



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL STEM-CTL
TERINTEGRASI BATIK KAWUNG UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS DAN LITERASI DATA PADA TOPIK PENGUKURAN FISIKA**

Rias Oktamaypasha*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
Sukardiyono, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
Riki Perdana, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
Pramudya Wahyu Pradana, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
*e-mail: riasoktamaypasha.2022@student.uny.ac.id (corresponding author)

Abstrak. Pembelajaran fisika pada materi besaran dan pengukuran seringkali didominasi pembelajaran yang cenderung bersifat teoritis dan minim praktik, serta minim aktivitas berbasis data dan kurang mendukung penguatan pemahaman konseptual yang berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa. Penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran fisika berbasis model STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung pada materi besaran dan pengukuran yang layak untuk melatih kemampuan tersebut. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model 4-D. Subjek penelitian terdiri dari dua dosen dan dua guru fisika sebagai ahli untuk uji kelayakan, serta 29 siswa untuk uji keterbacaan. Teknik analisis data menggunakan Simpangan Baku Ideal (SBI). Temuan penelitian menunjukkan bahwa modul ajar, LKPD, dan media Scratch dinyatakan sangat layak oleh para ahli. Selain itu, uji keterbacaan oleh siswa menunjukkan kategori sangat layak. Dengan demikian, perangkat pembelajaran yang dikembangkan layak dan siap diimplementasikan sebagai solusi inovatif dalam pembelajaran fisika yang kontekstual sekaligus mendukung pelestarian kearifan lokal.

Kata Kunci: *Perangkat Pembelajaran, Besaran dan Pengukuran Fisika, Kearifan Lokal Batik Kawung, STEM-CTL, Media Pembelajaran Scratch.*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam sistem pendidikan, termasuk dalam pembelajaran fisika. Pembelajaran tidak lagi berorientasi pada penguasaan konsep semata, tetapi menuntut pengembangan keterampilan abad ke-21 yang meliputi kreativitas, inovasi, berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi (Hidayatullah et al., 2021). Pembelajaran fisika berkaitan erat dengan fenomena alam dan aktivitas eksperimen yang menuntut siswa memiliki nalar kritis serta kemampuan mengelola data. Sejumlah penelitian juga menyatakan bahwa pembelajaran fisika tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga pengembangan kemampuan berpikir kritis dan literasi data (Cui et al., 2023; Jannah & Atmojo, 2022; Nygren et al., 2019). Kedua kemampuan ini berperan penting dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data dan penyelesaian

masalah ilmiah.

Kemampuan berpikir kritis telah diterapkan sejak awal abad milenium (tahun 2000-an) hingga sekarang. Facione (2013) mendefinisikan berpikir kritis sebagai kemampuan berpikir secara reflektif, rasional, dan bertujuan untuk menganalisis informasi, mengevaluasi bukti dan argumen, serta menarik kesimpulan yang logis guna menentukan apa yang layak dipercaya atau dilakukan. Penelitian ini mensintesis indikator berpikir kritis menjadi mengidentifikasi informasi; menjelaskan konsep, prinsip, atau argumen; menganalisis informasi; serta mengevaluasi keakuratan dan kredibilitas informasi. Selain berpikir kritis, literasi data menjadi kompetensi esensial lainnya mengingat pembelajaran fisika selalu melibatkan representasi data berupa angka atau grafik (Volkwyn et al., 2020). Miller et al. (2021) memandang kemampuan literasi data sebagai metode yang membantu siswa dalam mengumpulkan, menginterpretasikan, dan menganalisis data, termasuk di dalamnya menyusun tabel dan menyajikan grafik. Adapun indikator literasi data dalam penelitian ini mencakup kemampuan membaca, memahami, menerapkan, memilih representasi, dan menafsirkan data.

Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa terutama di pembelajaran fisika atau sains masih belum memuaskan. Hal ini sejalan yang diungkapkan oleh Purba et al. (2023) dan Hasti et al. (2024) melaporkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran fisika masih tergolong rendah hingga sedang. Kondisi ini diperkuat oleh temuan Priyadi et al. (2018) yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu melakukan perhitungan fisika, namun belum mampu memaknai data secara konseptual maupun mengaitkannya dengan fenomena kontekstual. Kondisi serupa terjadi pada literasi data; penelitian yang dilakukan oleh Suryadi et al. (2021) pada siswa SMA menunjukkan bahwa literasi data dalam pembelajaran fisika masih tergolong rendah, terutama pada aspek analisis, interpretasi, implementasi, dan evaluasi data. Rendahnya kedua kemampuan ini disebabkan oleh pola pembelajaran yang sering menekankan hafalan rumus tanpa penguatan pemahaman konseptual yang mendalam (Alibar et al., 2024). Selain itu, minimnya integrasi aktivitas berbasis data. Hasil observasi di salah satu SMA Yogyakarta juga mengonfirmasi bahwa keterbatasan waktu dan fokus pada target materi menyebabkan kurangnya aktivitas yang menunjang literasi data dan berpikir kritis.

