

Analisis Kevalidan dan Kepraktisan E-LKPD Fisika Terintegrasi Kearifan Lokal Batik Majapahit Berbasis *Discovery Learning* pada Materi Suhu dan Kalor

Arimbi Fatika Sari¹, Setyo Admoko²

^{1,2} Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

* Email: jipf@unesa.ac.id

Abstrak

Rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi Suhu dan Kalor menjadi tantangan dalam pembelajaran fisika abad ke-21 sehingga diperlukan media pembelajaran inovatif yang mampu mengatasi permasalahan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis kevalidan dan kepraktisan E-LKPD Fisika terintegrasi kearifan lokal Batik Majapahit berbasis model *Discovery Learning* pada materi Suhu dan Kalor. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* dengan model ADDIE yang dibatasi pada tahap analisis, desain, pengembangan, dan implementasi terbatas. Uji coba dilaksanakan di SMAN 1 Gondang Mojokerto pada kelas XI-3 (eksperimen) dan XI-5 (replika), masing-masing 30 peserta didik. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan angket respon peserta didik. Hasil penelitian pada tahap analisis (*Analysis*) menunjukkan kebutuhan peserta didik akan media pembelajaran kontekstual yang mampu melatih keterampilan berpikir kritis; tahap desain (*Design*) menghasilkan rancangan E-LKPD berdasarkan sintaks *Discovery Learning* yang diintegrasikan dengan etnosains Batik Majapahit; tahap pengembangan (*Development*) menghasilkan E-LKPD yang sangat valid dengan rata-rata *Percentage of Agreement* (PoA) sebesar 94,15% dari tiga validator (dua dosen ahli dan satu guru fisika); serta tahap implementasi terbatas (*Implementation*) menunjukkan kepraktisan E-LKPD melalui keterlaksanaan pembelajaran yang mencapai rata-rata 91,87% dengan kategori sangat praktis dan respon positif peserta didik sebesar 94,1% pada seluruh aspek penilaian. Dengan demikian, E-LKPD Fisika berbasis kearifan lokal Batik Majapahit dengan model *Discovery Learning* dinyatakan valid dan praktis sebagai media pembelajaran fisika materi Suhu dan Kalor di tingkat SMA, sehingga berpotensi meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik sekaligus melestarikan kearifan lokal Batik Majapahit dalam pembelajaran fisika di sekolah.

Kata Kunci: E-LKPD, *Discovery Learning*, Kearifan Lokal, Batik Majapahit, Validitas, Kepraktisan

Abstract

challenge in 21st-century physics education. This study aims to analyze the validity and practicality of Physics E-Worksheet integrated with Majapahit Batik local wisdom based on the *Discovery Learning* model on Temperature and Heat material. The study employed *Research and Development* method with the ADDIE model, limited to the analysis, design, development, and limited implementation stages. The trial was conducted at SMAN 1 Gondang Mojokerto in classes XI-3 (experimental) and XI-5 (replication), each with 30 students. Research instruments included expert validation sheets, learning implementation observation sheets, and student response questionnaires. The results showed that the developed E-Worksheet was highly valid with an average *Percentage of Agreement* (PoA) of 94.15% from three validators (two

expert lecturers and one physics teacher). The practicality of the E-Worksheet was demonstrated by learning implementation achieving an average of 91.87% in the highly practical category and positive student responses of 94.1% across all assessment aspects. Thus, the Physics E-Worksheet based on Majapahit Batik local wisdom with the Discovery Learning model is declared valid and practical as a physics learning medium for Temperature and Heat material at the senior high school level.

Keywords: *E-Worksheet, Discovery Learning, Local Wisdom, Majapahit Batik, Validity, Practicality*

Histori Naskah

Diserahkan: 6 Juli 2026

Direvisi: 12 Juli 2026

Diterima: 13 Juli 2026

How to cite:

Sari A., F., Admoko, S.. (2026). Analisis Kevalidan dan Kepraktisan E-LKPD Fisika Terintegrasi Kearifan Lokal Batik Majapahit Berbasis Discovery Learning pada Materi Suhu dan Kalor. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 14(3), 132-144. DOI: <https://doi.org/10.26740/ipf.vxx.nxx.xx-xx>.

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika abad ke-21 tidak lagi berorientasi semata pada penguasaan rumus dan penyelesaian soal kuantitatif (Redish, 2014), melainkan menasar kemampuan berpikir kritis peserta didik meliputi menganalisis, mengevaluasi, dan mensintesis informasi untuk mengambil keputusan yang beralasan (Ennis, 2011). Kemampuan ini menjadi prasyarat esensial agar peserta didik mampu menilai validitas argumen serta menyelesaikan masalah non-rutin dalam konteks kehidupan nyata (Facione, 2015). Tanpa penguatan berpikir kritis, pembelajaran fisika berisiko hanya menghasilkan peserta didik yang terampil menghafal prosedur tanpa mampu menerapkan penalaran ilmiah ketika menghadapi dinamika masalah di era gangguan teknologi dan informasi (Dwyer, Hogan, & Stewart, 2014).

Kondisi ideal tersebut belum tercermin dalam capaian aktual peserta didik Indonesia. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 menunjukkan skor sains Indonesia hanya 376 poin, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 485 poin, menempatkan Indonesia pada peringkat 74 dari 81 negara (OECD, 2023). Sejalan dengan itu, hasil Tes Kompetensi Akademik (TKA) Fisika 2025 yang dipublikasikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah mencatat rata-rata nasional hanya 37,65, dengan 53,2% peserta didik berkategori rendah, yang berarti mereka baru mampu menangkap informasi eksplisit dan menyelesaikan soal standar, namun belum terampil menganalisis, menilai, dan merumuskan argumentasi logis secara mendalam (Kemendikdasmen, 2025). Kedua data ini saling menguatkan dan mengindikasikan bahwa rendahnya kemampuan berpikir kritis dalam fisika merupakan persoalan struktural yang memerlukan pemetaan lebih cermat hingga tingkat mikro.

