itu, orientasi harus memuat masalah dunia nyata yang sesuai materi, penyelidikan harus menjadi proses pemecahan masalah tersebut, dan makna setiap fase PBL perlu dipahami kembali. Validator juga menyarankan E-LKPD dikemas dalam aplikasi mandiri tanpa iklan.	Paragraf disusun ulang agar memuat satu gagasan pokok, kata hubung disesuaikan dengan fungsinya, dan struktur E-LKPD ditata secara runtut. Tujuan pembelajaran dirumuskan ulang dengan kata kerja operasional yang terukur, dan ATP dipahami sebagai alur yang menyusun tujuan pembelajaran, bukan bagian darinya. Orientasi diganti dengan masalah kontekstual, kegiatan penyelidikan dihubungkan langsung dengan masalah tersebut, dan setiap fase PBL dirapikan sesuai maknanya. E-LKPD kemudian dikemas dalam aplikasi yang dapat diakses mandiri tanpa iklan.
2	Validator 2	Validator media menyarankan agar tautan E-LKPD diperbaiki supaya dapat diakses dengan baik. Validator juga meminta penambahan contoh kapal dari prinsip dan hukum fisika yang diaplikasikan dituntaskan.	Tautan E-LKPD diperbaiki dan diuji pada beberapa perangkat agar dapat diakses tanpa kendala. Contoh kapal dilengkapi dengan penjelasan bahwa kapal baja dapat mengapung karena massa jenis rata-ratanya lebih kecil daripada massa jenis air berdasarkan hukum Archimedes. Kapal selam dijelaskan melalui mekanisme tangki pemberat (*ballast*) yang mengatur kondisi mengapung, melayang, dan tenggelam.
3	Validator 3	Validator bahasa menyarankan agar kesalahan ketik diperbaiki dan kaidah bahasa yang tepat digunakan. Validator juga meminta gambar pada sampul mewakili materi, gambar pada subbab materi disesuaikan, dan tangkapan layar video ditambahkan.	Seluruh teks diperiksa ulang dengan mengacu pada kaidah kebahasaan yang berlaku, sehingga kesalahan ketik dan penggunaan bahasa diperbaiki. Gambar pada sampul diganti dengan ilustrasi yang mewakili konsep tekanan hidrostatis dan gaya Archimedes. Gambar pada setiap subbab materi disesuaikan dengan konsep yang dibahas, dan tangkapan layar video ditambahkan agar peserta didik lebih mudah mengaitkan video dengan masalah yang diamati.

Sumber: lembar validasi

Tabel 9 menunjukkan bahwa revisi menyentuh substansi sekaligus kemudahan penggunaan produk, bukan hanya perbaikan permukaan. Penekanan validator materi pada hubungan masalah dan penyelidikan memperkuat koherensi PBL, sedangkan perbaikan tautan, ilustrasi, dan bahasa mengurangi hambatan akses serta pemahaman. Penjelasan kapal dan kapal selam juga memperjelas penerapan konsep Archimedes sehingga contoh kontekstual tidak berhenti sebagai ilustrasi. Walaupun tindakan revisi meningkatkan kelayakan produk, dampaknya terhadap berpikir kritis tetap harus dibuktikan melalui pengujian hasil belajar.

Setelah revisi, kepraktisan produk dinilai oleh guru fisika yang menggunakan atau menelaah E-LKPD dalam konteks pembelajaran. Penilaian mencakup tujuh indikator sehingga kemudahan teknis dapat dibandingkan dengan manfaat, kejelasan, dan efisiensi waktu. Hasil per indikator tetap dipertahankan untuk menghindari kesimpulan yang hanya bertumpu pada skor keseluruhan. Rekapitulasi penilaian guru disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji kepraktisan oleh guru per indikator (n = 1)

No	Indikator	Butir	V	V × 100 (%)	Kategori
1	Kepraktisan Penggunaan	5	1,000	100,00	Sangat praktis (Tinggi)
2	Kemudahan Penggunaan	7	1,000	100,00	Sangat praktis (Tinggi)
3	Keterlaksanaan	3	1,000	100,00	Sangat praktis (Tinggi)
4	Manfaat	6	1,000	100,00	Sangat praktis (Tinggi)
5	Kemenarikan	5	1,000	100,00	Sangat praktis (Tinggi)
6	Kejelasan Bahan Ajar	4	0,875	87,50	Sangat praktis (Tinggi)
7	Keefektifan Waktu	1	1,000	100,00	Sangat praktis (Tinggi)
	Keseluruhan (rerata tujuh indikator)	**31**	**0,982**	**98,21**	**Sangat praktis (Tinggi)**