Materi besaran dan pengukuran merupakan topik dasar fisika yang diajarkan pada awal pembelajaran kelas X atau fase E. Materi ini berperan sebagai fondasi untuk memahami konsep fisika selanjutnya. Selain itu, pembelajaran besaran dan pengukuran menuntut kemampuan berpikir kritis dan literasi data karena berkaitan langsung dengan metode ilmiah. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi besaran dan pengukuran, yang disebabkan oleh pembelajaran yang cenderung bersifat teoritis dan minim praktik (Mukhlis, 2017; Pratama et al., 2023). Hal ini diperkuat oleh temuan Salam et al. (2021) yang melaporkan bahwa 55,5% dari 32 siswa menganggap materi tersebut sebagai bagian tersulit dalam pembelajaran IPA. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang mengaitkan konsep dengan praktik nyata.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini menawarkan pengembangan model pembelajaran STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung berbantuan Scratch. Model STEM-CTL sendiri merupakan hasil integrasi pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dengan *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Model pembelajaran ini dipilih karena melibatkan siswa dalam proses penguasaan pengetahuan dan penerapannya dalam konteks nyata (Maryani et al., 2024). Pengembangan model pembelajaran STEM-CTL dilakukan melalui integrasi budaya lokal. Integrasi budaya lokal dalam pembelajaran terbukti dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi dan mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi (Wulansari et al., 2024). Pola dan proses pembuatan batik kawung khas Yogyakarta memuat konsep besaran dan pengukuran yang dapat

dijadikan konten pembelajaran kontekstual.

Penelitian ini menjadikan media Scratch untuk menjembatani antara teori dengan praktik dalam pembelajaran fisika. Selain itu, Scratch dipilih karena fleksibilitasnya dalam menyajikan konten kompleks secara visual dan sederhana (Negoro et al., 2023). Media Scratch yang dikembangkan memuat materi, simulasi, dan misi interaktif yang dapat diakses siswa secara daring maupun luring di kelas. Meskipun penelitian mengenai STEM, CTL, maupun Scratch telah banyak dilakukan, pengembangan model STEM-CTL yang mengintegrasikan kearifan lokal batik kawung berbantuan Scratch, khususnya pada materi pengukuran masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis model tersebut untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa. Perangkat yang dikembangkan meliputi modul ajar, LKPD, dan media pembelajaran berbantuan Scratch. Pengembangan ini diharapkan menjadi solusi inovatif meningkatkan kemampuan siswa sekaligus mendukung pelestarian budaya lokal Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974). Model ini terdiri dari empat tahapan, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Model 4-D dipilih karena sistematis dan sesuai untuk menguji kelayakan perangkat pembelajaran model STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung yang dikembangkan. Penelitian dimulai dengan tahap pendefinisian, tahap ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan. Kegiatan yang dilakukan meliputi observasi lapangan dan studi literatur untuk mengidentifikasi karakteristik siswa, menganalisis pelaksanaan pembelajaran fisika di kelas, serta memetakan permasalahan yang menghambat kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa.

Tahap kedua adalah perancangan untuk menyusun draf awal perangkat pembelajaran berbasis model STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung. Pengembangan perangkat ini didasarkan pada permasalahan yang ditemukan pada tahap sebelumnya serta sintaks model STEM-CTL, dengan tujuan utama melatih kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa pada materi besaran dan pengukuran. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan media pembelajaran berbantuan Scratch.

Tahap pengembangan merupakan tindak lanjut dari tahap perancangan yang bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang valid dan layak digunakan. Draft awal modul ajar, LKPD, dan media Scratch yang telah disusun selanjutnya divalidasi oleh para ahli untuk dinilai kelayakannya. Validator terdiri dari dua dosen Pendidikan Fisika dan dua guru Fisika SMA. Berikut adalah kisi-kisi instrumen validasi yang digunakan.

Tabel 1. Kisi-kisi Lembar Validasi Kelayakan Modul Ajar

No.	Aspek	Butir
KOMPONEN AWAL		
1	Identitas Umum	1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7
2	Kompetensi awal	8
3	Profil Pelajara Pancasila	9
4	Sarana dan Prasarana	10
5	Target Siswa	11
6	Model Pembelajaran	12
7	Metode Pembelajaran	13
KOMPONEN INTI		
8	Tujuan Pembelajaran	14
9	Pemahaman bermakna	15
10	Pertanyaan pemantik	16

No.	Aspek	Butir
11	Kegiatan pembelajaran	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, dan 29
12	Asesmen	30, 31, dan 32
13	Refleksi guru dan siswa	33 dan 34
14	Pengayaan dan remedial	35 dan 36
15	Sumber bahan bacaan guru dan siswa	37

Tabel 2. Kisi-kisi Lembar Validasi Kelayakan LKPD

No.	Aspek	Indikator	Butir
1.	Kelayakan isi	Kecocokan materi dengan tujuan pembelajaran	1
		Kesesuaian materi dengan indikator kemampuan berpikir kritis dan literasi data	2
		Kecocokan materi dengan karakteristik perkembangan siswa	3
		Ketersediaan tahapan model pembelajaran STEM-CTL	4
		Kevalidan pertanyaan untuk siswa tentang fisika tentang besaran dan pengukuran	5
		Kebermanfaatan bagi siswa	6
2.	Penyajian	Kesesuaian sistematika penulisan LKPD	7
		Kesesuaian langkah kerja siswa dengan kriteria model pembelajaran yang dipilih	8
		Ketersediaan pertanyaan untuk meningkatkan keaktifan siswa	9
		Ketersediaan pertanyaan untuk menarik minat siswa	10
3.	Grafik dan sumber	Ketepatan dalam penggunaan jenis dan ukuran huruf	11
		Ketepatan tampilan antara judul dengan gambar, tabel, dan grafik	12
		Kejelasan penulisan sumber	13
4.	Bahasa	Kejelasan bahasa yang digunakan	14