Temuan di tingkat kelas memperkuat gambaran makro tersebut. Asesmen awal pada materi Suhu dan Kalor di salah satu SMA di Mojokerto menunjukkan tidak ada satu pun dari 22 peserta didik yang mencapai kategori berpikir kritis tinggi; 40,9% berkategori sangat rendah dan sisanya hanya mencapai kategori sedang. Peserta didik umumnya mampu menyelesaikan soal rutin berbasis substitusi rumus (misalnya $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$), namun berhenti ketika dihadapkan pada pertanyaan yang menuntut interpretasi dan analisis fenomena yang tidak dikenal. Peserta didik cenderung memandang fisika sebagai kumpulan rumus abstrak yang terpisah dari kehidupan, sebagaimana terungkap dalam kuesioner. Ironisnya, kuesioner yang sama juga mengungkap minat tinggi peserta didik bila pembelajaran dikaitkan dengan praktik budaya yang dekat dengan keseharian mereka, seperti membatik potensi yang diperkuat oleh kemampuan dasar membatik yang telah dimiliki peserta didik dan fasilitas pendukung yang tersedia di sekolah.

Kesenjangan antara konsep ilmiah abstrak dan realitas konkret ini dapat dijumpai melalui pendekatan etnosains, yaitu penggalian pengetahuan tradisional (indigenous science) yang berkembang dalam praktik

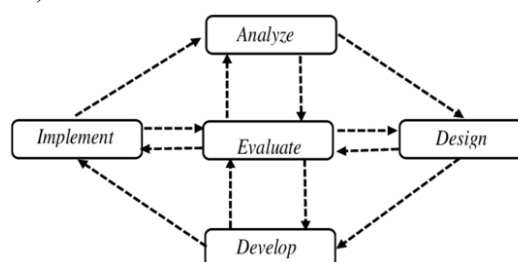
budaya masyarakat. Batik Majapahit, sebagai warisan budaya yang diakui UNESCO (2009) dan menyumbang signifikan terhadap perekonomian daerah dengan melibatkan ribuan pengrajin yang mengaplikasikan prinsip fisika tanpa menyadarinya (BPS, 2023), menyimpan prinsip fisika yang kaya: konduksi kalor pada tahap nyanting, perubahan wujud dan kalor laten pada pelorodan, serta radiasi pada tahap pemalaman. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip konstruktivisme yang menegaskan bahwa pemahaman menjadi lebih bermakna ketika dikaitkan dengan pengalaman konkret dan latar budaya peserta didik (Vygotsky, 1978), sekaligus menjadi sarana memperkuat identitas budaya di tengah arus globalisasi.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengembangkan bahan ajar berbasis model pembelajaran maupun kearifan lokal secara terpisah. Anggaraini et al. (2025) mengembangkan e-LKPD berbasis Problem Based Learning pada materi suhu dan kalor yang valid dan praktis; Fadila dan Mulyani (2020) membuktikan efektivitas e-modul berbasis *Discovery Learning* terhadap hasil belajar kognitif; Pratiwi dan Wilujeng (2021) mengintegrasikan tungku peleburan logam sebagai konteks etnosains; Kurniawan dan Syafriani (2021) mengembangkan e-modul etnosains berbasis Guided Inquiry; serta Pela et al. (2022) membuktikan kelayakan e-modul berbasis kearifan lokal Batik Tulis Lampung sebagai bahan ajar kontekstual. Meskipun demikian, sebagaimana disoroti Nugroho dkk. (2020), integrasi budaya pada bahan ajar digital umumnya masih bersifat ilustratif dan belum menjadi inti proses inkuiri. Sejauh penelusuran penulis, belum ditemukan E-LKPD yang secara sistematis memadukan konteks etnosains Batik Majapahit dengan sintaks *Discovery Learning* untuk melatih indikator berpikir kritis pada materi Suhu dan Kalor secara khusus.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan E-LKPD Fisika terintegrasi kearifan lokal Batik Majapahit berbasis *Discovery Learning* pada materi Suhu dan Kalor, dengan menjadikan proses membuat sebagai konteks eksplorasi konsep fisika sekaligus wahana melatih indikator berpikir kritis (interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi). Uji coba dilakukan di SMAN 1 Gondang Mojokerto, daerah yang memiliki kedekatan historis dan kultural dengan Batik Majapahit sekaligus akses langsung terhadap sentra industri batik sebagai sumber belajar otentik (BPS, 2023). Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kevalidan E-LKPD Fisika terintegrasi kearifan lokal Batik Majapahit berbasis model *Discovery Learning* pada materi Suhu dan Kalor berdasarkan penilaian validator ahli materi, media, dan pembelajaran, serta bagaimana kepraktisan E-LKPD tersebut berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran di kelas dan respons peserta didik terhadap penggunaannya, sehingga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi praktis bagi guru dalam mengintegrasikan pembelajaran berbasis teknologi dan budaya lokal.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (Branch, 2009). Model ini dipilih karena menyediakan kerangka kerja sistematis dan berorientasi proses, sehingga produk yang dihasilkan dapat diuji kelayakannya secara bertahap sebelum diimplementasikan. Artikel ini memfokuskan pembahasan pada dua tahap capaian utama, yaitu kevalidan produk (hasil tahap *Development*) dan kepraktisan produk (hasil tahap *Implementation*).



