



Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)

Journal homepage: <http://journal.unucirebon.ac.id/index.php/jpfs>



Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis AI Dengan Kearifan Lokal Palembang Untuk Peserta Didik SMK

Fitri Ramadhan¹, Lukman Hakim^{*2}, Linda Lia³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Palembang

*Email : lukmanhakim@univ-pgri.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v9i2.2278>

Accepted: 26 Juni 2026

Approved: 29 Juni 2026

Published: 30 September 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menghasilkan multimedia interaktif fisika berbasis kecerdasan buatan (AI) yang mengintegrasikan kearifan lokal Palembang untuk meningkatkan pemahaman konsep Hukum Newton pada peserta didik kelas X SMK. Pengembangan media dilakukan menggunakan model ADDIE yang mencakup tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Produk yang dikembangkan berupa platform pembelajaran berbasis web yang memadukan berbagai fitur interaktif, seperti chatbot AI, lembar kerja digital, video pembelajaran, simulasi laboratorium virtual PhET, serta kuis dengan umpan balik otomatis. Integrasi budaya lokal dilakukan melalui pengaitan konsep Hukum Newton dengan fenomena yang dekat dengan kehidupan peserta didik sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna. Kualitas produk dievaluasi melalui uji validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Hasil validasi oleh ahli media, materi, dan bahasa memperoleh skor rata-rata 90,67% yang menunjukkan kategori sangat valid. Uji kepraktisan menghasilkan skor rata-rata 84,16% dengan kategori sangat praktis. Sementara itu, hasil uji efektivitas menunjukkan nilai N-Gain sebesar 0,78 yang tergolong tinggi, dengan peningkatan rata-rata nilai dari 21,33 pada pretest menjadi 84,67 pada posttest. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa multimedia interaktif berbasis AI yang terintegrasi dengan kearifan lokal Palembang layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika di SMK karena terbukti valid, praktis, dan efektif.

Kata kunci: Kearifan Lokal, Kecerdasan Buatan, Multimedia Interaktif, Hukum Newton, Pemahaman konsep

ABSTRACT

This study aimed to develop an Artificial Intelligence (AI)-based interactive physics multimedia integrated with Palembang local wisdom to improve tenth-grade vocational high school students' understanding of Newton's Laws. The multimedia was developed using the ADDIE model, which consists of the analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The resulting product was a web-based learning platform integrating several interactive features, including an AI chatbot, digital worksheets, instructional videos, PhET virtual laboratory simulations, and interactive quizzes with automated feedback. Local cultural elements were incorporated into the learning content to contextualize Newton's Laws, making physics concepts more relevant and meaningful for students. The quality of the product was evaluated through validity, practicality, and effectiveness testing. The validation results from media, material, and language experts achieved an average score of 90.67%, indicating a very valid category. The practicality test yielded an average score of 84.16%, categorized as very practical. Furthermore, the effectiveness test produced an N-Gain score of 0.78, which falls within the high category, with the average student score increasing from 21.33 in the pretest to 84.67 in the posttest. These findings indicate that the AI-based interactive multimedia integrated with Palembang local wisdom is valid, practical, and effective for use in physics learning at vocational high schools.

Keyword: Artificial Intelligence, Interactive Multimedia, Local Wisdom, Newton's Law, Conceptual Understanding

@2026 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

PENDAHULUAN

Dengan peningkatan pesat dalam teknologi digital selama Revolusi Industri 4.0, pola pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif muncul. Pola-pola ini lebih sesuai dengan tuntutan kompetensi abad ke-21. Dalam situasi ini, institusi pendidikan harus menggunakan berbagai inovasi digital untuk meningkatkan proses pembelajaran, terutama dalam bidang sains, yang membutuhkan pemahaman konsep yang mendalam. Pada jenjang pendidikan vokasi seperti Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), siswa harus memahami konsep fisika secara teoritis dan praktis. Ini karena dunia kerja menuntut kemampuan siswa untuk menerapkan konsep tersebut ke situasi dunia nyata (Pratiwi, 2022).

Pembelajaran fisika di SMK disebabkan oleh dua kebutuhan ini, yang membuatnya rumit dan membutuhkan pendekatan pedagogis yang inovatif. Salah satu materi utama dalam pelajaran fisika di sekolah menengah kejuruan adalah hukum Newton, yang menjadi dasar bagi berbagai cabang rekayasa dan teknologi. Karena materi ini membahas hubungan antara gaya, massa, dan percepatan dalam berbagai peristiwa gerak, memahami konsep ini sangat penting bagi siswa yang akan berkecimpung dengan prinsip-prinsip mekanika di berbagai industri, seperti manufaktur mobil dan teknik mesin (Furqon et al., 2025). Pemahaman Hukum Newton bukan sekadar teori; itu berdampak pada kemampuan siswa untuk menghitung beban struktural, merancang sistem mekanik yang aman, dan menganalisis gaya yang bekerja pada komponen mesin (Reka Nurjanah et al., 2024).

Meskipun demikian, situasi di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran Hukum Newton masih menghadapi sejumlah masalah yang signifikan. Menurut (Garzón et al., 2025), pembelajaran fisika tradisional tidak melibatkan siswa secara signifikan, membuat mereka sulit menghubungkan konsep teoretis dengan situasi dunia nyata. Akibatnya, siswa mengalami penurunan retensi jangka panjang dan pemahaman konseptual yang dangkal. Seringkali ada kesalahan dalam memahami materi Hukum Newton, terutama dalam memahami hubungan antara gaya dan kecepatan. Banyak siswa yang salah mengira bahwa setiap benda yang bergerak pasti memiliki hasil gaya yang tidak nol. Kondisi di SMK Manggala Palembang menunjukkan masalah tersebut.

Menurut observasi awal dan data hasil ulangan harian materi Hukum Newton, ketuntasan pemahaman konsep siswa baru rata-rata adalah 58,4%. Ini masih jauh dari standar minimal yang diharapkan. Kemampuan siswa untuk menginterpretasikan diagram benda bebas dan menjelaskan bagaimana gaya, massa, dan percepatan berhubungan dalam kehidupan sehari-hari adalah beberapa tantangan terbesar (Chusnur Rahmi et al., 2025). Selain itu, hasil wawancara dengan guru fisika di sekolah tersebut menunjukkan bahwa ceramah dan pengerjaan soal berbasis buku teks masih menjadi pendekatan utama dalam pembelajaran. Tidak ada media visual yang cukup. Dua faktor utama yang menyebabkan siswa tidak memahami konsep fisika adalah penggunaan media pembelajaran yang tidak menarik dan kurangnya pengalaman konkret. Di sisi lain, penemuan (Nur Aini Intan Hasanah et al., 2025) menunjukkan bahwa simulasi PhET dapat meningkatkan pemahaman konsep secara signifikan karena memberi siswa kesempatan untuk mengeksplorasi sendiri, memanipulasi variabel, dan melihat langsung hubungan antarbelahan (Anggeraeni et al., 2022).