Tabel 3. Kisi-kisi Lembar Validasi Kelayakan Media Scratch

No.	Aspek	Indikator	Butir
1	Desain komunikasi visual	Kelengkapan identitas	1
		Kesesuaian porsi layout	2
		Kesesuaian proporsi warna	3
		Kesesuaian pemilihan <i>background</i>	4
		Kesesuaian pemilihan huruf	5
2	Rekayasa perangkat lunak	Konsistensi tampilan tombol	6
		Kemudahan akses	7
		Kreativitas dan inovasi	8
		Peluang pengembangan media terhadap IPTEK	9
		Keseuaian dengan konsep fisika	10
3	Kualitas media pembelajaran	Struktur Bahasa mudah dimengerti	11
		Kalimat efektif, tidak rancu	12
		Bahasa yang digunakan komunikatif	13
		Ejaan sesuai EYD	14
		Istilah yang digunakan memiliki arti yang sesuai	15
4	Budaya Lokal	Ketepatan budaya lokal	16
		Kesesuaian budaya lokal dengan konsep fisika	17

Data hasil validasi kelayakan modul ajar, LKPD, dan media Scratch. dianalisis menggunakan pendekatan statistik Simpangan Baku Ideal (SBI). Skor kuantitatif dikonversi menjadi kategori kualitatif skala 5 dengan acuan Widyoko (2009). Berikut tabel interval skor

dan kriterianya.

Tabel 4. Kriteria Kelayakan Perangkat Pembelajaran

No.	Interval Skor Rata-Rata	Kategori
1	$\bar{X} > \bar{X}_t + 1,8 SBi$	Sangat Layak
2	$\bar{X}_t + 0,6 SBi < \bar{X} \leq \bar{X}_t + 1,8 SBi$	Layak
3	$\bar{X}_t - 0,6 SBi < \bar{X} \leq \bar{X}_t + 0,6 SBi$	Cukup Layak
4	$\bar{X}_t - 1,8 SBi < \bar{X} \leq \bar{X}_t - 0,6 SBi$	Kurang Layak
5	$\bar{X} \leq \bar{X}_t - 1,8 SBi$	Sangat Kurang Layak

Setelah data hasil validasi dianalisis, perangkat pembelajaran direvisi berdasarkan penilaian, saran, dan masukan dari para ahli. Tahap selanjutnya adalah melakukan uji keterbacaan terhadap perangkat yang telah dinyatakan layak. Uji keterbacaan ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap modul ajar, LKPD, dan media Scratch. Uji ini melibatkan 29 siswa SMA yang telah mempelajari materi besaran dan pengukuran pada Fase E. Penilaian keterbacaan modul ajar dan LKPD mencakup aspek tampilan, isi, dan bahasa, sedangkan media Scratch dinilai berdasarkan aspek tampilan, kemudahan akses, dan bahasa. Data hasil angket respon siswa dianalisis menggunakan teknik Simpangan Baku Ideal (SBI). Hasil analisis ini kemudian dijadikan pertimbangan untuk revisi tahap akhir perangkat pembelajaran.

Tahap terakhir adalah penyebaran. Pada tahap ini, hasil pengembangan model pembelajaran STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung berbantuan Scratch disebarluaskan melalui penulisan artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal terakreditasi Kemenristekdikti. Tujuannya adalah untuk memperluas penggunaan model pembelajaran pada materi besaran dan pengukuran, serta membuka peluang adaptasi pada materi fisika atau mata pelajaran lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang mengadaptasi model 4-D untuk menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung pada materi besaran dan pengukuran. Produk yang dikembangkan meliputi modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan media pembelajaran Scratch. Hasil dari tahapan model pengembangan 4D dapat diuraikan sebagai berikut:

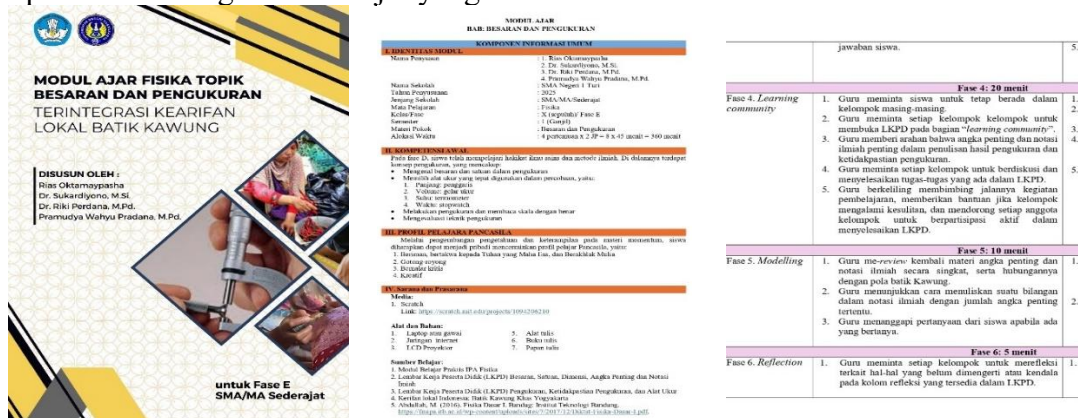
A. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap pendefinisian, dilakukan analisis kebutuhan untuk menetapkan masalah dasar yang melatarbelakangi pengembangan ini. Fokus utama masalah adalah masih rendahnya kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa, khususnya pada mata pelajaran Fisika. Berdasarkan kajian literatur terdahulu, rendahnya kemampuan ini disebabkan oleh proses pembelajaran yang masih didominasi pendekatan berpusat pada guru (*teacher-centered*) melalui metode ceramah dan diskusi terbatas (Pratiwi *et al.*, 2021). Selain itu, ketersediaan media pendukung literasi data juga masih terbatas (Kartika *et al.*, 2021; Lin *et al.*, 2023; Yeom, 2025). Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa meskipun Kurikulum Merdeka dan metode berbasis proyek telah diterapkan, pengembangan kemampuan berpikir kritis, literasi data, serta integrasi kearifan lokal dan media Scratch belum optimal akibat keterbatasan waktu. Temuan di sekolah lain juga mengonfirmasi kondisi serupa, di mana pembelajaran masih cenderung berpusat pada guru dengan sumber belajar yang terbatas. Oleh karena itu, perangkat pembelajaran dengan model STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung ditawarkan sebagai solusi atas permasalahan tersebut. Pendekatan ini dirancang untuk memberikan pengalaman

belajar yang aktif, sehingga siswa dapat membangun pengetahuan mereka sendiri sesuai dengan teori konstruktivisme.

B. Tahap Design (Perancangan)

Tahap selanjutnya adalah tahap perancangan. Pada tahap ini, perangkat pembelajaran yang dirancang meliputi modul ajar, LKPD, dan media pembelajaran Scratch. Modul ajar disusun dengan referensi pada sintaks model STEM-CTL yang dijelaskan oleh Maryani et al. (2024) meliputi konstruktivisme (*Constructivism*), inkuiri (*Inquiry*), mempertanyakan (*Questioning*), komunitas belajar (*Learning Community*), memodelkan (*Modelling*), refleksi (*Reflection*), dan penilaian autentik (*Authentic Assessment*). Batik kawung sebagai konteks utama kegiatan pembelajaran. Setiap tahapan dalam sintaks STEM-CTL tersebut didesain untuk memfasilitasi peningkatan indikator berpikir kritis dan literasi data siswa. Struktur modul ajar yang dikembangkan terdiri atas informasi umum (identitas modul, kompetensi awal, Profil Pelajar Pancasila, sarana prasarana, target siswa, dan model pembelajaran), komponen inti (capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, kegiatan pembelajaran, asesmen, refleksi guru dan siswa), serta lampiran pendukung. Berikut disajikan beberapa hasil rancangan modul ajar yang telah disusun.



Gambar 1. Hasil Rancangan Modul Ajar

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dikembangkan sebagai perangkat penunjang implementasi modul ajar. Penyusunan LKPD ini diselaraskan dengan sintaks model pembelajaran STEM-CTL dalam modul ajar dan integrasi budaya batik kawung. Ada 2 LKPD yang dirancang, LKPD pertama untuk materi besaran, satuan, dimensi, angka penting, dan notasi ilmiah. LKPD yang kedua dirancang untuk materi pengukuran, ketidakpastian pengukuran, dan alat ukur. LKPD berisi petunjuk dan langkah kerja, baik teori maupun praktik, yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran, khususnya dalam penelitian ini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi data (Eliza et al., 2025). Penggunaan LKPD juga dapat mendorong kemandirian belajar dan keaktifan siswa.



Gambar 2. Hasil Rancangan LKPD

Media Scratch yang dikembangkan terdiri atas 3 menu utama, yaitu menu materi, simulasi pengukuran panjang menggunakan mistar dan jangka sorong, serta dua misi pembelajaran. Misi pertama berupa kegiatan *drag and drop* besaran, satuan SI, dan dimensi yang dikaitkan dengan proses pembuatan batik kawung. Misi kedua mengajak siswa melakukan simulasi sederhana pembuatan batik kawung dari awal hingga akhir, yang melibatkan pengukuran luas, massa, suhu beserta konversinya, volume, dan waktu. Kegiatan ini terintegrasi dalam modul ajar dan LKPD. Dengan demikian, Scratch memiliki keunggulan dalam memberikan pengalaman belajar yang konkret dan bermakna, meningkatkan keaktifan siswa, serta melatih kemampuan pemecahan masalah.



Gambar 3. Hasil Rancangan Media Scratch

Modul ajar, LKPD, dan media Scratch yang dikembangkan dirancang sebagai satu kesatuan sistem yang saling mendukung dan melengkapi satu sama lain dalam proses pembelajaran. Sinergi ketiga perangkat tersebut bertujuan untuk mengoptimalkan aktivitas siswa dalam mengonstruksi pengetahuan. Hubungan antara sintaks model STEM-CTL pada

modul ajar, LKPD, dan media Scratch dengan indikator kemampuan berpikir kritis dan literasi data yang dilatihkan disajikan secara rinci pada tabel berikut.

