

Pengembangan LKPD Digital Berbasis STEAM Untuk Kemampuan Pemecahan Masalah Hukum Newton

Lu'luil Maknun*, Muhammad Luqman Hakim Abbas

Tadris Fisika, Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, Kabupaten Tulungagung, 66221, Indonesia

*Corresponding author. email: luluilmaknun1722@gmail.com

Receipt : 27/01/2026; Revision : 16/02/2026; Accepted : 28/02/2026

ABSTRAK

Materi Hukum Newton merupakan bagian penting dalam pembelajaran fisika yang berkaitan erat dengan konsep fundamental seperti kecepatan dan percepatan. Namun, hasil temuan lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran masih bersifat konvensional dan menggunakan bahan ajar cetak, sehingga kemampuan pemecahan masalah siswa belum berkembang secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) digital berbasis STEAM pada materi Hukum Newton guna meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Ruang lingkup penelitian meliputi pengembangan serta pengujian kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas LKPD digital pada siswa kelas XI. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model 4D yang dimodifikasi menjadi 3D, yaitu *Define*, *Design*, dan *Develop*, tanpa tahap *Disseminate* karena keterbatasan waktu dan teknis platform digital. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui angket, wawancara, dan tes hasil belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD digital berbasis STEAM yang dikembangkan memiliki tingkat kevalidan sangat tinggi (94%), praktis digunakan dalam pembelajaran (75,6%), serta efektif dalam meningkatkan ketuntasan belajar dan kemampuan pemecahan masalah siswa (KKTP 97%, dan *effect size* 1,02). Dengan demikian, LKPD digital berbasis STEAM pada materi Hukum Newton dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar inovatif. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD digital berbasis STEAM dapat mendukung pembelajaran berpusat pada siswa, meningkatkan keterlibatan aktif siswa, serta membantu guru dalam menyelenggarakan pembelajaran fisika yang kontekstual dan relevan dengan keterampilan abad ke-21.

Kata kunci : Hukum Newton, Kemampuan Pemecahan Masalah, LKPD digital, Pendekatan STEAM, Pengembangan

ABSTRACT

Newton's Laws of Motion are an important part of physics learning that is closely related to fundamental concepts such as velocity and acceleration. However, field findings show that learning is still conventional and uses printed teaching materials, so that students' problem-solving skills have not developed optimally. This study aims to develop a STEAM-based digital Student Worksheet (LKPD) on Newton's Laws to improve students' problem-solving skills. The scope of this study includes the development and testing of the validity, practicality, and effectiveness of digital LKPDs on 11th grade students. This study used the Research and Development (R&D) method with a 4D model modified to 3D, namely Define, Design, and Develop, without the Disseminate stage due to time constraints and technical limitations of the digital platform. Data collection techniques were carried out through questionnaires, interviews, and learning outcome tests. The results showed that the developed STEAM-based digital worksheets had a very high validity level (94%), were practical to use in learning (75.6%), and were effective in improving student learning completeness and problem-solving skills (KKTP 97%, and effect size 1.02). Thus, the STEAM-based digital LKPD on Newton's Law material is deemed suitable for use as innovative teaching material. The implications of this study indicate that the use of STEAM-based digital LKPD can support.

Keywords: *Newton's Laws, Problem Solving Skills, Digital Worksheets, STEAM Approach, Development*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan upaya strategis dalam membina generasi muda agar mampu berperan secara optimal melalui proses pembelajaran yang bermakna. Pada era Revolusi Industri 4.0, implementasi Kurikulum Merdeka menuntut pengembangan keterampilan abad ke-21 yang terintegrasi dengan pemanfaatan teknologi. Pembelajaran abad ke-21 menekankan kemampuan

berpikir tingkat tinggi, salah satunya kemampuan pemecahan masalah, sebagai bekal siswa dalam menghadapi permasalahan nyata (Irwansyah dan Perkasa 2022).