Ketidakmampuan siswa untuk memahami konsep fisika di SMK sebenarnya tidak terjadi karena siswa tidak terlibat secara aktif dalam pelajaran. Pemahaman sebagai proses kognitif yang mencakup menafsirkan, memberi contoh, mengklasifikasikan, meringkas, menarik kesimpulan, membandingkan, dan menjelaskan rangkaian aktivitas kognitif yang tidak dapat dicapai (Mahesa, 2024). Multimedia interaktif sangat relevan dalam pembelajaran fisika karena memungkinkan siswa mengulang bagian materi yang belum dikuasai dan belajar dengan kecepatan mereka sendiri. Ini karena tingkat kesulitan yang dirasakan setiap siswa dapat berbeda-beda (Sabilla & Sakir, n.d.). Komunikasi dua arah antara pengguna dan sistem, yang memungkinkan siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses belajar daripada hanya menerima informasi secara pasif. Hasil-hasil ini menunjukkan betapa pentingnya membuat media pembelajaran yang tidak hanya informatif tetapi juga interaktif, fleksibel, dan mampu meningkatkan keterlibatan kognitif yang signifikan bagi siswa (Asra et al., 2021; Ayushandra & Wuryastuti, 2022).

Kurikulum Merdeka adalah arah kebijakan pendidikan nasional yang mendorong pembelajaran yang berpusat pada siswa, bermakna, dan kontekstual. Menggabungkan elemen kearifan

lokal ke dalam materi pelajaran adalah salah satu cara untuk menghasilkan pembelajaran yang bermanfaat (Rochmawati et al., 2023; Syazali & Umar, 2022). Etnosains, yang merupakan pengetahuan yang dibentuk secara empiris dalam masyarakat, dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran kontemporer untuk meningkatkan pemahaman konsep ilmiah (Perkins et al., 2006). Dengan demikian, (Ahmad Fahrudin & Eka Maryam, 2022) menyatakan bahwa memasukkan konteks budaya ke dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar dan meningkatkan pemahaman konsep mereka.

Palembang sendiri memiliki kekayaan kearifan lokal yang relevan untuk memvisualisasikan teori hukum Newton. Misalnya, gerakan dalam Tari Lintang Siwa dapat berfungsi sebagai representasi konkret dari Hukum Newton I ($F = 0$) dan Hukum Newton II ($F = ma$). Di sisi lain, aktivitas mendayung perahu bidar di Sungai Musi dapat berfungsi sebagai representasi konkret dari Hukum Newton III mengenai prinsip aksi-reaksi (Pratiwi, 2022; Suparno, 2013). Dikemukakan oleh (Oktariyanti et al., 2021) menyatakan bahwa memasukkan elemen budaya lokal ke dalam pembelajaran sains meningkatkan prestasi akademik, melestarikan budaya lokal, dan memperkuat identitas lokal siswa. Ada dua tujuan yang saling melengkapi dan selaras dengan semangat pendidikan berkarakter, yang merupakan nilai nasional.

Dengan berkembangnya AI, ada kesempatan besar untuk mengatasi berbagai hambatan media pembelajaran konvensional sekaligus. Teknologi AI memungkinkan pengalaman belajar yang lebih personal dan responsif, penyajian materi yang dapat disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa dan pemberian umpan balik secara real time. Dalam (Asra et al., 2021) menunjukkan bahwa menggunakan AI dalam pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar dengan menyesuaikan konten sesuai dengan profil pemahaman siswa.

AI dapat menganalisis pola belajar siswa dan menemukan area pemahaman yang masih kurang, yang memungkinkan intervensi pembelajaran yang lebih tepat sasaran. *Intelligent Tutoring System* (ITS) adalah salah satu cara AI digunakan dalam Pendidikan (Zawacki-Richter et al., 2019). ITS memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi kesalahan konseptual siswa dan secara otomatis menyesuaikan metode latihan, yang selama ini hanya dapat dilakukan oleh guru secara individual dan membutuhkan banyak waktu (Kharisma et al., n.d.). Untuk menjadi lebih spesifik, penelitian dari (Syazali & Umar, 2022; Tiandho, 2018) menunjukkan bahwa chatbot edukatif memungkinkan siswa mendapatkan pemahaman tentang konsep kapan saja dan di mana saja tanpa bergantung pada kehadiran guru. Oleh karena itu, AI adalah ekosistem yang sangat relevan untuk membantu siswa belajar mandiri dan dapat diterapkan dalam pendidikan SMK.

Penelitian tentang multimedia interaktif dalam pembelajaran fisika telah banyak dilakukan, tetapi kebanyakan dari mereka hanya berfokus pada penggunaan media digital secara keseluruhan tanpa memasukkan sistem kecerdasan buatan yang dapat disesuaikan dengan karakteristik unik setiap siswa. Multimedia yang ada saat ini cenderung seragam dan linier, sehingga tidak dapat mengakomodasi keragaman tingkat pemahaman siswa dan kebutuhan belajar yang berbeda-beda (Sinta, 2025). Sebaliknya, sangat sedikit penelitian yang secara khusus mengintegrasikan kearifan lokal Palembang ke dalam pembelajaran fisika. Misalnya, (Ziliwu & Zalukhu, 2024) mengembangkan multimedia interaktif untuk materi Hukum Newton tetapi tidak memasukkan komponen AI yang adaptif; Etnosains dalam konteks fisika zat padat, tetapi tanpa memasukkan teknologi AI (Mahesa, 2024; Reka Nurjanah et al., 2024) dan (Chusnur Rahmi et al., 2025) mempelajari kemungkinan penggunaan AI dalam pembelajaran di Indonesia, tetapi tidak membahas konteks kearifan lokal secara khusus. Dengan memadukan AI adaptif dengan kearifan lokal Palembang dalam platform multimedia yang dirancang khusus untuk meningkatkan pemahaman konsep Hukum Newton pada siswa SMK, celah inilah yang menjadi dasar ilmiah dan unsur kebaruan utama dari penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) karena model ini menawarkan kerangka kerja yang sistematis yang mencakup langkah-langkah seperti analisis kebutuhan, perancangan desain, pengembangan produk, implementasi di kelas, dan evaluasi menyeluruh terhadap kualitas dan efektivitas media yang dihasilkan (Burns, 2025). model yang terstruktur dan fleksibel, memungkinkan pengembang melakukan perbaikan berjenjang berdasarkan data empiris yang dikumpulkan (Branch & Varank, 2009).