Tabel 5. Hubungan Sintaks STEM-CTL dan Indikator Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) dan Literasi Data (KLD)

No	Sintaks STEM-CTL	Kegiatan Pembelajaran	KBK	KLD
1	<i>Constructivism</i>	Siswa menerima stimulus berupa narasi atau video dan penjelasan awal materi dari guru. Siswa mengamati stimulus yang disajikan untuk mengenali konteks pembelajaran.	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi informasi 	
2	<i>Inquiry</i>	Siswa menentukan pasangan besaran, satuan, dan dimensi pada proses pembuatan batik kawung yang tersedia pada misi media Scartch. Siswa juga melakukan simulasi pengukuran menggunakan mistar dan jangka sorong di media Scratch. Hasil jawaban siswa dicatat dalam LKPD.	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi informasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Membaca data • Memahami data
3	<i>Questioning</i>	Siswa merumuskan pertanyaan dari hasil kegiatan inkuiri dan mengajukannya ke kelompok lain. Kegiatan tanya jawab dilakukan untuk membangun argumen logis berdasarkan bukti.	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan konsep, prinsip, argumen 	
4	<i>Learning Community</i>	Siswa berdiskusi antar kelompok untuk bertukar data hasil simulasi Scratch, membandingkan hasil pengukuran, mengubah data ke notasi ilmiah, dan menentukan angka penting untuk menilai keakuratan jawaban teman.	<ul style="list-style-type: none"> • Mengevaluasi meakuratan dan kredibilitas informasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Memahmai data • Menerpakan data • Menafsirkan data
5	<i>Modelling</i>	Guru mendemonstrasikan kebenaran konsep dan cara pembuatan batik kawung melalui media Scratch. Siswa menyimak penjelasan guru dan menerapkan aturan pengukuran sesuai standar SI dalam konteks nyata.	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi informasi • Menganalisis informasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Membaca data • Memahami data • Menerapkan data
6	<i>Reflection</i>	Guru memberikan penguatan materi. Siswa melakukan refleksi dan menyimpulkan pengetahuan selama pembelajaran.	<ul style="list-style-type: none"> • Mengevaluasi meakuratan dan kredibilitas informasi 	
7	<i>Authentic Assesment</i>	Siswa mengerjakan tugas pemecahan masalah nyata berbasis indikator kemampuan berpikir kritis dan literasi dan membuat infografis materi besaran dan pengukuran yang menyajikan data secara visual, ringkas, dan informatif.	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis informasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Memilih representasi datayang sesuai • Menafsirkan data

C. Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk perangkat pembelajaran yang valid dan layak digunakan. Perangkat pembelajaran yang telah dirancang selanjutnya divalidasi oleh para ahli menggunakan instrumen validasi untuk menguji kelayakan dan kevalidannya. Proses validasi melibatkan empat validator ahli, terdiri atas dua dosen Pendidikan Fisika dan dua guru Fisika SMA. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat pembelajaran telah sesuai dengan tujuan, fungsi, serta karakteristik model pembelajaran yang diterapkan. (Yusna et al., 2021). Selain untuk menguji kelayakan, proses ini juga bertujuan memperoleh

masuk sebagai dasar revisi produk. Selanjutnya, data hasil penilaian kelayakan modul ajar, LKPD, dan media Scratch dianalisis menggunakan teknik Simpangan Baku Ideal (SBI).

Penilaian kelayakan modul ajar mencakup dua aspek utama, yaitu komponen awal dan komponen inti modul ajar. Setiap aspek memiliki jumlah butir pernyataan yang berbeda, sehingga kategori SBI pada tiap aspek juga berbeda. Data hasil validasi modul ajar dianalisis menggunakan Simpangan Baku Ideal (SBI) dan diringkas pada tabel berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Validasi Modul Ajar oleh Ahli

No.	Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Ahli	Batas Kategori (SBI)	Kategori
1	Komponen awal	51,25	$\bar{X} > 44,2$	Sangat Layak
2	Komponen inti	93,25	$\bar{X} > 81,6$	Sangat Layak

Berdasarkan tabel di atas, rata-rata skor aspek komponen awal dan komponen inti telah melampaui batas minimal kategoris "sangat layak". Meskipun dinyatakan sangat layak secara kuantitatif, para ahli juga memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan produk. Beberapa saran krusial meliputi penambahan aktivitas menarik kesimpulan pada kegiatan penutup, perincian instrumen pengayaan dan remedial, serta penyesuaian pertanyaan pemantik agar lebih kontekstual dengan fenomena sekitar siswa.