Sumber: Hasil pengolahan data

Tabel 10 menunjukkan V keseluruhan 0,982 dan enam indikator bernilai 1,000, tetapi Kejelasan Bahan Ajar lebih rendah dengan V = 0,875. Pada tingkat butir, kejelasan penggunaan font dan panduan penggunaan memperoleh 0,750 sehingga masuk kategori Cukup praktis dan menjadi perbaikan yang paling konkret. Nilai keseluruhan yang hampir sempurna perlu dibaca hati-hati karena dapat menutupi dua hambatan yang justru menentukan kemandirian pengguna. Selain itu, penilaian hanya berasal dari satu guru sehingga menggambarkan satu perspektif profesional dan belum menunjukkan konsistensi antarguru.

Kepraktisan juga dinilai dari sudut pandang 20 siswa yang menjadi pengguna langsung E-LKPD pada uji coba terbatas. Penilaian siswa penting karena kemudahan menurut guru belum tentu sama dengan pengalaman siswa ketika mengikuti tahapan PBL. Lima indikator digunakan untuk membandingkan aspek penggunaan, kemudahan, keterlaksanaan, manfaat, dan kemenarikan. Hasil pengolahan angket siswa disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11**.** Hasil uji kepraktisan oleh siswa per indikator (n = 20)

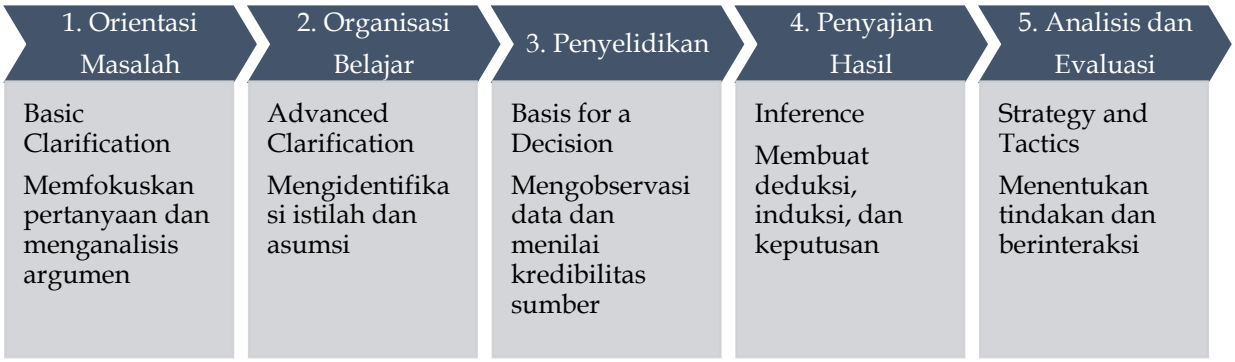
No	Indikator	Butir	V	V × 100 (%)	Kategori
1	Kepraktisan Penggunaan	5	0,830	83,00	Sangat praktis (Tinggi)
2	Kemudahan Penggunaan	10	0,818	81,75	Sangat praktis (Tinggi)
3	Keterlaksanaan	3	0,792	79,17	Cukup praktis (Sedang)
4	Manfaat	6	0,800	80,00	Cukup praktis (Sedang)
5	Kemenarikan	5	0,830	83,00	Sangat praktis (Tinggi)
	Keseluruhan (rerata lima indikator)	**29**	**0,814**	**81,38**	**Sangat praktis (Tinggi)**

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 11 menghasilkan V keseluruhan 0,814 atau 81,38%, lebih rendah 16,83 poin persentase daripada hasil guru. Keterlaksanaan sebesar 79,17% dan Manfaat sebesar 80,00% berada pada kategori Cukup praktis, sehingga kesenjangan tidak hanya berkaitan dengan selera tampilan, tetapi juga dengan pengalaman menjalankan aktivitas dan merasakan kegunaannya. Delapan butir yang belum mencapai kategori tinggi, terutama pengasahan berpikir kritis dan kemandirian belajar, menunjukkan perlunya bimbingan bertahap (scaffolding) berupa contoh, petunjuk, dan umpan balik. Karena data berupa persepsi pada satu sekolah, hasil ini

mendukung kepraktisan terbatas dan tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti peningkatan kemampuan.