Penelitian ini mengembangkan berbagai produk, termasuk chatbot interaktif, e-LKPD, video pembelajaran berbasis budaya lokal, laboratorium virtual yang menggunakan simulasi PhET, dan kuis interaktif dengan umpan balik otomatis. Tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) membuat multimedia interaktif fisika berbasis kecerdasan buatan yang terintegrasi dengan kearifan

lokal dan memenuhi standar valid dan praktis; dan (2) menentukan seberapa efektif produk tersebut dalam meningkatkan pemahaman siswa kelas X SMK Manggala Palembang tentang hukum Newton.

Dari perspektif teoretis, penelitian ini diharapkan dapat menambah literatur tentang pendidikan fisika, khususnya tentang bagaimana menggunakan teknologi kecerdasan buatan dan pendekatan etnosains bekerja sama. Dari perspektif praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rujukan praktis bagi para guru untuk membuat pembelajaran fisika yang lebih kontekstual, adaptif, dan bermakna bagi siswa mereka.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode pengembangan (R&D) yang mengacu pada model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (Branch & Varank, 2009). Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun akademik 2023/2024 pada siswa kelas X SMK Manggala Palembang. Tahap analisis (*Analyze*) dimulai dengan melakukan observasi awal di SMK Manggala Palembang dan mengumpulkan data tentang materi Hukum Newton dari ulangan harian. Analisis tersebut menemukan bahwa siswa rata-rata hanya memahami konsep 58,4%. Ini juga menunjukkan bahwa pembelajaran harus lebih kontekstual dan adaptif. Media dirancang berdasarkan karakteristik siswa SMK yang menuntut pendekatan pembelajaran praktis.

Pada tahap desain, struktur media, alur penyampaian materi Hukum Newton I, II, dan III, serta strategi untuk mengintegrasikan kearifan lokal Palembang ke dalamnya, dirancang. Perancangan komponen berbasis AI, seperti chatbot interaktif dan sistem kuis adaptif, adalah bagian lain dari proses ini. Hukum Newton I dan II digambarkan dengan unsur-unsur budaya Tari Lintang Siwa, sementara Hukum Newton III digambarkan dengan perahu bidar. Proses pengembangan (*Development*) mengubah ide tersebut menjadi produk multimedia interaktif berbasis web yang terdiri dari lima komponen utama: (1) chatbot AI interaktif; (2) e-LKPD digital; (3) video pembelajaran berbasis budaya lokal; (4) virtual PhET laboratorium simulasi; dan (5) kuis interaktif dengan umpan balik otomatis. Tiga kelompok ahli-ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa kemudian memvalidasi produk yang telah dikembangkan dengan menggunakan lembar penilaian berskala Likert dengan lima pilihan respons.

Tahap implementasi dilakukan melalui dua uji kepraktisan: uji satu-satu dengan tiga siswa dan uji kecil grup dengan sepuluh siswa. Semua uji ini menggunakan angket respons siswa berskala Likert. Untuk tahap evaluasi, dimaksudkan untuk mengukur efektivitas media melalui pretest dan posttest yang dilakukan pada lima belas siswa; rumus $N\text{-Gain} = (\text{skor posttest} - \text{skor pretest}) / (\text{skor maksimum} - \text{skor pretest})$. Kelayakan media dinilai berdasarkan persentase validitas setidaknya 61%, kepraktisan setidaknya 61%, dan nilai $N\text{-Gain}$ setidaknya 0,3.

HASIL

Deskripsi Produk

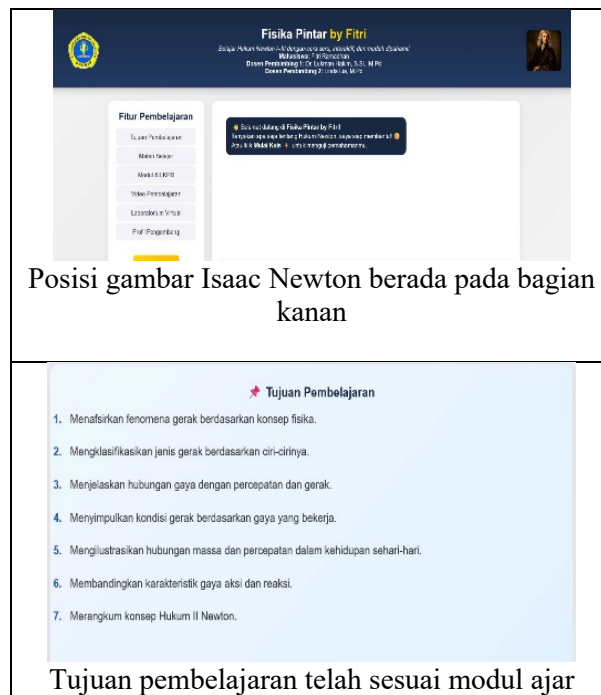
Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebuah platform multimedia interaktif fisika berbasis web dengan nama "Fisika Pintar by Fitri" yang dikembangkan menggunakan model ADDIE. Multimedia ini dirancang sebagai ekosistem pembelajaran terpadu yang menggabungkan teknologi kecerdasan buatan (AI) dengan kearifan lokal Palembang dalam satu platform yang dapat diakses secara daring oleh peserta didik kelas X SMK. Pengembangan produk ini dilatarbelakangi oleh rendahnya tingkat ketuntasan belajar peserta didik pada materi Hukum Newton di SMK Manggala Palembang, yakni hanya sebesar 58,4%, serta keterbatasan media pembelajaran yang bersifat konvensional dan tidak adaptif terhadap kebutuhan belajar individual peserta didik.

"Fisika Pintar by Fitri" adalah media interaktif yang terdiri dari lima komponen utama yang saling berhubungan dan dapat diakses melalui menu navigasi di sisi kiri antarmuka. Pertama, chatbot berbasis kecerdasan buatan yang memungkinkan siswa memperoleh penjelasan tentang konsep Hukum Newton kapan saja dan di mana saja tanpa bergantung pada guru. Kedua, e-LKPD digital, seperti modul LKPD, membantu siswa mempelajari materi secara sistematis dan mendorong mereka untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran.

Ketiga, video pembelajaran yang didasarkan pada kearifan lokal Palembang menampilkan Tari Lintang Siwa sebagai representasi visual dari Hukum Newton I dan II, dan latihan mendayung Perahu Bidar di Sungai Musi sebagai representasi konkret dari Hukum Newton III tentang prinsip aksi-reaksi. Keempat, laboratorium virtual berbasis simulasi PhET memungkinkan siswa memanipulasi variabel massa, gaya, dan percepatan secara langsung dan melihat perubahannya secara real time. Ini memungkinkan siswa melakukan ini tanpa terbatas oleh keterbatasan peralatan

laboratorium fisik mereka. Kelima, kuis interaktif dengan sistem umpan balik otomatis berfungsi sebagai alat evaluasi mandiri yang menilai pemahaman konsep siswa secara konsisten.