Gambar 1. Desain Penelitian ADDIE
(sumber: Branch, 2009)

Pada tahap Analysis, dilakukan pra-penelitian melalui wawancara dengan guru fisika serta pemberian soal berindikator berpikir kritis kepada peserta didik SMAN 1 Gondang Mojokerto untuk memetakan kebutuhan pembelajaran. Pada tahap Design, disusun rancangan E-LKPD yang mengintegrasikan sintaks *Discovery Learning* dengan konteks etnosains Batik Majapahit pada materi Suhu dan Kalor. Pada tahap Development, rancangan diwujudkan menjadi produk E-LKPD yang selanjutnya divalidasi oleh tiga validator ahli (dua dosen ahli fisika dan satu guru fisika) hingga dinyatakan valid. Pada tahap *Implementation*, E-LKPD yang telah valid diujicobakan secara terbatas kepada peserta didik untuk mengukur kepraktisannya melalui observasi keterlaksanaan pembelajaran dan angket respons peserta didik.

Uji coba dilaksanakan di SMAN 1 Gondang Mojokerto pada semester genap tahun ajaran 2025/2026, melibatkan peserta didik kelas XI-3 dan XI-5 yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan rekomendasi guru fisika yang memahami karakteristik masing-masing kelas (Sugiyono, 2019), dengan total 60 peserta didik (masing-masing 30 peserta didik per kelas).

Data kevalidan dikumpulkan menggunakan lembar validasi ahli berskala Likert 1–4 yang mencakup aspek kelayakan isi, kebahasaan, kegrafisan, dan konstruksi. Data kepraktisan dikumpulkan melalui dua instrumen, yaitu lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang diisi oleh observer selama proses pembelajaran berlangsung, serta angket respons peserta didik berskala Likert 1–4 yang diisi secara mandiri oleh peserta didik setelah pembelajaran selesai. Data kevalidan dianalisis menggunakan rumus persentase:

$$P(\%) = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor kriteria}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

Selanjutnya, dihitung Percentage of Agreement (PoA) antarvalidator menggunakan rumus:

$$PoA = 100\% \left(1 - \frac{A - B}{A + B} \right) \quad \dots (2)$$

dengan A adalah frekuensi penilaian tertinggi dan B adalah frekuensi penilaian terendah antarvalidator (Borich, 1994). E-LKPD dinyatakan valid apabila persentase skor $\geq 61\%$ (Riduwan, 2019) dan reliabel apabila $PoA \geq 75\%$ (Borich, 1994). Data kepraktisan dianalisis dengan rumus persentase yang sama, dengan kriteria E-LKPD dinyatakan praktis apabila keterlaksanaan pembelajaran mencapai $\geq 80\%$ (Mulyasa, 2011) dan respons peserta didik mencapai $\geq 75\%$ (Riduwan, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Tahap Analysis

Tahap *Analysis* menghasilkan gambaran kebutuhan pengembangan E-LKPD melalui pra-penelitian di SMAN 1 Gondang Mojokerto. Wawancara dengan guru fisika mengungkap bahwa peserta didik sering mengalami miskonsepsi pada materi Suhu dan Kalor, sementara LKPD yang digunakan selama ini masih berbentuk soal dan diskusi tertutup akibat keterbatasan alat, bahan praktikum, dan waktu pembelajaran. Hasil soal pra-penelitian berindikator berpikir kritis menunjukkan 40,9% peserta didik berkategori rendah dan 59,1% berkategori sedang, tanpa satu pun mencapai kategori tinggi. Di sisi lain, angket peminatan menunjukkan minat tinggi peserta didik terhadap pembelajaran digital serta ketertarikan terhadap integrasi kearifan lokal Batik Majapahit, didukung kemampuan dasar membatik yang telah dimiliki peserta didik. Temuan-temuan ini menjadi dasar penetapan kebutuhan pengembangan E-LKPD berbasis *Discovery Learning* terintegrasi kearifan lokal Batik Majapahit.

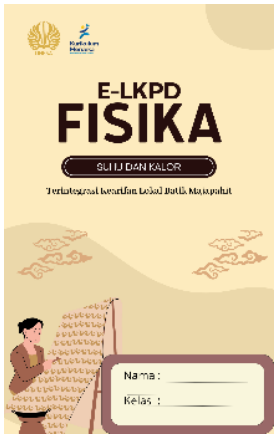
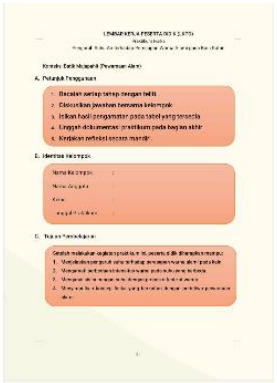
Temuan tahap *Analysis* ini memperkuat persoalan struktural yang telah diuraikan pada Pendahuluan, bahwa rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi Suhu dan Kalor tidak hanya tampak pada skala nasional (Kemendikdasmen, 2025), tetapi juga terjadi konsisten hingga tingkat kelas. Tidak adanya satu pun LKPD berbasis etnosains spesifik Batik Majapahit yang ditemukan pada kajian pustaka sebelumnya (Nugroho dkk., 2020) sejalan dengan kondisi riil di lapangan, di mana bahan ajar yang tersedia masih bersifat konvensional dan belum memanfaatkan potensi kearifan lokal yang justru diminati peserta