Fisika sebagai ilmu fundamental berperan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Namun, karakteristik materi fisika yang abstrak dan konseptual sering kali menjadi kendala bagi siswa. Salah satu materi yang dianggap sulit adalah Hukum Newton, karena berkaitan erat dengan konsep fundamental lain seperti kecepatan dan percepatan yang harus dipahami secara terpadu. Sifat abstrak materi Hukum Newton sering memicu kesulitan pemahaman dan rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa (Arman, Sutopo, and Parno 2017).

Hukum newton merupakan prinsip yang menjelaskan hubungan sebab akibat antara gaya dan gerak benda (Fatkhurrohman et al., 2024). Materi ini terbagi menjadi tiga hukum dasar yang menjadi landasan dalam memahami fenomena gerak. Karakteristik materi yang konseptual dan abstrak menuntut siswa tidak hanya menghafal konsep tetapi juga mampu menganalisis fenomena, mengidentifikasi gaya yang bekerja, serta menerapkan konsep hukum newton dalam menyelesaikan masalah. Proses pemecahan masalah berkaitan erat dengan tahapan pemecahan masalah. Sesuai temuan oleh (Rohma, 2018) menyatakan bahwa materi hukum newton ini berkaitan erat dengan pemecahan masalah pada siswa.

Keberhasilan pembelajaran juga sangat dipengaruhi oleh pemilihan bahan ajar yang digunakan. Penggunaan bahan ajar yang kurang variatif dan masih didominasi bahan ajar cetak dapat menghambat siswa dalam mengaitkan konsep fisika dengan situasi nyata, sehingga kemampuan pemecahan masalah belum berkembang secara optimal (Astiti, 2018).

Hasil wawancara dengan guru fisika di SMAN 1 Campurdarat Tulungagung menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi metode konvensional dengan buku cetak, sementara keterbatasan penguasaan teknologi menjadi kendala dalam pengembangan bahan ajar digital. Hasil observasi juga menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan memahami materi Hukum Newton karena penyajian materi yang bersifat tekstual dan kurang menarik. Di sisi lain, sekolah telah menyediakan fasilitas pendukung pembelajaran digital dan siswa terbiasa menggunakan perangkat digital dalam setiap harinya.

LKPD digital didefinisikan sebagai metode penyampaian materi ajar yang dirangkai secara teratur dalam topik pembelajaran tertentu, dan disajikan dalam wujud elektronik. Pemanfaatan LKPD digital memungkinkan integrasi berbagai media pembelajaran seperti teks, gambar, dan aktivitas berbasis teknologi, sehingga keaktifan siswa meningkat selama pembelajaran. LKPD digital banyak digunakan untuk mendukung kemampuan komunikasi, kritis dalam berfikir, penyelesaian masalah, dan kerja sama (Nurkhaliza, 2023).

Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa mayoritas siswa membutuhkan LKPD digital yang interaktif. Berdasarkan diskusi mendalam dengan pengajar fisika SMAN 1 Campurdarat Tulungagung, memberikan indikasi bahwa kompetensi siswa masih belum optimal dalam memecahkan masalah dipicu oleh penggunaan metode konvensional dan penggunaan buku ajar cetak saja. Guru menyadari perlunya bahan ajar berbasis teknologi, namun keterbatasan penguasaan teknologi menyebabkan pembelajaran masih didominasi metode ceramah. Hasil observasi juga menunjukkan bahwa 80% siswa merasa kesulitan memahami materi hukum newton karena banyaknya penjelasan konsep yang berupa tulisan saja, dan kurang menarik perhatian mereka. Sekolah menyediakan fasilitas wifi dan mengizinkan penggunaan handphone sebagai potensi pembelajaran digital. Hasil analisis kebutuhan juga menunjukkan hasil bahwa sebanyak 72% siswa membutuhkan LKPD digital yang interaktif.