Penilaian kelayakan LKPD mencakup kelayakan isi, penyajian, grafik dan sumber, serta bahasa pada LKPD. Jumlah butir berbeda pada tiap aspek, sehingga rentang skor kelayakan setiap aspek juga berbeda. Data hasil validasi LKPD dianalisis menggunakan Simpangan Baku Ideal (SBI) dan diringkas pada tabel berikut.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Validasi LKPD oleh Ahli

No.	Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Ahli	Batas Kategori (SBI)	Kategori
1	Kelayakan isi LKPD	23,25	$\bar{X} > 20,4$	Sangat Layak
2	Penyajian LKPD	15	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak
3	Grafik dan Sumber	10	$\bar{X} > 10,2$	Sangat Layak
4	Bahasa LKPD	4	$\bar{X} > 3,4$	Sangat Layak

Semua aspek penilaian LKPD (kelayakan isi, penyajian, grafik dan sumber, serta bahasa) telah melampaui batas minimal kategoris "sangat layak". Meskipun dinyatakan sangat layak secara kuantitatif, para ahli juga memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan LKPD. Para ahli memberikan saran terkait perbaikan aspek kebahasaan dan ketepatan penulisan, penguatan integrasi kearifan lokal batik kawung dalam isi LKPD, penyesuaian latihan soal dengan indikator kemampuan berpikir kritis dan literasi data, serta penyempurnaan tampilan LKPD, meliputi ukuran huruf, kelengkapan sumber gambar atau video, dan kesesuaian desain sampul dengan topik pembelajaran.

Penilaian kelayakan media Scratch mencakup desain komunikasi visual, rekayas perangkat lunak, kualitas media pembelajaran, dan budaya lokal. Aspek desain komunikasi visual, rekayasa perangkat lunak, dan kualitas media pembelajaran masing-masing memiliki jumlah butir pernyataan yang sama, yaitu lima butir, sehingga rentang skor kelayakan ketiga aspek tersebut juga sama. Sementara itu, aspek budaya lokal hanya terdiri atas dua butir pernyataan. Data hasil validasi media Scratch dianalisis menggunakan Simpangan Baku Ideal (SBI) dan diringkas pada tabel berikut.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Validasi Media Scratch oleh Ahli

No.	Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor Ahli	Batas Kategori (SBI)	Kategori
1	Desain komunikasi visual	18,5	$\bar{X} > 17$	Sangat Layak

2	Rekayasa perangkat lunak	19	$\bar{X} > 17$	Sangat Layak
3	Kualitas media pembelajaran	19,75	$\bar{X} > 17$	Sangat Layak
4	Budaya lokal	8	$\bar{X} > 6,8$	Sangat Layak

Seluruh aspek penilaian kelayakan media Scratch telah melampaui batas minimal kategoris "sangat layak". Penilaian ini menunjukkan bahwa media Scratch tidak hanya menarik secara visual dan mudah digunakan, tetapi juga mampu mengintegrasikan budaya lokal secara tepat ke dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi besaran dan pengukuran. Meskipun dinyatakan sangat layak secara kuantitatif, para ahli juga memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan media Scratch. Perbaikan konten mencakup koreksi penulisan persamaan rumus pada manu materi. Pada aspek antarmuka, dilakukan penataan ulang konsistensi letak tombol, memperjelas tombol navigasi (*next/previous*), serta penggantian ikon tombol pada menu misi 1. Selain itu, memperpanjang durasi pengerjaan misi 1 menjadi 30 detik dan menambahkan petunjuk penggunaan yang jelas pada setiap menu simulasi maupun misi.

Perangkat pembelajaran kemudian direvisi berdasarkan hasil penilaian, saran, dan masukan dari para ahli. Setelah modul ajar, LKPD, dan media *Scratch* diperbaiki, tahap selanjutnya adalah melakukan uji keterbacaan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap perangkat tersebut. Uji coba ini melibatkan 29 siswa yang telah mempelajari materi besaran dan pengukuran pada Fase E. Uji keterbacaan membantu dalam menentukan bagian yang perlu direvisi dan memperoleh kejelasan informasi (Riefani, 2020). Data respon siswa dianalisis menggunakan Simpangan Baku Ideal (SBI). Rekapitulasi hasil uji keterbacaan untuk seluruh perangkat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan Perangkat Pembelajaran

Perangkat	Aspek Penilaian	Rata-Rata Respon Siswa	Batas Kategori (SBI)	Kategori
Modul Ajar	Tampilan	14,1	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak
	Isi	13,7	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak
	Bahasa	14,0	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak
LKPD	Tampilan	14,38	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak
	Isi	14,07	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak
	Bahasa	14,48	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak
Media Scratch	Tampilan	21,2	$\bar{X} > 20,4$	Sangat Layak
	Akses	13,7	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak
	Bahasa	14,0	$\bar{X} > 13,6$	Sangat Layak

Seluruh aspek keterbacaan pada perangkat pembelajaran modul ajar, LKPD, dan media *Scratch* memperoleh skor rata-rata repon siswa yang melampaui batas minimal kategori "sangat layak". Hal ini menunjukkan bahwa tampilan modul ajar, LKPD, dan media *Scratch* menarik bagi siswa. Dari segi bahasa dan isi, materi dinilai sistematis, komunikatif, dan sesuai dengan kaidah bahasa yang baik, sehingga mempermudah siswa dalam memahami konsep besaran dan pengukuran. Aspek kemudahan akses dan bahasa pada media *Scratch* juga berada pada kategori sangat layak. Hal ini menandakan bahwa media *Scratch* dapat dioperasikan tanpa kendala teknis yang berarti dan instruksi di dalamnya mudah dipahami. Secara keseluruhan, respon positif dari siswa menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi standar keterbacaan dan siap diimplementasikan pada tahap uji lapangan.