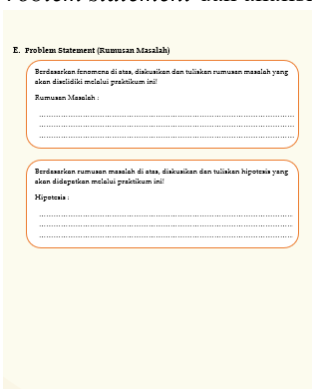
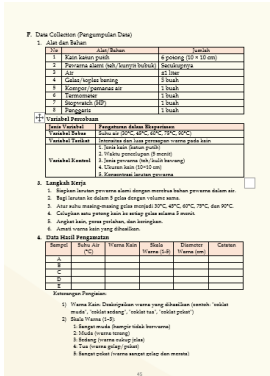
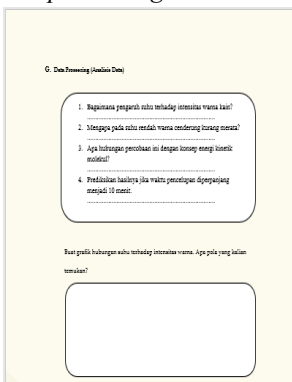
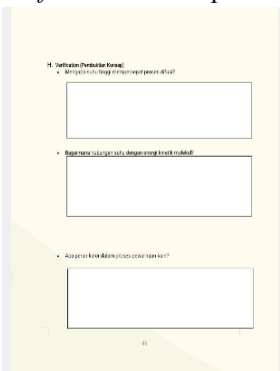
didik. Dengan demikian, hasil tahap *Analysis* ini tidak sekadar menjadi prasyarat prosedural dalam model ADDIE, melainkan bukti empiris di lapangan yang memperkuat urgensi pengembangan E-LKPD terintegrasi kearifan lokal Batik Majapahit sebagai solusi yang kontekstual bagi permasalahan yang diidentifikasi.

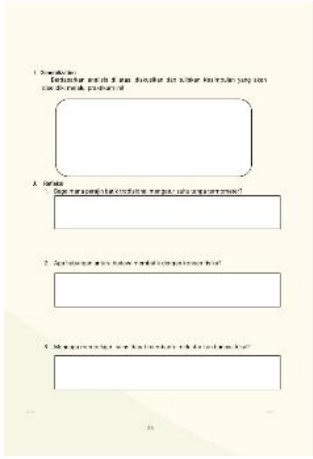
2. Hasil Tahap Design

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dirancang E-LKPD yang memadukan sintaks *Discovery Learning* (*Stimulation, Problem Statement, Data Collection, Data Processing, Verification, Generalization*) dengan konteks etnosains proses membatik Majapahit, meliputi konduksi kalor pada tahap nyanting, kalor laten pada pelorodan, dan radiasi pada pemalaman. Rancangan disusun agar setiap tahapan sintaks memfasilitasi indikator berpikir kritis Facione (interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi). Rancangan awal ini kemudian dievaluasi secara internal sebelum diwujudkan menjadi produk pada tahap berikutnya. Rancangan E-LKPD disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rancangan E-LKPD

No	Scene	Penjelasan
1	Cover E-LKPD 	Halaman sampul dirancang dengan menampilkan judul E-LKPD, identitas mata pelajaran, jenjang pendidikan, ilustrasi proses membatik Majapahit, serta visual yang merepresentasikan konsep suhu dan kalor. Desain sampul dibuat menarik, komunikatif, dan kontekstual untuk membangun motivasi belajar sejak awal. Penggunaan unsur budaya lokal bertujuan memperkenalkan nilai-nilai kearifan lokal kepada peserta didik sekaligus memberikan gambaran bahwa materi fisika akan dipelajari melalui fenomena nyata dalam proses membatik sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.
2	Identitas, Petunjuk dan Tujuan 	Bagian ini memuat identitas E-LKPD, petunjuk penggunaan bagi peserta didik dan guru, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, indikator ketercapaian tujuan pembelajaran (IKTP), serta kompetensi yang akan dikembangkan. Petunjuk disusun secara sistematis agar peserta didik memahami alur kegiatan pada setiap tahap <i>Discovery Learning</i> . Selain itu dijelaskan pula keterampilan berpikir kritis yang akan dilatihkan, meliputi kemampuan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri selama proses pembelajaran berlangsung.
3	<i>Stimulation</i> dan interpretasi 	Pada tahap stimulasi, peserta didik diberikan permasalahan kontekstual berupa gambar, video, atau narasi mengenai proses pemanasan malam batik hingga mencair sebelum digunakan dalam proses membatik. Peserta didik diminta mengamati fenomena tersebut, mengidentifikasi informasi penting, serta menuliskan hasil pengamatan berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki. Aktivitas ini bertujuan membangun rasa ingin tahu, mengaktifkan pengetahuan awal, dan melatih kemampuan interpretasi dalam memahami hubungan antara fenomena budaya dengan konsep suhu, kalor, dan perubahan wujud zat.