Agar pembelajaran fisika menjadi lebih bermakna, LKPD digital perlu dipadukan dengan pendekatan pembelajaran yang relevan dengan tuntutan abad ke-21, salah satunya adalah pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). Pendekatan STEAM menekankan integrasi berbagai disiplin ilmu dalam proses pembelajaran melalui kegiatan eksplorasi, perancangan, dan pemecahan masalah, sehingga mendorong siswa untuk berpikir kreatif dan inovatif (Bancong & Mustamin, 2024). Dalam pembelajaran fisika, pendekatan STEAM mampu mendukung siswa untuk menghubungkan konsep abstrak dengan konteks pembelajaran yang lebih konkret, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Tujuan pendekatan STEAM

adalah mengembangkan keterampilan siswa, berupa kemampuan pemecahan masalah, pengambilan keputusan, analisis asumsi, evaluasi serta keterampilan melakukan penelitian (Dr. Kadek Adi Wibawa, 2024; Fitria et al., 2023).

Kemampuan pemecahan masalah merupakan metode yang memusatkan kegiatan untuk mendorong siswa untuk berpikir sistematis dengan menghadapkannya pada suatu masalah (Prof. Dr. Endang Widi Winarni, n.d.). Menurut (Polya 2019) langkah pemecahan masalah diawali dengan kegiatan mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi, selanjutnya siswa menentukan strategi penyelesaian yang sesuai, kemudian menerapkannya untuk memperoleh solusi. Tahap akhir dilakukan dengan menalaah kembali hasil dan proses penyelesaian guna memastikan ketepatan jawaban. Dalam pembelajaran fisika, kemampuan ini menjadi aspek penting karena siswa dituntut untuk mampu menganalisis fenomena dan menerapkan konsep fisika dalam berbagai situasi kehidupan sehari-hari.

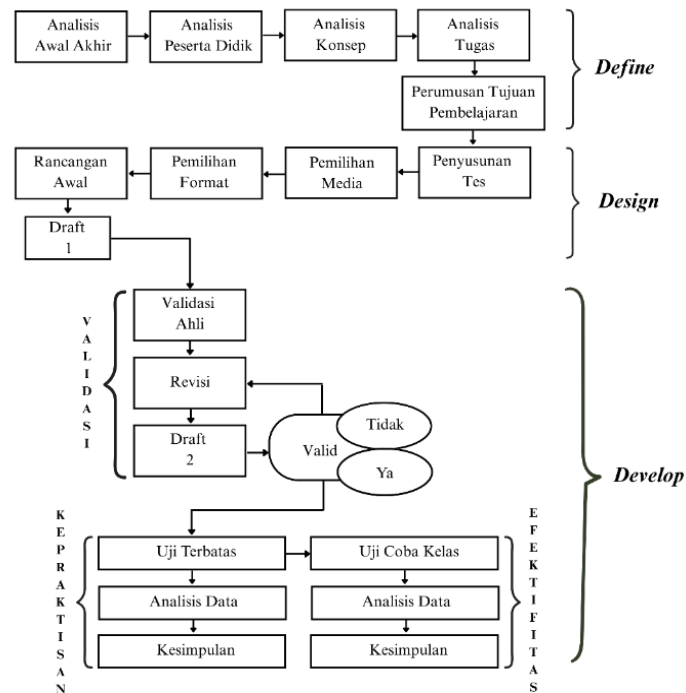
Beberapa temuan sebelumnya mengindikasikan bahwa penggunaan bahan ajar digital dan penerapan pendekatan STEAM memberikan kontribusi positif dalam pengembangan kemampuan berfikir tingkat tinggi. Studi oleh (Dhitasarifa & Wusqo, 2024) menunjukkan bahwa bahan ajar digital berbasis STEAM berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah. Studi lain oleh (Fauziyah et al., 2025) juga menyebutkan bahwa pembelajaran STEAM menunjukkan efektivitas dalam mendukung peningkatan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Hal serupa juga diteliti oleh (Gita et al., 2023) yang mendapatkan hasil bahwa bahan ajar interaktif berbasis STEAM terbukti secara signifikan mampu menstimulasi ketajaman siswa dalam mencari solusi atas berbagai persoalan yang dihadapi. Namun demikian, sebagian besar pengembangan media STEAM yang ada masih berfokus pada materi yang bersifat umum dan belum spesifik mengoptimalkan fitur interaktif untuk mengatasi kesulitan visualisasi diagram gaya pada materi Hukum Newton.