Rancangan pemfasilitasi berpikir kritis perlu dilihat kembali sebagai satu rangkaian setelah hasil validasi dan kepraktisan diperoleh. Setiap tahap PBL memberi konteks aktivitas yang berbeda, sedangkan indikator Ennis memberi arah kualitas penalaran yang diharapkan. Penggabungan keduanya membantu menjelaskan mengapa kegiatan dalam E-LKPD disusun berurutan dan tidak berdiri sebagai tugas yang terpisah. Sintesis hubungan tersebut disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Keterkaitan sintaks PBL dengan indikator berpikir kritis Ennis

Gambar 4 menegaskan bahwa berpikir kritis dibangun secara bertahap dari memperjelas masalah hingga menentukan tindakan berdasarkan hasil penyelidikan. Hubungan antartahap bersifat kumulatif karena kesimpulan yang baik bergantung pada kualitas pertanyaan, asumsi, dan bukti yang dikumpulkan sebelumnya. Temuan kepraktisan siswa pada aspek keterlaksanaan dan manfaat mengindikasikan bahwa dukungan tidak cukup hanya pada awal kegiatan, tetapi perlu diperkuat saat siswa mengorganisasi belajar dan melakukan penyelidikan. Diagram ini merupakan model konseptual pemetaan, sehingga efektivitas urutannya tetap memerlukan pengujian melalui respons siswa dan hasil pretest–posttest.

Keseluruhan proses pengembangan dapat diringkas sebagai alur yang menghubungkan penilaian ahli, perbaikan produk, dan penilaian pengguna. Alur ini memperlihatkan bahwa validasi dan uji kepraktisan memiliki fungsi berbeda, tetapi keduanya digunakan untuk mengambil keputusan revisi. Hasil akhirnya menunjukkan kelayakan produk pada lingkup penelitian sekaligus menyisakan kebutuhan pengujian lanjutan. Rangkuman alur tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur validasi, revisi, dan uji kepraktisan E-LKPD

Gambar 5 memperlihatkan bahwa nilai validitas yang tinggi tidak langsung diperlakukan sebagai titik akhir, melainkan diteruskan melalui revisi dan penilaian pengguna. Perbedaan hasil guru dan siswa menunjukkan bahwa persetujuan ahli maupun guru belum menjamin seluruh aspek penggunaan berjalan optimal bagi siswa. Karena itu, tindak lanjut yang paling relevan adalah memperkuat petunjuk, keterbacaan, dan scaffolding pada kegiatan sebelum memperluas uji coba. Tahap pengujian efektivitas dan diseminasi tetap berada di luar bukti penelitian ini sehingga tidak dapat disimpulkan dari alur yang telah dilaksanakan.

Pembahasan

Kemampuan berpikir kritis awal yang rendah secara merata pada kelima indikator (45,00%–48,00%) menunjukkan bahwa siswa belum terbiasa menjalani seluruh rangkaian penalaran, mulai dari memperjelas masalah hingga memutuskan tindakan. Temuan ini searah dengan laporan penguasaan materi fluida yang belum optimal (Akhmalia et al., 2018; Oktaviani et al., 2017) dan berbeda dengan tingkat sedang yang dilaporkan pada siswa fisika di Malaysia (Abeden & Siew, 2022); perbedaan instrumen, populasi, dan konteks membuat perbandingan ini hanya bersifat indikatif. Implikasinya, bahan ajar perlu melatihkan seluruh indikator secara terpadu dan tidak berfokus pada satu indikator saja.