Secara keseluruhan, perangkat pembelajaran yang dikembangkan, meliputi modul ajar, LKPD, dan media *Scratch* dengan model STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung dinyatakan sangat layak digunakan, baik berdasarkan uji kelayakan ahli maupun uji keterbacaan

siswa. Keberhasilan ini sejalan dengan pernyataan Reski (2022), yang menyebutkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran dikatakan berhasil apabila hasil penilaian kelayakan dari ahli serta uji keterbacaan oleh siswa berada pada kategori “layak” atau “sangat layak”. Kualitas perangkat pembelajaran ini juga didukung oleh penggunaan media Scratch yang menyajikan simulasi dan misi interaktif. Yanuarto & Iqbal (2022) menyampaikan bahwa penggunaan Scratch mampu mendorong kolaborasi, komunikasi, dan pengembangan keterampilan berpikir kritis abad ke-21. Hal ini diperkuat oleh penelitian Guennoun & Benjelloun (2014), yang menunjukkan bahwa media simulasi dan eksperimen terekam lebih efektif mendukung pembelajaran fisika dibandingkan media presentasi biasa. Lebih lanjut, integrasi budaya lokal atau etnosains, seperti batik kawung melalui model STEM-CTL menjadikan materi besaran dan pengukuran lebih konkret. Pendekatan ini meningkatkan relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari siswa, yang merupakan prinsip utama dari *Contextual Teaching and Learning* (CTL). STEM pada penelitian ini dilakukan melalui bla bla. Sementara itu, kemampuan berpikir kritis dan literasi data dilatihkan secara terintegrasi dalam kegiatan pembelajaran, sebagaimana dirinci pada Tabel 5.

D. Tahap Disseminate (Penyebaran)

Tahap penyebaran ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung dalam melatih kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa SMA pada topik besaran dan pengukuran. Perangkat pembelajaran berbasis model STEM-CTL terintegrasi batik kawung yang dikembangkan telah teruji kelayakannya untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa SMA pada materi besaran dan pengukuran. Oleh karena itu, hasil penelitian ini disebarluaskan dalam bentuk artikel ilmiah yang dikirim ke jurnal terakreditasi Kemenristekdikti yang relevan. Publikasi ini diharapkan dapat berkontribusi dalam memperkaya literatur mengenai penerapan model pembelajaran interaktif berbasis STEM dan CTL yang terintegrasi dengan kearifan lokal Indonesia.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran fisika berbasis model STEM-CTL terintegrasi budaya batik kawung pada materi besaran dan pengukuran dinyatakan sangat layak digunakan untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan literasi data siswa pada materi besaran dan pengukuran. Kesimpulan ini didasarkan pada hasil validasi ahli terhadap modul ajar, LKPD, dan media Scratch yang seluruhnya memenuhi kriteria sangat layak, serta diperkuat oleh hasil uji keterbacaan yang memperoleh respon positif dari siswa dengan kategori sangat layak. Dengan demikian, perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat menjadi solusi inovatif dalam pembelajaran fisika yang kontekstual sekaligus mendukung pelestarian kearifan lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibar, M., Prayogi, S., & Habibi, H. (2024). Investigating the Impact of Ethno-Physics Learning on Students’sTM Critical Thinking Skills. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 12(2).
- Cui, Y., Chen, F., Lutsyk, A., Leighton, J. P., & Cutumisu, M. (2023). Data literacy assessments: a systematic literature review. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 30(1). <https://doi.org/10.1080/0969594X.2023.2182737>
- Eliza, E., MA, A. I. A., & Filahanasari, E. (2025). PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS KEARIFAN LOKAL PEMBELAJARAN IPAS