Di SMAN 1 Campurdarat, penggunaan bahan ajar digital yang mampu mengintegrasikan simulasi virtual secara mandiri masih sangat terbatas, sehingga siswa masih cenderung kesulitan dalam mentransformasikan konsep abstrak ke dalam solusi pemecahan masalah yang sistematis. Kesenjangan antara ketersediaan teknologi dan kebutuhan visualisasi yang spesifik inilah yang menjadi urgensi dilakukannya penelitian ini.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD digital berbasis STEAM pada materi Hukum Newton yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa kelas XI SMAN 1 Campurdarat. Melalui integrasi platform *Wizer.me* dan simulasi *PhET*, pengembangan ini diharapkan tidak hanya mendigitalisasi materi, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan sistematis bagi siswa dalam memahami prinsip-prinsip dinamika gerak.

2. METODE PENELITIAN

Metode *Research and Development* (R&D) diaplikasikan dalam studi ini dengan mengadopsi kerangka pengembangan 4D yang dipadatkan menjadi tiga fase utama, yakni tahap pendefinisian, perancangan, serta pengembangan tanpa melibatkan tahap *Disseminate*. Modifikasi tersebut dipilih karena keterbatasan waktu dan pertimbangan teknis platform digital yang digunakan. Tahap *define* mencakup kegiatan analisis kondisi awal pembelajaran, karakteristik siswa, tujuan pembelajaran, konsep materi serta analisis tugas. Selanjutnya tahap *design* dilaksanakan melalui penyusunan kriteria-referensi tes, pemilihan media, penentuan format, dan perancangan produk awal. Tahap *develop* meliputi uji validitas, kepraktisan, dan efektivitas LKPD digital yang dikembangkan. Secara umum tahapan penelitian ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 1. Alur pengembangan

Subjek penelitian melibatkan siswa kelas XI-1 dan Kelas XI-5 SMAN 1 Campurdarat Tulungagung yang ditentukan melalui Teknik *purposive sampling*. Pertimbangan kesamaan akademik dan karakteristik siswa menjadi dasar pemilihan subjek. Subjek uji coba produk dan instrumen melibatkan 33 siswa kelas XII-7 SMAN 1 Campurdarat Tulungagung yang dipilih berdasarkan teknik *purposive sampling* berdasarkan rekomendasi guru, serta pertimbangan bahwa siswa tersebut telah mempelajari materi hukum newton.

Informasi utama bagi penelitian ini dihimpun dengan memanfaatkan instrumen kuesioner guna memetakan kebutuhan di lapangan dan karakteristik siswa, angket validasi ahli, angket kepraktisan, dan tes hasil belajar berupa *post-test*. Instrumen *post-test* telah melalui proses validasi ahli untuk memastikan kesesuaian isi dan keterkaitannya dengan indikator kemampuan pemecahan masalah.

Studi ini menerapkan metode analisis campuran yang mensinergikan pengolahan data berbasis numerik (kuantitatif) dengan interpretasi narasi (kualitatif) secara komprehensif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah data bersifat numerik, seperti data kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas, sedangkan analisis kualitatif digunakan untuk menjelaskan umpan balik dari validator sebagai pendukung data kuantitatif. Analisis validitas dan kepraktisan dilakukan menggunakan skala *likert* dengan rentang skor 1-5. Sementara itu, efektivitas produk diuji melalui uji prasyarat yang meliputi uji normalitas dan homogenitas, kemudian dilanjutkan dengan uji *independent t-test* serta perhitungan *effect size*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Define (Pendefinisian)

Tahap ini berfokus pada proses pengumpulan dan penelaahan informasi yang berkaitan dengan media pembelajaran yang akan dikembangkan. Pada tahap *define* dilakukan analisis kondisi awal pembelajaran, karakteristik siswa, tujuan pembelajaran, konsep materi serta analisis tugas. Pada tahap analisis kondisi awal pembelajaran, siswa diberikan angket kebutuhan guna mengetahui bahan ajar apa yang dibutuhkan siswa. Hasilnya, dengan buku cetak siswa merasa kurang dapat memahami materi secara kontekstual, guru di SMAN 1 Campurdarat kurang bisa menggunakan bahan ajar digital, dan siswa kesulitan menentukan rumus atau konsep yang

digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Maulani et al., 2020) yang diperlukan analisis gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda sebelum dapat menyelesaikan masalah hukum newton.