No	Scene	Penjelasan
4	Problem statement dan analisis 	Setelah melakukan pengamatan, peserta didik diarahkan untuk merumuskan pertanyaan atau masalah yang muncul dari fenomena yang diamati, misalnya mengenai hubungan kalor dengan perubahan suhu, perubahan wujud malam, atau faktor-faktor yang memengaruhi proses pencairan malam batik. Selanjutnya peserta didik menganalisis permasalahan dengan mengidentifikasi variabel, menentukan hubungan sebab-akibat, serta menyusun dugaan awal (hipotesis). Tahap ini mengembangkan kemampuan berpikir analitis dan logis dalam memecahkan masalah berdasarkan fenomena nyata
5	Data Collection dan Evaluasi 	Pada tahap pengumpulan data, peserta didik memperoleh informasi melalui berbagai sumber, seperti pengamatan langsung, percobaan sederhana, simulasi interaktif, bahan bacaan, maupun tabel hasil pengamatan. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan, diklasifikasikan, dan dievaluasi berdasarkan tingkat relevansi dan keakuratan terhadap permasalahan yang sedang dikaji. Kegiatan ini melatih peserta didik untuk mengevaluasi bukti secara objektif sebelum digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kesimpulan ilmiah.
6	Data processing dan inferensi 	Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah melalui kegiatan perhitungan, penyusunan tabel, analisis grafik, maupun interpretasi hubungan antarvariabel. Peserta didik kemudian menghubungkan hasil pengolahan data dengan teori suhu dan kalor untuk memperoleh pola atau kecenderungan tertentu. Berdasarkan hasil analisis tersebut peserta didik menyusun inferensi atau kesimpulan sementara mengenai konsep kalor, perpindahan kalor, kalor jenis, maupun perubahan wujud yang terjadi pada proses membatik. Tahap ini mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah berbasis data dan bukti.
7	Verification dan eksplanasi 	Pada tahap verifikasi, peserta didik mencocokkan hasil analisis dan kesimpulan sementara dengan konsep ilmiah dari sumber belajar atau penjelasan guru, lalu mendiskusikannya untuk memastikan kesesuaian data dengan teori. Mereka kemudian menyampaikan hasil analisis secara ilmiah dan logis berdasarkan bukti yang diperoleh. Tahap ini melatih kemampuan eksplanasi, argumentasi ilmiah, dan mempertahankan pendapat berdasarkan fakta.

No	Scene	Penjelasan
8	<i>Generalization</i> 	Tahap generalisasi merupakan tahap akhir <i>Discovery Learning</i> , di mana peserta didik menyusun kesimpulan umum mengenai keterkaitan konsep suhu dan kalor dengan proses membatik Majapahit. Selain menyimpulkan hasil pembelajaran, peserta didik juga diarahkan untuk menerapkan konsep yang telah dipelajari pada fenomena lain dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan perpindahan kalor maupun perubahan wujud zat. Tahap ini memperkuat pemahaman konseptual, meningkatkan kemampuan transfer pengetahuan, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis secara utuh melalui refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan.

Sebagaimana disajikan pada Tabel 1, setiap *scene* dirancang agar satu tahapan sintaks *Discovery Learning* secara langsung berpadanan dengan satu indikator berpikir kritis Facione, sehingga peserta didik tidak hanya mengikuti prosedur eksplorasi, tetapi juga dilatih menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, menginferensi, dan mengeksplanasi fenomena membatik secara bertahap. Rancangan ini konsisten dengan prinsip konstruktivisme yang menekankan bahwa pemahaman terbangun lebih bermakna ketika terhubung dengan pengalaman dan latar budaya peserta didik (Vygotsky, 1978), sekaligus menjawab kesenjangan yang disoroti Nugroho dkk. (2020) bahwa integrasi kearifan lokal pada bahan ajar digital umumnya masih bersifat ilustratif dan belum menjadi inti proses inkuiri. Pada rancangan ini, proses membatik Majapahit tidak ditempatkan sebagai ilustrasi tambahan, melainkan sebagai alur utama investigasi ilmiah dari tahap *Stimulation* hingga *Generalization*, sehingga rancangan yang dihasilkan menjadi dasar yang kokoh untuk diwujudkan menjadi produk pada tahap *Development*

3. Hasil Tahap *Development* (Kevalidan E-LKPD)

Pada tahap *Development*, rancangan diwujudkan menjadi produk E-LKPD yang selanjutnya divalidasi oleh tiga validator (dua dosen ahli fisika dan satu guru fisika). Sesuai teknik analisis data pada Metode Penelitian, kevalidan dianalisis menggunakan persentase skor (Persamaan 2) dan *Percentage of Agreement*/PoA (Persamaan 3), dengan kriteria valid jika persentase $\geq 61\%$ (Riduwan, 2019) dan reliabel jika PoA $\geq 75\%$ (Borich, 1994).

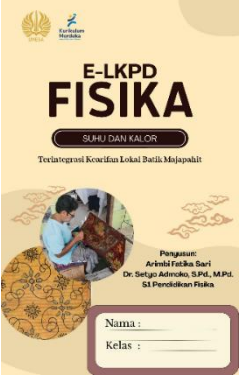
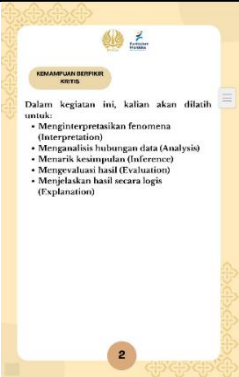
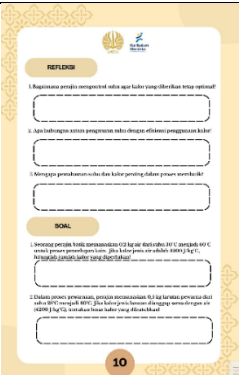
Tabel 2. Hasil Validasi E-LKPD per Butir Penilaian