Dengan kombinasi warna biru dan kuning, antarmuka platform memiliki identitas visual yang khas dan memiliki navigasi yang sistematis di panel sisi kiri yang memudahkan siswa untuk berpindah antar fitur pembelajaran. Semua bagian dapat diakses melalui perangkat berbasis web, membuatnya mudah digunakan baik di dalam maupun di luar kelas. Gambar 1 berikut menunjukkan tampilan antarmuka multimedia interaktif "Fisika Pintar by Fitri" yang telah dikembangkan.



Gambar 1. Hasil Produk

Gambar 1 menunjukkan bahwa antarmuka multimedia "Fisika Pintar by Fitri" memiliki halaman utama yang berisi informasi identitas media dan menu navigasi yang diatur dengan baik di sisi kiri layar. Setiap fitur pembelajaran yang tersedia dapat ditemukan di menu ini. Ini termasuk fitur pembelajaran, materi esai, modul LKPD, video pembelajaran, Laboratorium Virtual, dan fitur pengetahuan. Dengan tata letak yang sistematis ini, siswa dapat mengakses semua elemen pembelajaran secara mandiri tanpa memerlukan bimbingan khusus.

Selain itu, tampilan akhir produk menunjukkan hasil penyesuaian yang didasarkan pada masukan validator. Salah satu contohnya adalah penyesuaian posisi gambar Isaac Newton ke sisi kanan antarmuka dan penyempurnaan rumusan tujuan pembelajaran agar lebih sesuai dengan modul ajar yang digunakan. Secara keseluruhan, tujuan dari produk multimedia interaktif "Fisika Pintar by Fitri" adalah untuk memberikan peserta didik di Palembang pengalaman belajar yang bermanfaat secara kognitif dan bermakna secara kultural.

Hasil Validasi

Setelah seluruh tahap pengembangan produk multimedia interaktif "Fisika Pintar by Fitri" selesai, proses validasi dilakukan. Tiga kelompok validator independen terlibat dalam validasi: ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Masing-masing kelompok memberikan penilaian berdasarkan bidang keahliannya. Kesesuaian materi dengan konsep akademik dan kurikulum, kualitas tampilan dan navigasi antarmuka, elemen teknis media, dan tingkat keterbacaan dan komunikatif bahasa yang digunakan adalah beberapa faktor yang dievaluasi. Selanjutnya, skala Likert digunakan untuk menganalisis hasil penilaian masing-masing validator secara persentase untuk menentukan kategori kelayakan produk yang dikembangkan. Tabel 1 berikut menampilkan rekapitulasi hasil validasi dari ketiga kelompok ahli.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli

Aspek Validasi	Skor Total	Persentase (%)	Kategori
Media	113	94,17%	Sangat Valid
Materi	79	87,78%	Sangat Valid
Bahasa	80	88,89%	Sangat Valid
Rata-rata	—	90,67%	Sangat Valid

(Sumber : Data Diolah, 2026)

Tabel 1 menunjukkan hasil validasi ahli media untuk kategori sangat valid sebesar 94,17%. Persentase tertinggi ini menunjukkan bahwa validator menilai tampilan visual, kualitas navigasi antarmuka, dan kemampuan teknis multimedia dengan sangat baik. Faktor utama yang mendukung skor validasi media yang tinggi adalah tampilan yang menarik, tata letak yang sistematis, dan kemampuan media untuk berjalan tanpa kendala teknis. Dengan persentase 87,78% dan kategori sangat valid, validitas ahli materi menunjukkan bahwa materi Hukum Newton sesuai dengan konsep keilmuan yang benar, selaras dengan capaian pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka, dan mampu mendorong siswa untuk berpikir kritis dan menerapkan ide-ide ini dalam kehidupan sehari-hari.

Selain itu, dianggap bermanfaat sebagai wahana untuk kontekstualisasi materi adalah integrasi kearifan lokal Palembang seperti Tari Lintang Siwa dan Perahu Bidar. Sementara itu, validasi ahli bahasa mencapai 88,89% dengan kategori sangat valid, menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan dalam multimedia ringkas, komunikatif, tidak menimbulkan makna ganda, dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa kelas X SMK. Secara keseluruhan, rata-rata validasi dari ketiga aspek mencapai 90,67% dengan kategori sangat valid, yang menunjukkan bahwa multimedia interaktif "Fisika Pintar"

Uji Kepraktisan

Setelah produk dinyatakan valid, langkah berikutnya adalah uji kepraktisan untuk mengetahui sejauh mana multimedia interaktif mudah digunakan dan diterima oleh siswa sebagai pengguna. Uji coba kepraktisan dilakukan secara berurutan dalam dua tahap uji coba satu-satu dan uji coba kelompok kecil menggunakan angket respons peserta didik berskala likert. Tiga siswa dari kelas X SMK Manggala Palembang dipilih secara representatif untuk uji coba satu-satu.

Peserta didik diminta untuk menggunakan media secara langsung dan memberikan komentar tentang aspek mana yang perlu diperbaiki. Hasil uji coba satu-satu menunjukkan bahwa peserta memperoleh persentase rata-rata sebesar 76,38% yang termasuk dalam kategori praktis. Sebelum multimedia diuji pada kelompok yang lebih besar, masukan yang diperoleh pada tahap ini digunakan sebagai dasar revisi. Perbaikan termasuk menyederhanakan navigasi antarmuka yang sebelumnya dianggap membingungkan, meningkatkan ukuran teks instruksi di beberapa bagian kuis, dan menyesuaikan kecepatan animasi yang dianggap terlalu cepat oleh beberapa siswa.

Sepuluh siswa dari kelas X SMK Manggala Palembang diuji dalam kelompok kecil setelah revisi. Hasil uji coba kelompok kecil menunjukkan peningkatan yang signifikan; kategori praktis sangat praktis mencapai 91,93%. Tabel 2 berikut menampilkan rekapitulasi hasil uji kepraktisan dari kedua tahap.