Analisis karakteristik siswa dilakukan dengan memberikan angket karakteristik pada siswa. Hasilnya, siswa mengalami kesulitan dalam belajar fisika, siswa kurang suka diskusi kelompok, dan siswa sangat sering menggunakan handphone sebagai alat bantu pembelajaran. Tahap ketiga, yaitu penetapan tujuan pembelajaran.

Penetapan tujuan pembelajaran ini dibuat berdasarkan indikator pembelajaran yang akan dicapai. Selanjutnya, analisis konsep didasarkan pada CP dan ATP fisika fase E kurikulum merdeka. Hukum newton dipilih karena mampu menerapkan seluruh elemen pendekatan STEAM. Pada tahap terakhir, yaitu analisis tugas yang dilakukan dengan cara menyesuaikan tugas yang dibuat dengan materi yang akan dipelajari. Tugas-tugas yang dikembangkan dalam LKPD digital mencakup analisis sains, perancangan solusi masalah, perhitungan data praktikum, serta analisis konsep hukum newton. Hasil akhir pada tahap digunakan sebagai bahan pengembangan LKPD digital berbasis STEAM. Hal itu bertujuan agar LKPD digital yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan siswa.

Tahap Design (Perancangan)

Tahap *design* difokuskan pada perancangan LKPD digital berbasis STEAM dengan mengacu pada hasil analisis yang diperoleh pada tahap *define*. Kegiatan pada tahap ini mencakup penyusunan kriteria-referensi tes, pemilihan media pembelajaran, penentuan format, serta pembuatan rancangan awal produk. Pada tahap menyusun kriteria-referensi tes, dirancang instrumen berupa soal esai yang terintegrasi pendekatan STEAM. Soal yang dikembangkan berjumlah 10 butir soal dengan rincian 3 soal *science*, 1 soal *engineering*, 1 soal *arts*, 3 soal *mathematics*, dan 2 soal analisis. Pembagian tersebut dirancang untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah secara komprehensif dengan integrasi kelima unsur STEAM dalam konteks materi hukum newton.

Pemilihan media didasarkan pada kebutuhan siswa terhadap media yang menarik, dapat dilampirkan latihan soal, video pembelajaran, dan percobaan sederhana. Berdasarkan kebutuhan tersebut, digunakan platform digital *wizer.me* dan *canva*. Sejalan dengan penelitian oleh (Ruzika, 2024) yang menyebutkan bahwa adanya fitur dalam *wizer.me* dapat memudahkan guru dalam membuat LKPD digital serta mendorong siswa menjadi lebih antusias dan aktif dalam proses pembelajaran.

Format LKPD digital yang digunakan disesuaikan pada karakteristik LKPD digital berbasis STEAM. LKPD digital ini hanya terdiri atas satu halaman yang panjangnya disesuaikan dengan isi LKPD digital yang dikembangkan. Desain awal menjadi tahap pertama yang dilakukan untuk menghasilkan rancangan produk LKPD digital. Desain awal ini disesuaikan dengan hasil pada tahap *define* dan *design*. LKPD digital ini berisi 1) judul LKPD digital, 2) logo sekolah dan universitas, 3) CP, TP, dan ATP, 4) petunjuk penggunaan LKPD digital, 5) identitas siswa, 6) rangkuman materi, 7) video animasi, 8) studi kasus, 9) soal berbasis STEAM, dan 10) refleksi.

Tahap Develop (Pengembangan)

LKPD digital yang telah dibuat kemudian diserahkan kepada validator untuk menentukan kelayakan LKPD digital. Validasi media dan materi masing-masing melibatkan tiga ahli yang berkompeten di bidangnya dimana satu dosen fisika, dan dua guru fisika SMAN 1 Campurdarat Tulungagung.