- MATERI INDONESIA KAYA BUDAYA DI KELAS IV SDN 06 SITIUNG. *Journal Binagogik*, 12(2). <https://ejournal.uncm.ac.id/index.php/pgsd>
- Facione, P. A. (2013). Critical thinking: what it is and why it counts. *Insight Assessment*. <https://www.law.uh.edu/blakely/advocacy-survey/Critical%20Thinking%20Skills.pdf>
- Guennoun, B., & Benjelloun, N. (2014). How university students perceive the integration of ICT in their physics courses. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSRJRME)*, 4(4), 01–08. <https://doi.org/10.9790/7388-04410108>
- Hasti, S., Kaharuddin, & Dara, B. (2024). KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DALAM PENYELESAIAN SOAL-SOAL FISIKA KELAS XI SMA PONDOK PESANTREN PUTRI YATAMA MANDIRI. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 20(2), 205–220. <https://doi.org/10.35580/jspf.v20i2.3693>
- Hidayatullah, Z., Wilujeng, I., Nurhasanah, N., Gusemanto, T. G., & Makhrus, Muh. (2021). Synthesis of the 21st Century Skills (4C) Based Physics Education Research In Indonesia. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1). <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.1889>
- Jannah, D. R. N., & Atmojo, I. R. W. (2022). Media Digital dalam Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1). <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2124>
- Kartika, E., Ariswan, Suban, M. E., & Arifah, Z. U. (2021). Students' Data Literacy Ability in Physics Using the Physics E-Module Integrated with the Values of Pancasila During the Covid-19. *Proceedings of the 6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020)*, 541. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210326.047>
- Lin, R., Yang, J., Jiang, F., & Li, J. (2023). Does teacher's data literacy and digital teaching competence influence empowering students in the classroom? Evidence from China. *Education and Information Technologies*, 28(3). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11274-3>
- Maryani, I., Yuliana, I., & Islahuddin. (2024). STEM-CTL: An Initiative to Promote Elementary School Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Learning Reformation in Elementary Education*, 3(01), 1–12. <https://doi.org/10.56741/ijlree.v3i01.449>
- Miller, K., Yoon, S., Shim, J., & Cottone, A. (2021). Integrating Data Literacy into Secondary School Science: An Exploratory Study of a Pilot Professional Development. *Proceedings of the 15th International Conference of the Learning Sciences*, 781–784. <https://doi.org/https://doi.dx.org/10.22318/icls2021.781>
- Mukhlis, M. (2017). PEMBELAJARAN MODEL INQUIRI TERBIMBING PADA MATERI BESARAN DAN SATUAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN GENERIK SAINS DAN HASIL BELAJAR MAHASISWA. *Lantanida Journal*, 5(1). <https://doi.org/10.22373/lj.v5i1.2057>
- Negoro, R. A., Rusilowati, A., & Aji, M. P. (2023). Scratch-Assisted Waves Teaching Materials: ICT Literacy and Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 20(1). <https://doi.org/10.36681/tused.2023.011>
- Pratama, I. A., Sukarno, & Basuki, F. R. (2023). PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA MAHASISWA BERBASIS DIRECT INSTRUCTION PADA MATERI BESARAN DAN PENGUKURAN. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)*. <https://doi.org/10.30631/psej.v3i2.1749>
- Pratiwi, H. Y., Sundaygara, C., Setyowati, T., Ayu, H. D., Hudha, M. N., Ika, Y., & Sujito, S. (2021). Analysis skill of critical thinking on Newton Law Topics using Argument Based Science Inquiry (ABSI) model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012151>

- Priyadi, R., Mustajab, A., Tatsar, M. Z., & Kusairi, S. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X MIPA dalam Pembelajaran Fisika. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 6(1). <https://doi.org/10.22487/j25805924.2018.v6.i1.10020>
- Purba, A. A., Sitanggang, A. Y. S., Panjaitan, J., & Tampubolon, R. (2023). PENERAPAN PROJECT BASED LEARNING (PjBL) BERBANTUAN MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS X SMA SWASTA PAMASTA TANJUNG MORAWA 2022. *JURNAL PENELITIAN FISIKAWAN*, 6(1). <https://doi.org/10.46930/jurnalpenelitianfisikawan.v6i1.2691>
- Reski, A. (2022). Pengembangan Buku Ajar Statistika Dasar Untuk Penelitian Pendidikan Fisika. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 6(2), 267. <https://doi.org/10.20961/jdc.v6i2.63392>
- Riefani, M. K. (2020). VALIDITAS DAN KEPRAKTISAN PANDUAN LAPANGAN “KERAGAMAN BURUNG” DI KAWASAN PANTAI DESA SUNGAI BAKAU. *Vidya Karya*, 34(2), 193–204. <https://doi.org/10.20527/jvk.v34i2.7578>
- Salam, A., Kuswanti, N., & Hayati, N. (2021). PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK PADA MATERI BESARAN DAN PENGUKURAN UNTUK KELAS VII SMP. *Discovery : Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 6(1). <https://doi.org/10.33752/discovery.v6i1.1346>
- Suryadi, Mahardika, I. K., Supeno, & Sudarti. (2021). Data literacy of high school students on physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1839(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1839/1/012025>
- Thiagarajan. (1974). Thiagarajan, Sivasailam; And Others Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook. *Research and Development*, (Mc), 137–159.
- Volkwyn, T. S., Airey, J., Gregorcic, B., & Linder, C. (2020). Developing representational competence: linking real-world motion to physics concepts through graphs. *Learning: Research and Practice*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/23735082.2020.1750670>
- Widyoko, E. P. (2009). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Pustaka Pelajar.
- Wulansari, I., Maharani, S., & Laila, D. J. (2024). Penerapan Model Problem-Based Learning (Pbl) Menggunakan Pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) dengan Integrasi Budaya Lokal untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(6), 7752–7762. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/innovative.v4i6.17353>
- Yanuarto, W. N., & Iqbal, A. M. (2022). Media Pembelajaran Augmented Reality untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Matematis pada Konsep Geometri The Augmented Reality Learning Media to Improve Mathematical Spatial Ability in Geometry Concept. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(April).
- Yeom, S. (2025). Literature review on the competencies of data literacy for middle-grade learners. *IASSIST Quarterly*, 49(1). <https://doi.org/10.29173/iq1123>
- Yusna, L. Muh. A., Harjono, A., Ayub, S., & Wahyudi, W. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dengan Model Reciprocal Teaching Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik. *KONSTAN - JURNAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA*, 6(1), 52–58. <https://doi.org/10.20414/konstan.v6i1.77>