Tabel 2. Rekapitulasi Uji Kepraktisan Multimedia Interaktif

Tahap Uji Coba	Jumlah Siswa	Persentase (%)	Kategori
One to One	3	76,38%	Praktis
Small Group	10	91,93%	Sangat Praktis
Rata-rata	13	84,16%	Sangat Praktis

(Sumber : Data Diolah, 2026)

Sebagaimana disajikan pada Tabel 2 bahwa kategori sangat praktis memiliki rata-rata kepraktisan 84,16% dari kedua tahap uji coba. Siklus revisi yang didasarkan pada masukan siswa berhasil meningkatkan kualitas dan kemudahan penggunaan media, dengan peningkatan persentase sebesar 15,55 poin dari tahap satu-satu ke tahap kelompok kecil. Sebagian besar siswa memberikan respons positif terhadap semua fitur multimedia yang tersedia.

Chatbot berbasis AI memiliki fitur yang dianggap sangat membantu karena memungkinkan siswa mendapatkan penjelasan tentang konsep secara instan tanpa harus menunggu guru hadir. Selain

itu, simulasi PhET di fitur laboratorium virtual sangat dihargai karena memberi peserta kesempatan untuk mempelajari hubungan antara massa, gaya, dan percepatan dengan cara yang menyenangkan dan langsung. Video pembelajaran yang didasarkan pada kearifan lokal Palembang dinilai menarik dan membantu siswa memahami konsep Hukum Newton melalui konteks budaya yang akrab. Di sisi lain, kuis interaktif dengan umpan balik otomatis mendorong siswa untuk menjadi lebih mandiri dalam mengevaluasi apa yang mereka pahami.

Uji Efektivitas

Evaluasi efektivitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana multimedia interaktif "Fisika Pintar by Fitri" dapat membantu siswa memahami konsep Hukum Newton. Uji efektivitas dilakukan pada 15 siswa dari kelas X SMK Manggala Palembang dengan desain pretest-posttest. Sebelum siswa menggunakan media untuk mengukur pemahaman awal mereka, dilakukan pretest. Sedangkan posttest dilakukan setelah siswa menggunakan media secara keseluruhan. Selanjutnya, rumus N-Gain digunakan untuk menganalisis perbedaan antara nilai pretest dan posttest untuk mengidentifikasi kategori peningkatan yang dicapai oleh masing-masing siswa. Tabel 3 berikut menunjukkan hasil pretest, posttest, dan N-Gain setiap siswa.

Tabel 3. Hasil Pretest, Posttest, dan N-Gain Peserta Didik

Nama Siswa	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
AZ	30	80	0,71	Tinggi
AA	20	70	0,63	Sedang
AHZ	20	100	1,00	Tinggi
MA	0	100	1,00	Tinggi
MH	30	100	1,00	Tinggi
MI	20	100	1,00	Tinggi
MNR	80	100	1,00	Tinggi
MR ₁	20	60	0,50	Sedang
MR ₂	20	20	0,00	Rendah
MRA	0	20	0,20	Rendah
MRH	40	100	1,00	Tinggi
RG	0	100	1,00	Tinggi
SK	10	100	1,00	Tinggi
RA	30	90	0,86	Tinggi
NF	20	80	0,75	Tinggi
Rata-rata	21,33	84,67	0,78	Tinggi

(Sumber : Data Diolah, 2026)

Mengacu pada Tabel 3, nilai pretest rata-rata peserta didik sebelum menggunakan multimedia hanya sebesar 21,33, menunjukkan pemahaman awal yang buruk tentang konsep Hukum Newton. Namun, nilai posttest rata-rata meningkat secara signifikan menjadi 84,67 setelah menggunakan media interaktif "Fisika Pintar oleh Fitri", yang menghasilkan peningkatan selisih poin sebesar 63,34 poin. Berdasarkan analisis N-Gain, rata-rata skor sebesar 0,78 diperoleh, yang mengindikasikan capaian yang optimal.

Dari 15 siswa, 11 (atau 73,3%) mencapai N-Gain kategori tinggi ($\geq 0,7$), yang menunjukkan peningkatan pemahaman konsep yang signifikan setelah menggunakan multimedia. 2 siswa (13,3%) berada dalam kategori sedang, dan 2 siswa lainnya (13,3%) berada dalam kategori rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa multimedia interaktif berbasis AI yang dikombinasikan dengan kearifan lokal Palembang dapat secara efektif meningkatkan pemahaman sebagian besar siswa tentang konsep Hukum Newton. Namun, ada beberapa variabel yang perlu diperhatikan lebih lanjut dalam penelitian mendatang.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi tiga kriteria kualitas media pembelajaran utama: valid, praktis, dan efektif. Kriteria ini saling melengkapi dan memperkuat satu sama lain. Pengembangan multimedia fisika interaktif ini menggunakan AI dan kearifan lokal Palembang tentang materi Hukum Newton. Dalam hal validitas, multimedia yang dikembangkan menerima penilaian yang sangat valid dari para ahli, dengan rata-rata 90,67%. Penilaian ini sangat tinggi karena proses perancangan multimedia yang memperhatikan penggunaan bahasa komunikatif, kesesuaian materi dengan kurikulum, dan tampilan yang disusun secara sistematis. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Furqon et al., 2025) menemukan bahwa multimedia interaktif berbasis web untuk materi Hukum Newton dapat digunakan jika dibuat dengan mempertimbangkan kebutuhan yang matang. Selain itu, (Reka Nurjanah et al., 2024) menyatakan bahwa melalui visualisasi yang menarik, multimedia interaktif dapat membantu siswa memahami konsep fisika secara lebih praktis.

Keunggulan validitas multimedia ini sangat dipengaruhi oleh cara elemen kearifan lokal Palembang diintegrasikan, yaitu secara konseptual dan bukan hanya sebagai pemanis visual. Tari Lintang Siwa menunjukkan Hukum Newton I dan II dengan cara yang lebih dari sekadar menambah elemen budaya. Itu dirancang untuk berfungsi sebagai jembatan konseptual, dengan penari diletakkan seimbang di atas nampan dan sistem gaya bekerja sama dengan nol ($\Sigma F = 0$), yang memberikan gambaran yang hidup dan signifikan tentang Hukum Newton I. Namun, kita dapat melihat keterkaitan antara momen gaya, momen inersia, dan percepatan sudut ($\tau = I\alpha$) ketika penari berputar dengan kecepatan sudut yang berubah-ubah. Ini memberikan konteks nyata untuk memahami Hukum Newton II.