Tahap validasi ahli materi bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kelayakan aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan pendekatan STEAM dalam LKPD digital yang dikembangkan. Rekapitulasi hasil penilaian ahli materi disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil validasi ahli materi

Validator Ahli Materi	Skor	Persentase
Validator 1	73	97%
Validator 2	70	93%
Validator 3	68	91%

Berdasarkan penilaian yang diberikan oleh tiga validator, diperoleh nilai rata-rata kelayakan dari materi sebesar 94% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Namun, diperlukan beberapa revisi pada bagian materi hukum newton yang dilampirkan dalam LKPD digital. LKPD yang dikembangkan telah disusun secara sistematis dan sesuai dengan karakteristik siswa.

Pada tahap validasi ahli media dilakukan untuk menilai kelayakan aspek penyajian dan kebahasaan dalam LKPD digital yang dikembangkan. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil validasi ahli media

Validator Ahli Media	Skor	Persentase
Validator 1	66	94%
Validator 2	67	96%
Validator 3	64	91%

Berdasarkan penilaian yang diberikan oleh tiga validator, diperoleh nilai rata-rata kelayakan media sebesar 92,8% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Namun, diperlukan beberapa revisi pada bagian format penulisan dan tata letak pada LKPD yang dikembangkan. Penggunaan desain yang menarik, integrasi video, gambar, praktikum sederhana secara digital mampu mendukung keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran

Hasil penelitian oleh ahli materi dan ahli media menunjukkan bahwa validitas materi memperoleh persentase sebesar 94% dengan kriteria sangat valid, sedangkan validitas media memperoleh persentase sebesar 92,8% dan juga termasuk dalam kategori sangat valid. Berdasarkan serangkaian evaluasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa media LKPD digital hasil pengembangan ini telah memenuhi kriteria kelayakan secara teknis maupun substantif dan layak untuk diujicobakan, walaupun masih memerlukan beberapa revisi. Validitas LKPD digital ini didukung oleh penelitian (Akmal & Aini, 2023) yang menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkannya mendapatkan nilai validasi sebesar 0,86 kategori valid yang kemudian dapat digunakan dalam meningkatkan hasil belajar.

Diperolehnya tingkat validitas dengan kategori sangat baik, membuat LKPD digital ini memiliki potensi besar untuk digunakan secara luas sebagai sumber belajar yang inovatif dalam pembelajaran fisika. Validitas yang tinggi menjadi dasar bahwa LKPD digital telah memenuhi syarat secara penyajian, kebahasaan, kesesuaian dengan karakteristik STEAM. Oleh karena itu, LKPD digital ini telah dinyatakan sangat valid dan dapat direkomendasikan sebagai bahan ajar alternatif yang mendukung pembelajaran aktif dalam peningkatan kemampuan pemecahan masalah pada siswa.

Validasi instrumen dilakukan guna mengetahui kesesuaian soal dalam mengukur kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Validator pada proses validasi ini juga melibatkan tiga orang yang satu dosen fisika, dan dua guru fisika. Hasil penilaian terhadap instrumen penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil validasi instrumen *post-test*

Validator Instrumen	Skor	Persentase
Validator 1	64	98%
Validator 2	61	94%
Validator 3	62	95%

Validasi yang melibatkan tiga validator menghasilkan nilai rata-rata sebesar 97,5%, sehingga instrumen dikategorikan sangat valid. Namun, diperlukan beberapa revisi pada kalimat yang digunakan pada soal agar lebih mudah dipahami.

Uji coba pengembangan atau uji kepraktisan dilakukan setelah produk dinyatakan valid oleh validator. Aspek yang dinilai dalam uji ini adalah aspek kemenarikan, kemudahan penggunaan, keserasian, dan integrasi STEAM. Uji coba kepraktisan ini dilakukan oleh siswa kelas

XII-7 SMAN 1 Campurdarat Tulungagung dengan didapatkan hasil persentase nilai sebesar 75,6% dengan kategori “praktis” tanpa saran dan komentar dari siswa. Berdasarkan hasil angket, tidak ditemukan adanya masukan berupa kritik atau saran dari pengguna LKPD digital. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Risamasu & Pieter, 2024) yang mendapatkan nilai rata-rata kepraktisan e-LKPD sebesar 94,7%, sehingga dapat disimpulkan bahwa produk memiliki tingkat kepraktisan yang baik.