No	Aspek yang Dinilai	V1	V2	V3	Rata-rata (%)	Kategori
	Isi —Konten E-LKPD					
1	E-LKPD dikembangkan berbasis kemampuan berpikir kritis	3	4	4	91,67	Sangat Valid
2	Mengarahkan peserta didik menganalisis masalah suhu dan kalor	4	4	3	91,67	Sangat Valid
3	Mendorong pemberian alasan/solusi fenomena kearifan lokal Batik Majapahit	4	4	4	100	Sangat Valid
4	Mengintegrasikan kearifan lokal Batik Majapahit secara kontekstual	4	4	4	100	Sangat Valid
4a	Fenomena pemantik menggunakan video/animasi proses membatik	4	4	4	100	Sangat Valid
4b	Kegiatan <i>discovery</i> mengarahkan eksplorasi konsep fisika dari praktik membatik	4	4	4	100	Sangat Valid

No	Aspek yang Dinilai	V1	V2	V3	Rata-rata (%)	Kategori
4c	<i>Data collection</i> memanfaatkan data empiris proses produksi Batik Majapahit	4	4	4	100	Sangat Valid
4d	<i>Verification</i> membandingkan pengetahuan ilmiah dengan pengetahuan pengrajin	3	4	4	91,67	Sangat Valid
4e	Refleksi mengaitkan nilai budaya Majapahit dengan karakter ilmiah	1	4	4	75,00	Valid
Bahasa						
5	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baku	3	3	4	83,33	Sangat Valid
6	Memiliki informasi yang jelas	4	4	4	100	Sangat Valid
7	Pertanyaan tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	3	4	91,67	Sangat Valid
8	Bahasa sesuai kemampuan peserta didik	4	4	4	100	Sangat Valid
Kegrafisan						
9	Jenis dan ukuran huruf baik dan menarik	4	3	4	91,67	Sangat Valid
10	Ilustrasi/gambar sesuai konsep Batik Majapahit	3	4	4	91,67	Sangat Valid
11	Tata letak menarik	4	4	4	100	Sangat Valid
12	Desain tampilan menarik	4	4	4	100	Sangat Valid
Konstruksi						
13	Sesuai kebutuhan peserta didik	4	4	4	100	Sangat Valid
14	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	3	4	4	91,67	Sangat Valid
15	Kesesuaian dengan materi suhu dan kalor berbasis berpikir kritis	4	4	3	91,67	Sangat Valid
16	Memiliki tujuan, informasi, pertanyaan, dan struktur lengkap	4	4	3	91,67	Sangat Valid
Rata-rata Keseluruhan					94,44	Sangat Valid

Secara lebih rinci, proses revisi tersebut mencerminkan siklus umpan balik iteratif yang menjadi ciri khas tahap *Development* dalam model ADDIE (Branch, 2009). Validator pertama menyoroti perlunya kelengkapan identitas pada *cover* E-LKPD agar tampilan lebih formal dan mudah diidentifikasi penggunaanya, serta penambahan petunjuk keselamatan kerja pada setiap kegiatan praktikum mengingat aktivitas membuat melibatkan alat dan bahan yang memerlukan kehati-hatian. Validator kedua memberikan masukan agar pengertian kemampuan berpikir kritis dicantumkan secara eksplisit pada bagian pendahuluan E-LKPD, sehingga peserta didik memahami tujuan pembelajaran yang hendak dicapai sebelum memulai aktivitas. Validator ketiga, yang merupakan guru fisika dengan pengalaman langsung di kelas, menyarankan penambahan soal latihan perhitungan pada setiap kegiatan serta penguatan komponen berpikir kritis pada setiap sintaks *Discovery Learning* agar keterkaitan antara tahapan pembelajaran dan indikator interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi tersampaikan lebih eksplisit kepada peserta didik. Seluruh masukan tersebut ditindaklanjuti melalui revisi bertahap sebelum E-LKPD dinyatakan valid oleh ketiga validator, sehingga produk akhir yang diujicobakan pada tahap *Implementation* telah melalui proses penyempurnaan yang komprehensif dari aspek isi, kebahasaan, kegrafisan, maupun konstruksi. Saran dan revisi disajikan dalam **Tabel 3**.

Tabel 3. Saran dan Revisi Validator

Sebelum Revisi	Saran Revisi	Sesudah Revisi
	Cover ELKPD perlu dilengkapi dengan identitas penulis dan nama institusi agar tampilan lebih formal dan mudah dikenali	
	Perlu ditambahkan petunjuk keselamatan kerja pada setiap kegiatan praktikum agar siswa memahami prosedur keamanan sebelum melakukan percobaan	
	Perlu ditambahkan pengertian kemampuan berpikir kritis pada bagian pendahuluan ELKPD agar siswa memahami keterampilan yang akan dilatihkan selama pembelajaran	
	Perlu ditambahkan soal latihan perhitungan pada setiap kegiatan agar siswa terbiasa menyelesaikan persoalan secara matematis dan melatih kemampuan analisis	

4. Hasil Tahap *Implementation* (Kepraktisan E-LKPD)

Pada tahap *Implementation*, E-LKPD yang telah valid diujicobakan secara terbatas pada peserta didik kelas XI-3 dan XI-5 SMAN 1 Gondang Mojokerto. Kepraktisan dianalisis melalui persentase skor keterlaksanaan pembelajaran (kriteria praktis $\geq 80\%$, Mulyasa, 2011) dan angket respons peserta didik (kriteria

praktis $\geq 75\%$, Riduwan, 2015). Hasil observasi disajikan dalam **Tabel 4.** dan hasil angket respon disajikan dalam **Tabel 5.**