Seluruh aspek validitas berada pada kategori Sangat valid (V keseluruhan = 0,909). Aspek Struktur E-LKPD tertinggi (V = 0,919), yang menunjukkan bahwa judul, petunjuk penggunaan, CP, TP, dan ATP, materi, serta referensi dinilai tersusun sistematis; hal ini sejalan dengan komponen LKPD menurut Prastowo (Prastowo, 2019) yang meliputi judul, petunjuk, tujuan, materi, kegiatan, tugas, dan evaluasi. Aspek Substansi Materi terendah (V = 0,895). Butir bernilai 0,833 pada aspek ini menyangkut cakupan materi terhadap seluruh tujuan pembelajaran, urutan penyajian materi, pemanfaatan *software* pendukung PBL, serta kejelasan dan ketunggalan makna kalimat. Data kuantitatif tidak menjelaskan penyebabnya; kemungkinan berkaitan dengan keluasan cakupan dan redaksi yang masih dapat dipertajam. Perbaikan yang disarankan adalah meninjau kesesuaian cakupan dengan tujuan pembelajaran, merapikan urutan materi, dan menyederhanakan redaksi. Hasil validasi tinggi juga dilaporkan pada E-LKPD berbasis STEM (Rizkika et al., 2022) dan PBL (Masruroh & Raharjo, 2024; Mustofa et al., 2026); skala penilaian yang berbeda membuat nilai-nilai tersebut tidak dapat dibandingkan secara langsung, tetapi arah temuannya sama.

Aspek Model PBL dan Kemampuan Berpikir Kritis sama-sama memperoleh V = 0,917, yang menunjukkan bahwa validator menilai sintaks PBL dan aktivitas pemfasilitasi berpikir kritis telah tersedia pada produk. Nilai terendah pada aspek Model PBL (V = 0,833) terdapat pada orientasi masalah, penyelidikan/eksperimen, dan evaluasi pemecahan masalah, yaitu sintaks yang bergantung pada mutu masalah kontekstual, video, kegiatan percobaan, dan soal evaluasi. Karakteristik ini sejalan dengan PBL yang menjadikan masalah otentik sebagai fokus belajar dan guru sebagai fasilitator (Hmelo-Silver, 2004; Suswati et al., 2022). Keterkaitan sintaks dengan indikator Ennis pada Tabel 6 bersifat konseptual: orientasi masalah memberi konteks untuk memfokuskan pertanyaan (*basic clarification*), kegiatan penyelidikan menyediakan data pengamatan (*basis for a decision*), penyajian hasil menuntut penarikan kesimpulan (*inference*), dan evaluasi akhir menuntut keputusan tindakan (*strategy and tactics*).

Kepraktisan menurut guru sangat tinggi (V = 0,982), dengan nilai terendah pada kejelasan font dan panduan penggunaan (V = 0,750). Temuan ini menunjukkan bahwa keterbacaan tipografi dan kejelasan petunjuk perlu diperbaiki, terutama karena E-LKPD diakses melalui platform daring dan memerlukan perangkat serta jaringan internet (Sele, 2022). Penyesuaian jenis dan ukuran huruf serta penyederhanaan petunjuk dapat dilakukan. Nilai ini berasal dari

satu guru sehingga mencerminkan penilaian satu rater dan belum dapat digeneralisasi.

Kepraktisan menurut siswa (V = 0,814) lebih rendah daripada menurut guru, dengan indikator Keterlaksanaan (V = 0,792) dan Manfaat (V = 0,800) berada pada kategori Cukup praktis. Butir terendah (V = 0,775) berkaitan dengan pengasahan berpikir kritis dan kemandirian belajar. Salah satu kemungkinan penjelasan adalah bahwa PBL menuntut siswa mengarahkan belajarnya sendiri dan memerlukan dukungan bertahap (Hmelo-Silver, 2004), sehingga siswa yang terbiasa dengan pembelajaran berpusat pada guru belum segera merasakan manfaat tersebut; dugaan ini belum diuji. Selain itu, kepraktisan diukur melalui persepsi, bukan perubahan kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan awal siswa tergolong Rendah Sekali. Respons siswa terhadap E-LKPD fisika berbasis PBL lain juga dilaporkan berkategori baik, bukan sangat baik (Mustofa et al., 2026), meskipun skala dan instrumennya berbeda sehingga tidak dapat dibandingkan langsung. Implikasinya, dukungan bertahap berupa contoh, petunjuk, dan umpan balik pada sintaks 2 dan 3 perlu diperkuat, sejalan dengan tantangan implementasi PBL yang dibahas oleh Dolmans et al. (Dolmans et al., 2005).