Hal serupa juga berlaku untuk penggunaan perahu bidar di Sungai Musi untuk menunjukkan Hukum Newton III: gaya dayung yang diarahkan ke belakang berfungsi sebagai aksi, dan gaya dorong air ke depan berfungsi sebagai reaksi yang menggerakkan perahu maju (Ayushandra & Wuryastuti, 2022). Teori Ausubel tentang belajar bermakna berpendapat bahwa siswa akan lebih mudah menyerap pengetahuan baru jika mereka dikaitkan dengan struktur kognitif yang mereka miliki sebelumnya. Pendekatan kontekstualisasi ini sejalan dengan teori ini. Menurut (Mahesa, 2024), memasukkan kearifan lokal dalam pembelajaran sains dapat membantu siswa membuat hubungan antara konsep ilmiah dan lingkungan budaya mereka. Di sisi lain dari (Syazali & Umar, 2022) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis etnosains mampu meningkatkan secara signifikan kemampuan siswa untuk mengaitkan materi pelajaran dengan realitas budaya di sekitar mereka.

Dalam hal kepraktisan, rata-rata 84,16% mengatakan bahwa media yang dikembangkan mudah digunakan dan diterima oleh siswa. Pola peningkatan dari tahap satu ke satu (76,38%) menuju tahap kecil (91,93%) harus diperiksa lebih lanjut. Peningkatan 15,55 poin ini bukan hanya angka statistik; itu adalah bukti nyata bahwa siklus revisi yang didasarkan pada umpan balik siswa berhasil meningkatkan kualitas media. Komentar siswa terutama terfokus pada tiga hal pada tahap satu-satu: (1) penyederhanaan navigasi antarmuka yang semula dianggap membingungkan, (2) meningkatkan ukuran teks instruksi pada beberapa kuis, dan (3) penyesuaian kecepatan animasi yang semula dianggap terlalu cepat sebagian. Kepraktisan pada tahap small group meningkat secara signifikan sebagai hasil dari revisi yang dilakukan secara sistematis terhadap ketiga komponen tersebut.

Prinsip desain instruksional yang dikemukakan oleh (Chusnur Rahmi et al., 2025) menekankan bahwa pengembangan media yang baik tidak harus memperlakukan produk awal sebagai produk akhir, tetapi terus responsif terhadap masukan pengguna. Menurut (Sabilla & Sakir, n.d.) menambahkan bahwa kemudahan akses dan antarmuka yang nyaman adalah faktor yang menentukan apakah siswa akan menggunakan media tersebut secara sukarela dan berkelanjutan atau hanya untuk memenuhi kewajiban akademik semat.

Peserta didik sangat menyukai fitur chatbot berbasis AI, yang memungkinkan mereka mendapatkan penjelasan tentang materi secara instan tanpa bergantung pada guru yang hadir. Ini menunjukkan pergeseran besar dalam model pendidikan, yang beralih dari pendekatan konvensional yang berpusat pada guru ke model pembelajaran mandiri yang didukung teknologi (Abdurrahman, n.d.). Chatbot AI sebagai pendamping belajar personal sangat relevan dan strategis di lingkungan SMK di Indonesia karena keterbatasan rasio guru-siswa dan kurangnya waktu untuk mata pelajaran fisika. Penerapan teknologi kecerdasan buatan dapat membuat pengalaman belajar lebih fleksibel dan sesuai dengan kebutuhan setiap siswa. Lebih spesifik lagi, bahwa chatbot edukatif membantu siswa belajar sendiri di luar kelas. Ini adalah keunggulan yang tidak dimiliki oleh media pembelajaran statis seperti buku teks dan video satu arah (Asra et al., 2021; Mahesa, 2024; Rochmawati et al., 2023).

Adanya laboratorium virtual berbasis simulasi PhET juga meningkatkan nilai praktis multimedia ini. Ini memungkinkan siswa memanipulasi variabel seperti massa, gaya, dan percepatan secara langsung dan melihat dampak mereka secara *real time* tanpa terbatas oleh keterbatasan fasilitas laboratorium fisik (Yulisa et al., 2020). Metode berbasis eksplorasi ini telah terbukti lebih baik dalam meningkatkan pemahaman konsep daripada pendekatan demonstrasi guru satu arah (Anggeraeni et al., 2022). Dalam hal efektivitas, nilai N-Gain rata-rata 0,78, yang merupakan kategori tinggi, menunjukkan bahwa penggunaan media dapat secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep Hukum Newton. Meskipun demikian, variasi antar individu memerlukan perhatian lebih lanjut di balik pencapaian rata-rata yang menyenangkan ini. Dari 15 siswa, 11 (atau 73,3%) mencapai N-Gain kategori tinggi ($\geq 0,7$), sementara 2 (13,3%) mencapai N-Gain kategori sedang dan rendah. Pola distribusi ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dibuat sangat efektif untuk sebagian besar siswa. Namun, itu belum cukup untuk memenuhi semua keragaman fitur dan kebutuhan belajar yang ada.

Sistem umpan balik otomatis juga memiliki kekurangan. Ini terutama berlaku untuk mengidentifikasi hambatan belajar yang sangat besar, baik afektif maupun motivasional. Kesiapan belajar siswa dan motivasi intrinsik mereka tetap menjadi faktor yang menentukan seberapa baik intervensi teknologi dapat berfungsi (Nikat et al., 2021). Namun, sistem tutoring berbasis AI cukup andal dalam menemukan dan mengatasi miskonsepsi konseptual (Ahmad Fahrudin & Eka Maryam, 2022; Syahputri et al., 2020). Pada akhirnya, (Garzón et al., 2025) menyimpulkan bahwa multimedia interaktif secara umum berhasil meningkatkan partisipasi siswa dan meningkatkan hasil belajar mereka, tetapi mereka mengabaikan peran fasilitator dan konteks penerapan.

Selain itu, kemampuan multimedia ini untuk mengintegrasikan berbagai bentuk representasi materi, seperti teks, gambar, animasi, video, simulasi interaktif, dan umpan balik kuis, ke dalam satu ekosistem pembelajaran yang konsisten dan utuh, menentukan kinerjanya yang luar biasa. Metode multi-representasi ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan pemahaman mereka melalui berbagai jalur kognitif yang dapat disesuaikan dengan gaya dan kecepatan belajar masing-masing. Peserta didik dengan kecenderungan visual dapat mengoptimalkan elemen animasi dan simulasi, sedangkan siswa yang lebih analitis dapat menggunakan kuis adaptif untuk menilai diri mereka sendiri.