Tabel 4. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Aspek	O1	O2	O3	Rata-rata	Keterangan
Pendahuluan	92,71%	86,46%	100%	93,06%	Sangat Praktis
Fase 1: <i>Stimulation</i> (Pemberian Rangsangan)	75%	87,50%	100%	87,50%	Sangat Praktis
Fase 2: <i>Problem Statement</i> (Identifikasi Masalah)	91,67%	100%	91,67%	94,45%	Sangat Praktis
Fase 3: <i>Data Collection</i> (Pengumpulan Data)	82,50%	100%	93,75%	92,08%	Sangat Praktis
Fase 4: <i>Data Processing</i> (Pengolahan Data)	93,75%	93,75%	75%	87,50%	Sangat Praktis
Fase 5: <i>Verification</i> (Pembuktian)	87,50%	100%	100%	95,83%	Sangat Praktis
Fase 6: <i>Generalization</i> (Penarikan Kesimpulan)	100%	75%	100%	91,67%	Sangat Praktis
Kemampuan Berpikir Kritis	91,25%	97,50%	88,75%	92,50%	Sangat Praktis
Penutup	92,71%	96,88%	95,84%	95,14%	Sangat Praktis
Kondisi Kelas	88,75%	88,34%	90%	89,03%	Sangat Praktis
Rata-rata				91,88%	Sangat Praktis

Tabel 5. Hasil Angket Respons Peserta Didik

Aspek	Rata-rata (%)	Kategori
Penggunaan E-LKPD	95,60	Sangat Baik
Penerapan <i>Discovery Learning</i>	95,00	Sangat Baik
Keterampilan Berpikir Kritis	93,50	Sangat Baik
Integrasi Kearifan Lokal	90,30	Sangat Baik
Pengalaman Belajar	95,90	Sangat Baik
Rata-rata	94,10	Sangat Baik

Rata-rata keterlaksanaan pembelajaran (91,87%) dan respons peserta didik (94,10%) sama-sama jauh melampaui ambang batas yang dipersyaratkan, sehingga E-LKPD dinyatakan sangat praktis pada tahap *Implementation*. Fase *Verification* mencapai persentase tertinggi (95,83%) karena petunjuk pembuktian hipotesis yang jelas, sedangkan fase *Stimulation* dan *Data Processing* mencapai persentase terendah (87,50%) akibat variasi kemampuan guru membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik serta kebutuhan waktu tambahan dalam mengolah data pengamatan. Pada angket respons, aspek Pengalaman Belajar memperoleh nilai tertinggi (95,90%) dan aspek Integrasi Kearifan Lokal terendah (90,30%), meski keduanya tetap sangat baik.

5. Hasil Tahap *Evaluation*

Tahap *Evaluation* dilakukan secara formatif pada setiap tahap ADDIE (evaluasi rancangan pada Design, evaluasi produk oleh validator pada Development) dan secara sumatif pada akhir Implementation. Hasil evaluasi menyeluruh menunjukkan bahwa E-LKPD Fisika terintegrasi kearifan lokal Batik Majapahit berbasis *Discovery Learning* telah memenuhi kriteria sangat valid (94,44%; PoA 94,15%) dan sangat praktis (keterlaksanaan 91,87%; respons peserta didik 94,10%), sehingga dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi Suhu dan Kalor di tingkat SMA.

Temuan ini memperkuat sekaligus melengkapi penelitian-penelitian terdahulu yang mengembangkan bahan ajar berbasis model pembelajaran maupun kearifan lokal secara terpisah. Jika Anggaraini et al. (2024) menekankan validitas dan kepraktisan e-LKPD berbasis Problem Based Learning tanpa konteks etnosains, dan Pela et al. (2022) mengintegrasikan kearifan lokal Batik Tulis Lampung tanpa secara eksplisit memetakan

indikator berpikir kritis pada setiap sintaks pembelajaran, penelitian ini menunjukkan bahwa kedua unsur tersebut, yaitu konteks etnosains spesifik (Batik Majapahit) dan pemetaan sintaks *Discovery Learning* terhadap indikator berpikir kritis, dapat dipadukan sekaligus dan sama-sama mencapai kategori sangat valid dan sangat praktis. Konsistensi hasil pada kedua tahap penilaian ini juga menjadi indikasi awal bahwa pendekatan etnosains digital yang dikembangkan berpotensi direplikasi pada konteks kearifan lokal lain di luar Batik Majapahit, sepanjang prinsip pemetaan sintaks-indikator berpikir kritis yang sama diterapkan secara konsisten pada tahap Design. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baik secara praktis, sebagai media pembelajaran siap pakai, maupun secara konseptual, sebagai model pemetaan etnosains-sintaks pembelajaran-indikator berpikir kritis yang dapat diadaptasi pada penelitian pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan E-LKPD Fisika terintegrasi kearifan lokal Batik Majapahit berbasis *Discovery Learning* pada materi Suhu dan Kalor telah melalui tahapan ADDIE secara sistematis, mulai dari analisis kebutuhan di SMAN 1 Gondang Mojokerto, perancangan yang memadukan sintaks *Discovery Learning* dengan konteks etnosains proses membuat, hingga pengembangan dan uji coba terbatas produk.

Menjawab rumusan masalah pertama, hasil penilaian validator ahli materi, media, dan pembelajaran menunjukkan bahwa E-LKPD dinyatakan sangat valid, dengan rata-rata persentase skor sebesar 94,44% dan *Percentage of Agreement* (PoA) sebesar 94,15%, yang keduanya berada jauh di atas ambang batas kevalidan (61%) dan reliabilitas (75%) yang dipersyaratkan. Aspek Kegrafisan memperoleh capaian tertinggi (95,84%), sedangkan aspek Bahasa dan Konstruksi memperoleh capaian terendah namun tetap sangat valid (93,75%). Hasil ini menunjukkan bahwa E-LKPD telah memenuhi kelayakan isi, kebahasaan, kegrafisan, dan konstruksi sebagai perangkat pembelajaran fisika yang mengintegrasikan kearifan lokal Batik Majapahit.