Penelitian ini berkontribusi berupa E-LKPD fluida statis berbasis PBL yang valid dan praktis pada uji coba terbatas, pemetaan sintaks PBL ke indikator Ennis, serta bukti kuantitatif per aspek dan indikator yang dapat menjadi dasar revisi. Keterbatasannya meliputi jumlah validator yang kecil (tiga orang), satu guru sebagai responden, 20 siswa dari satu sekolah, penggunaan Aiken's V untuk data kepraktisan (dengan n = 1 pada guru), tidak dilaksanakannya tahap Disseminate, dan tidak adanya data pretest–posttest sehingga efektivitas peningkatan berpikir kritis tidak dapat disimpulkan. Penelitian lanjutan disarankan menguji efektivitas dengan desain pretest–posttest dan kelompok kontrol, melibatkan lebih banyak validator dan sekolah, memperbaiki butir dengan nilai terendah, serta menyelaraskan angket berpikir kritis dengan indikator Ennis, sebagaimana pengujian efektivitas dengan kelompok kontrol telah dilakukan pada E-LKPD fisika berbasis PBL lain (Mustofa et al., 2026).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kemampuan berpikir kritis awal siswa rata-rata 46,59% (Rendah Sekali), dengan capaian 45,00%–48,00% pada kelima indikator sehingga rendah secara merata. E-LKPD berbasis PBL pada materi fluida statis sangat valid (V keseluruhan = 0,909; rentang aspek 0,895–0,919) serta sangat praktis menurut guru (V = 0,982) dan siswa (V = 0,814); indikator Keterlaksanaan (V = 0,792) dan Manfaat (V = 0,800) menurut siswa tergolong cukup praktis. Temuan ini hanya mendukung validitas dan kepraktisan karena efektivitas belum diuji dan tahap Disseminate tidak dilaksanakan. Keterbatasan penelitian meliputi jumlah validator, guru, dan siswa yang kecil dari satu sekolah. Saran: (1) merevisi butir bernilai terendah pada aspek Substansi Materi, orientasi masalah, penyelidikan, dan evaluasi; (2) menguji efektivitas dengan desain pretest–posttest dan kelompok kontrol; (3) menyelaraskan angket berpikir kritis dengan indikator Ennis; (4) menambah validator, guru, dan sekolah.

REFERENSI

Abeden, N. A. M., & Siew, N. M. (2022). Assessing students' critical thinking and physics problem-solving skills in secondary schools. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, *7*(6), e001584–e001584.

Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, *45*(1), 131–142. https://doi.org/10.1177/0013164485451012

Akhmalia, N. L., Suana, W., & Maharta, N. (2018). Efektivitas blended learning berbasis lms

dengan model pembelajaran inkuiri pada materi fluida statis terhadap penguasaan konsep siswa. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, *2*(2), 56–64.

Al-Fikry, I., Yusrizal, Y., & Syukri, M. (2018). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi kalor. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *6*(1), 17–23.

Anggraeni, D. M., Prahani, B. K., Suprapto, N., Shofiyah, N., & Jatmiko, B. (2023). Systematic review of problem based learning research in fostering critical thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, *49*, 101334. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101334

Anggreani, Y., Sundari, P. D., Mufit, F., & Dewi, W. S. (2023). Deskripsi Kebutuhan Guru Terhadap Pembuatan Bahan Ajar Berbasis Phenomenon-Based Learning Materi Fluida. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *8*(4), 2436–2442.

Busyairi, A., & Kusuma, A. S. H. M. (2023). The effectiveness of problem-based learning model in improving critical thinking skills in science learning: A meta-analysis. *Kappa Journal*, *7*(1), 128–137.

Dolmans, D. H. J. M., De Grave, W., Wolfhagen, I. H. A. P., & Van Der Vleuten, C. P. M. (2005). Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research. *Medical Education*, *39*(7), 732–741.

Ennis, R. H. (2018). Critical thinking across the curriculum: A vision. *Topoi*, *37*(1), 165–184.