Untuk memahami konsep dengan benar melibatkan tujuh proses kognitif: menafsirkan, memberi contoh, mengklasifikasikan, meringkas, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan. Selain itu, melihat berbagai representasi dalam media secara bersamaan dapat meningkatkan proses kognitif secara keseluruhan (Halliday et al., 2013; Pratiwi, 2022). Penelitian (Asra et al., 2021) juga menekankan bahwa siswa yang memahami konsep melalui berbagai representasi cenderung tidak melakukan kesalahan penalaran ketika menjelaskan fenomena fisika. Sementara itu, (Oktariyanti et al., 2021) menemukan bahwa komponen gamifikasi seperti skor dan tantangan dalam kuis interaktif meningkatkan antusiasme siswa untuk belajar dan mendorong mereka untuk terus berusaha hingga mereka benar-benar memahami materi. Ini adalah metode belajar aktif yang jauh lebih efektif daripada membaca teks secara pasif.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan yang harus diakui secara terbuka agar hasilnya dapat diterima secara wajar. Pertama dan terpenting, hambatan utama untuk menggeneralisasi hasil penelitian adalah jumlah subjek yang digunakan dalam uji efektivitas yang relatif kecil ($n=15$). Meskipun masih dapat diterima dalam konteks penelitian pengembangan pada tahap awal, ukuran sampel tersebut tidak cukup untuk mewakili populasi siswa SMK yang lebih luas. Dua siswa yang memperoleh N-Gain kategori rendah, masing-masing MR2 dengan N-Gain 0,00 dan MRA dengan N-Gain 0,20, memberikan catatan yang patut diperhatikan. Dengan nilai pretest dan posttest 20 yang sama, kasus MR2 yang sama sekali tidak menunjukkan peningkatan menarik perhatian untuk penyelidikan lebih lanjut.

Beberapa kemungkinan penyebabnya antara lain: (a) keterbatasan akses terhadap perangkat di luar lingkungan sekolah sehingga waktu pemanfaatan media menjadi sangat minim, (b) hambatan motivasi yang bersifat intrinsik dan tidak dapat diatasi hanya dengan menghadirkan media pembelajaran baru, atau (c) faktor situasional lain seperti ketidakhadiran maupun kondisi kesehatan pada hari pelaksanaan posttest. Menurut Suprono (2019), miskonsepsi yang sudah kuat membutuhkan perawatan khusus, yang tidak hanya bergantung pada penggunaan media baru. Temuan (Gegenfurtner & Kollar, 2025; Syahputri et al., 2020) juga mengatakan bahwa keberhasilan AI dalam pembelajaran sangat bergantung pada kesiapan siswa, motivasi mereka, dan tingkat literasi digital mereka. Ketiga, karena uji coba hanya dilakukan di satu sekolah di Palembang, hasilnya tidak dapat digeneralisasikan

secara luas. Akibatnya, untuk meningkatkan validitas eksternal penelitian, studi replikasi harus dilakukan di sekolah lain yang memiliki karakteristik yang berbeda.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa multimedia interaktif berbasis kecerdasan buatan (AI) yang mengintegrasikan kearifan lokal Palembang merupakan media pembelajaran yang memiliki tingkat validitas, kepraktisan, dan efektivitas yang tinggi untuk digunakan dalam pembelajaran fisika di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Dibandingkan dengan berbagai penelitian terdahulu, kontribusi kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penggabungan tiga komponen utama yang belum pernah diintegrasikan secara bersamaan dalam satu media pembelajaran. Pertama, penerapan sistem AI adaptif yang mampu menyesuaikan materi dan memberikan respons terhadap kebutuhan belajar peserta didik secara langsung (*real time*). Kedua, pemanfaatan kearifan lokal Palembang yang diintegrasikan secara substantif ke dalam konsep pembelajaran sebagai media visualisasi Hukum Newton, bukan hanya sebagai unsur pendukung atau dekorasi visual. Ketiga, penggunaan laboratorium virtual berbasis simulasi PhET yang memungkinkan peserta didik melakukan berbagai aktivitas eksperimen dan eksplorasi konsep secara lebih fleksibel tanpa dibatasi oleh ketersediaan sarana dan peralatan laboratorium fisik.

Ketiga elemen ini bekerja sama untuk membuat lingkungan belajar Palembang yang tidak hanya sehat secara kognitif tetapi juga memiliki atribut budaya dan pribadi yang kuat bagi siswa. Sebaliknya, model pengembangan multimedia dapat diterapkan pada materi fisik lainnya seperti fluida, termodinamika, atau optika. Karakteristik lokal dari berbagai wilayah di Indonesia berfungsi sebagai sumber kontekstualisasi yang kaya dan sangat menjanjikan untuk dikembangkan lebih lanjut dalam pendidikan sains.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan produk multimedia interaktif fisika berbasis kecerdasan buatan (AI) yang mengintegrasikan kearifan lokal Palembang pada materi Hukum Newton untuk peserta didik kelas X SMK Manggala Palembang, dikembangkan menggunakan model ADDIE. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat tiga kesimpulan yang dapat ditarik;

- 1) Dari aspek validitas, produk multimedia dinyatakan sangat valid dengan rata-rata skor validasi ahli sebesar 90,67%, yang terdiri atas validasi ahli media (94,17%), validasi ahli materi (87,78%), dan validasi ahli bahasa (88,89%). Hasil ini membuktikan bahwa multimedia yang dikembangkan telah memenuhi standar keilmuan, kesesuaian kurikulum, dan keterbacaan bahasa yang dipersyaratkan sebagai media pembelajaran fisika di tingkat SMK.
- 2) Aspek kepraktisan, multimedia dinyatakan sangat praktis dengan rata-rata skor kepraktisan sebesar 84,16%, yang diperoleh dari uji coba satu-satu (76,38%) dan uji coba kelompok kecil (91,93%). Peningkatan yang cukup signifikan antara kedua tahap tersebut menunjukkan bahwa siklus revisi berbasis masukan peserta didik berhasil meningkatkan kemudahan penggunaan media. Peserta didik memberikan respons positif terhadap berbagai fitur yang tersedia, meliputi chatbot AI, laboratorium virtual PhET, video pembelajaran berbasis kearifan lokal, serta kuis interaktif dengan umpan balik otomatis.
- 3) Aspek efektivitas, multimedia terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep Hukum Newton pada peserta didik. Nilai N-Gain rata-rata sebesar 0,78 termasuk dalam kategori tinggi, dengan rerata skor yang meningkat dari 21,33 pada pretest menjadi 84,67 pada posttest. Dari 15 peserta didik, sebanyak 11 orang (73,3%) mencapai N-Gain kategori tinggi ($\geq 0,7$), sementara masing-masing 2 orang (13,3%) masuk dalam kategori sedang dan rendah.