Menjawab rumusan masalah kedua, hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran di kelas dan angket respons peserta didik menunjukkan bahwa E-LKPD dinyatakan sangat praktis, dengan rata-rata keterlaksanaan pembelajaran sebesar 91,87% dan rata-rata respons peserta didik sebesar 94,10%, yang keduanya melampaui ambang batas kepraktisan yang ditetapkan (80% dan 75%). Fase *Verification* mencapai keterlaksanaan tertinggi (95,83%), sedangkan fase *Stimulation* dan *Data Processing* mencapai keterlaksanaan terendah (87,50%) meski tetap sangat praktis. Hasil ini membuktikan bahwa E-LKPD mudah diimplementasikan oleh guru, mampu memandu seluruh sintaks *Discovery Learning* secara sistematis, serta mendapat respons positif dari peserta didik terhadap penggunaannya.

Dengan demikian, E-LKPD Fisika terintegrasi kearifan lokal Batik Majapahit berbasis *Discovery Learning* pada materi Suhu dan Kalor dinyatakan valid dan praktis untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika di tingkat SMA. Hasil penelitian ini sekaligus memberikan kontribusi praktis bagi guru dalam mengintegrasikan pembelajaran berbasis teknologi dan budaya lokal, serta menjadi salah satu alternatif inovasi bahan ajar yang menjembatani konsep fisika abstrak dengan konteks kearifan lokal secara kontekstual dan bermakna.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar guru mempersiapkan fasilitas digital yang memadai serta membiasakan peserta didik dengan aktivitas *Discovery Learning* sejak awal pembelajaran, khususnya pada fase *Stimulation* dan *Data Processing* yang memperoleh keterlaksanaan relatif lebih rendah. Peneliti selanjutnya disarankan untuk memperluas uji coba pada populasi yang lebih besar guna generalisasi hasil, serta melakukan kajian lanjutan mengenai keefektifan E-LKPD ini terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala SMAN 1 Gondang Mojokerto beserta guru fisika dan peserta didik kelas XI-3 dan XI-5 yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga

disampaikan kepada para validator yang telah memberikan masukan berharga dalam penyempurnaan perangkat pembelajaran.

KONTRIBUSI PENULIS

Para penulis harus menyatakan semua kontribusi mereka terhadap penelitian/manuskrip ini. Kontribusi harus dinyatakan dalam format CRediT (Contributor Roles Taxonomy). **Arimbi Fatika Sari**: Conceptualization, Methodology, Investigation, Data Curation, Formal Analysis, dan Writing – Original Draft; serta **Setyo Admoko**: Conceptualization, Methodology, Validation, Supervision, dan Writing – Review & Editing. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. Secara khusus, Grammarly digunakan untuk pemeriksaan tata bahasa dan gaya penulisan naskah berbahasa Inggris. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah, dan bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggaraini, M., Distrik, I. W., & Abdurrahman. (2024). Pengembangan e-LKPD berbasis Problem Based Learning berbantuan aplikasi Thunkable untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Unnes Physics Education Journal*, 14(2). <https://doi.org/10.15294/upej.v14i2.24764>
- Borich, G. D. (1994). *Observation skills for effective teaching* (2nd ed.). Macmillan.
- BPS (Badan Pusat Statistik). (2023). Kontribusi industri batik terhadap PDB Indonesia. BPS.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2014). An integrated critical thinking framework for the 21st century. *Thinking Skills and Creativity*, 12, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.12.004>
- Ennis, R. H. (2011). *The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities*. University of Illinois.
- Facione, P. A. (2015). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Insight Assessment.
- Fadila, R., & Mulyani, S. (2020). Pengembangan e-modul berbasis Discovery Learning untuk meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik pada materi fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(2), 112–120. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v16i2.24865>
- Kemendikdasmen. (2025). Laporan hasil TKA Fisika tahun 2025. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Kurniawan, R., & Syafriani. (2021). Praktikalitas dan efektivitas penggunaan e-modul fisika SMA berbasis guided inquiry terintegrasi etnosains untuk meningkatkan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 5(2), 135–141. <https://doi.org/10.24036/jep/vol5-iss2/572>
- Mulyasa, E. (2011). *Menjadi guru profesional: Menciptakan pembelajaran kreatif dan menyenangkan*. Remaja Rosdakarya.

- Nugroho, A., Suparmi, A., & Sukarmin, S. (2020). Integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep. *International Journal of Science Education*, 42(15), 2456–2470. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1815912>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results: What 15-year-olds know and can do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pela, S. O., Yuberti, Suryani, Y., & Latifah, S. (2022). Development of e-module physics based on local wisdom of Lampung written batik on temperature and heat materials. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 2(1), 35–45. <https://doi.org/10.14421/impulse.2022.21.04>
- Pratiwi, D. A., & Wilujeng, I. (2021). Integrasi kearifan lokal "Tungku Peleburan Logam" dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1), 45–56.
- Redish, E. F. (2014). *Teaching physics with the physics suite*. Wiley.
- Riduwan. (2015). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Alfabeta.
- Riduwan. (2019). *Dasar-dasar statistika*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian & pengembangan (Research and Development)*. Alfabeta.
- UNESCO. (2009). *Indonesian batik*. <https://ich.unesco.org/en/RL/indonesian-batik-00170>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.