Firmonia, N. A., Asrizal, A., & Mufit, F. (2020). Pengembangan bahan ajar fisika materi fluida terintegrasi literasi baru dan bencana untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI. *Pillar of Physics Education*, *13*(1), 9–16.

Giancoli, D. C. (2005). *Physics: principles with applications* (Vol. 1). Pearson Educación.

Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, *3*, 275–285.

Heldalia, J., & Wiyatmo, Y. (2025). Development of E-Student Worksheet Based on Problem-Based Learning Model Using Liveworksheet Platform to Improve Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *13*(3), 614–627.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, *16*(3), 235–266.

Kaniyah, Y., Purnamasari, I., & Siswanto, J. (2022). Pengembangan E-Modul pembelajaran IPA berbasis Problem Based Learning untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. *Jurnal Kualita Pendidikan*, *3*(2), 101–108.

Liu, Y., & Pásztor, A. (2022). Effects of problem-based learning instructional intervention on critical thinking in higher education: A meta-analysis. *Thinking Skills and Creativity*, *45*, 101069. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101069

Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, N., & Amalia, D. A. (2020). Analisis bahan ajar. *Nusantara*, *2*(2), 311–326.

Masruroh, I. U., & Raharjo, R. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis problem based learning (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada sub materi zat makanan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, *13*(2), 370–382. https://doi.org/10.26740/bioedu.v13n2.p370-382

Mustofa, N. H., Pujianto, & Jumadi. (2026). Development of physics electronic student worksheets (E-LKPD) based on problem based learning (PBL) to improve critical thinking skills of grade X students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *12*(6), 864–873. https://doi.org/10.29303/jppipa.v12i6.11675

Nasional, K. P. (2010). Panduan pengembangan bahan ajar berbasis TIK. *Jakarta. Direktorat Pembinaan SMA*.

Oktarina, A. S. (2023). Pengembangan E-LKPD fisika berbasis predict observe explain (POE) pada materi fluida statis untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa SMA di Kota Bengkulu. *Amplitudo: Jurnal Ilmu Dan Pembelajaran Fisika*, *3*(1), 51–60.

Oktaviani, W., Gunawan, G., & Sutrio, S. (2017). Pengembangan bahan ajar fisika kontekstual untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, *3*(1), 1–7.

Prastowo, A. (2019). *Pengembangan bahan ajar tematik*. Prenadamedia Group.

Prihandono, T., Supriyono, A., Meilina, I. L., & Ernasari, E. (2023). Penerapan E-LKPD interaktif berbasis problem based learning berbantuan Liveworksheets untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar fisika. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, *12*(3), 114–126. https://doi.org/10.19184/jpf.v12i3.43462

Purwanto, M. N. (2019). *Prinsip-prinsip dan teknik evaluasi pengajaran*. Remaja Rosdakarya.

Ramadhan, M. F., Siroj, R. A., & Afgani, M. W. (2024). Validitas and reliabilitas. *Journal on Education*, *6*(2), 10967–10975.

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. https://doi.org/10.24905/psej.v7i1.142

Sele, A. (2022). Survei kepuasan siswa mengerjakan tugas dengan aplikasi Live Worksheet pada pembelajaran daring. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, *7*(1), 53–60.

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Alfabeta,Bandung.

Sulhan, A. S., Wilujeng, I., & Prasetyo, Z. K. (2023). Improving critical thinking skills students through problem based learning e-module. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(11), 9481–9486. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5231

Suswati, L., Yus' iran, Y. iran, Subhan, M., & Hermansyah, H. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning Untuk Pemahaman Konsep Fisika Pembelajar Siswa Kelas X SMK. *GRAVITY EDU (JURNAL PENDIDIKAN FISIKA)*, *5*(2), 22–25.

Taufik, M., & Doyan, A. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis google sites untuk meningkatkan kemampuan penguasaan konsep dan berpikir kritis peserta didik SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(3), 1167–1173.

Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Center for Innovation in Teaching the Handicapped, Indiana University.

Wardhani, S., Yusnita, D., & Astriani, M. (2025). Effectiveness of electronic LKPD for PBL-based practical work to improve critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *11*(1), 374–381. https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.9810

Copyright holder:
© Author

First publication right:
Jurnal Manajemen Pendidikan

This article is licensed under:

CC-BY-SA