Berdasarkan ketiga kesimpulan tersebut, multimedia interaktif fisika berbasis AI yang mengintegrasikan kearifan lokal Palembang dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika di SMK. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan tiga komponen yang belum pernah diintegrasikan secara bersamaan sebelumnya, yaitu sistem AI adaptif, kearifan lokal Palembang yang diintegrasikan secara konseptual sebagai wahana visualisasi Hukum Newton, serta laboratorium virtual berbasis simulasi PhET. Ke depannya, pendekatan pengembangan serupa dapat diperluas ke materi fisika lainnya seperti fluida, termodinamika, atau optika, dengan memanfaatkan kekayaan kearifan lokal dari berbagai daerah di Indonesia sebagai sumber kontekstualisasi dalam pembelajaran sains.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Palembang atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada SMK Manggala Palembang atas izin dan kemudahan akses selama pelaksanaan pengambilan data, serta kepada para validator ahli yang telah memberikan masukan konstruktif dalam proses pengembangan produk

REFERENSI

- Abdurrahman, D. (n.d.). *Analisis tingkat penalaran siswa dalam pembelajaran fisika berbasis peer instruction guided inquiry*.
- Ahmad Fahrudin & Eka Maryam. (2022). Review Analisis Pendidikan Fisika Berbasis Etnosains, Budaya, dan Kearifan Lokal di Indonesia. *JURNAL RISET RUMPUN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM*, 1(1), 12–24. <https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v1i1.126>
- Anggeraeni, R. W., Okyranida, I. Y., & Setyowati, L. (2022). Pengembangan Modul Praktikum Berbantuan PhET Simulation Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan Kelas X SMA. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 3(1), 32–41.
- Asra, A., Festiyed, F., Mufit, F., & Asrizal, A. (2021). PEMBELAJARAN FISIKA MENINGTEGRASIKAN ETNOSAINS PERMAINAN TRADISIONAL. *KONSTAN - JURNAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA*, 6(2), 66–73. <https://doi.org/10.20414/konstan.v6i2.67>
- Ayushandra, V., & Wuryastuti, S. (2022). Integrasi Kearifan Lokal Baduy pada Pengembangan Bahan Ajar Modul IPA dalam Menanamkan Nilai-Nilai Konservasi Lingkungan. *Elementar : Jurnal Pendidikan Dasar*, 2(1), 119–133. <https://doi.org/10.15408/elementar.v2i1.25399>
- Branch, R. M., & Varank, İ. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach* (Vol. 722). Springer.
- Burns, L. R. (2025). Beyond Problem-Solving: The Future of Learning in an AI-Driven World. *Creative Education*, 16(04), 520–534. <https://doi.org/10.4236/ce.2025.164031>
- Chusnur Rahmi, Setiawan, Meutia, & Nena Puspita Sari. (2025). Implementasi Kearifan Lokal dalam Pembelajaran Sains untuk Mendukung Pendidikan Berkelanjutan. *JKA*, 2(1). <https://doi.org/10.26811/yc4h0r71>
- Furqon, M., A.J., S., Dani, R., Sirait, J. V., Anggrini, R. P., Harahap, M. C., Ananda, M. F. R., & Kiranti, R. D. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbasis Multirepresentasi Berbantuan Liveworksheet pada Materi Hukum Newton. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*, 9(2), 152–162. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v9i2.4853>
- Garzón, J., Patiño, E., & Marulanda, C. (2025). Systematic review of artificial intelligence in education: Trends, benefits, and challenges. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(8), 84.
- Gegenfurtner, A., & Kollar, I. (2025). *Designing effective digital learning environments*. Routledge.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentals of physics*. John Wiley & Sons.
- Kharisma, R. M. P., Putra, I. A., Wulandari, K., & Pertiwi, N. A. S. (n.d.). *REKONSTRUKSI VIDEO PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS PENDEKATAN BEHAVIORISTIK BAGI SISWA FASE F PADA MATERI HUKUM NEWTON*.
- Mahesa, F. (2024). Kecerdasan buatan dalam pendidikan: Peluang dan tantangan pemanfaatannya untuk personalisasi pembelajaran. *Cendikia: Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 2(6), 146–152.
- Nikat, R. F., Loupatty, M., & Zahroh, S. H. (2021). Kajian Pendekatan Multirepresentasi dalam Konteks Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 1(2), 45–53. <https://doi.org/10.52434/jpif.v1i2.1449>
- Nur Aini Intan Hasanah, Khoirun Nisa', Luthfi Sekar Nismara, & Wulan Izzatul Himmah. (2025). Analisis Miskonsepsi Materi Gaya dan Gerak Mata Pelajaran Ips Pada Siswa Kelas IV MI Ma'arif Mangunsari: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(3), 15770–15778. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.4376>
- Oktariyanti, D., Frima, A., & Febriandi, R. (2021). Pengembangan media pembelajaran online berbasis game edukasi wordwall tema indahnya kebersamaan pada siswa sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 4093–4100.

- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23.
- Pratiwi, N. K. R. (2022). The Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Multirepresentasi terhadap Pemahaman Konsep Siswa SMP: Sebuah Tinjauan Studi. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(2), 359–366. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.614>
- Reka Nurjanah, Shinta Purnamasari, & Andinisa Rahmaniari. (2024). Analisis Implementasi Potensi Lokal dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 14(1), 48–56. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1476>
- Rochmawati, D. R., Arya, I., & Zakariyya, A. (2023). MANFAAT KECERDASAN BUATAN UNTUK PENDIDIKAN. *Jurnal Teknologi Komputer dan Informatika*, 2(1), 124–134. <https://doi.org/10.59820/tekomin.v2i1.163>
- Sabilla, A. M., & Sakir, M. (n.d.). *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS GAME BASED LEARNING DENGAN SCRATCH PADA MATERI HUKUM NEWTON UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA*.
- Sinta, T. (2025). *Unnes Physics Education Journal*.
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi & perubahan konsep dalam pendidikan fisika*. Gramedia Widiasarana.
- Syahputri, Z., Rahmad, M., Irianti, M., & Veranita, D. (2020). EMPIRICAL ANALYSIS OF E-MODULE BASED ON SCIENCE LITERATION AS A SOURCE IN LEARNING ELECTROMAGNETIC RADIATION MATERIAL. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 128. <https://doi.org/10.31258/jgs.7.2.128-137>
- Syazali, M., & Umar, U. (2022). Peran Kebudayaan Dalam Pembelajaran IPA Di Indonesia: Studi Literatur Etnosains. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(1), 344–354. <https://doi.org/10.31949/educatio.v8i1.2099>
- Tiandho, Y. (2018). Miskonsepsi gaya gesek pada mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v4i1.1814>
- Yulisa, Y., Hakim, L., & Lia, L. (2020). PENGARUH VIDEO PEMBELAJARAN FISIKA TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP SISWA SMP. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 1(1), 37. <https://doi.org/10.31851/luminous.v1i1.3445>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Ziliwu, I. N., & Zalukhu, A. E. (2024). *ANALISIS DINAMIKA ROTASI DALAM SISTEM FISIKA DAN APLIKASINYA. 01*.