Berdasarkan hasil angket kepraktisan, aspek yang memperoleh skor tertinggi yakni pada aspek kemenarikan dan daya tarik LKPD digital dengan presentase nilai 80%. Berikutnya, aspek kesesuaian materi dan manfaat LKPD digital mendapatkan presentase nilai sebesar 76,2%. Terakhir, aspek yang mendapatkan skor terendah yakni aspek integrasi STEAM pada pembelajaran dengan presentase nilai 71,9%.

Tingginya tingkat kepraktisan ini dipengaruhi oleh pemilihan platform *Wizer.me* dan *Canva* yang memungkinkan penyajian fitur variatif seperti video animasi, simulasi PhET, dan fitur *drawing* untuk menggambar diagram gaya. Penggunaan fitur-fitur ini tidak hanya mempercantik tampilan secara visual (*Arts*), tetapi juga mempermudah siswa dalam mengonstruksi pengetahuan secara mandiri. Hal ini memperkuat penelitian (Ruzika, 2024) yang menyebutkan bahwa fitur interaktif dalam *Wizer.me* secara signifikan meningkatkan antusiasme dan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran.

Secara keseluruhan, hasil uji kepraktisan membuktikan bahwa LKPD digital berbasis STEAM termasuk dalam kategori “praktis” digunakan dalam pembelajaran. LKPD digital ini dapat menjadi solusi inovatif dalam menyediakan sumber belajar yang mudah digunakan, menarik, dan mendukung kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa pengembangan LKPD digital tidak hanya memperhatikan kevalidan isi, namun juga pengalaman pengguna yang menyenangkan dan fungsionalitas dalam konteks pembelajaran.

Dalam studi ini menetapkan siswa kelas XI-5 sebagai kelompok eksperimen, sementara kelompok kontrol diwakili oleh siswa dari kelas XI-1 dalam rangka menguji tingkat efektivitas LKPD digital ini. Efektivitas LKPD digital berbasis STEAM dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana penggunaan LKPD digital dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi Hukum Newton kelas XI SMAN 1 Campurdarat Tulungagung. Pengukuran efektivitas dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yakni efektivitas berdasarkan KKTP dan efektivitas berdasarkan uji statistik.

Efektivitas LKPD digital berdasarkan KKTP (Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran) dilihat berdasarkan persentase ketuntasan siswa. KKTP SMAN 1 Campurdarat Tulungagung yakni 75, sehingga siswa dapat dinyatakan tuntas apabila memperoleh hasil ≥ 75 . Setelah dilakukan *post-test*, didapatkan hasil bahwa pada kelas eksperimen yang menggunakan LKPD digital, 29 dari 30 siswa (97%) dinyatakan tuntas. Sementara pada kelas kontrol yang menggunakan LKPD konvensional, sebanyak 21 dari 34 siswa (67%) dinyatakan tuntas. Kategori produk dinyatakan efektif jika sebanyak $\geq 80\%$ siswa memenuhi KKTP.

Berdasarkan hasil, pada kelas eksperimen didapatkan persentase 97%, yang berarti bahwa $97\% \geq 80\%$, sehingga produk dinyatakan efektif. Berdasarkan temuan penelitian, pembelajaran yang didukung LKPD digital terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah dibandingkan pembelajaran dengan LKPD konvensional. Sejalan dengan penelitian oleh (Istifadah et al., 2023) yang menjelaskan bahwa berdasarkan *posttest* dalam kelas eksperimen diperoleh sebanyak 90% siswa telah memenuhi KKM, sehingga pengembangan LKPD tersebut dinilai berhasil dalam meningkatkan literasi numerasi siswa

Uji validitas dan reliabilitas harus dilakukan terlebih dahulu sebelum menguji efektivitas, agar diketahui instrumen yang digunakan telah sahih dan konsisten. Pengujian dilakukan pada 8 butir soal dengan 4 indikator yang telah ditentukan sebelumnya.

Tabel 4. Hasil uji validitas

No Soal	Nilai Taraf Signifikansi	Kategori
1.	0,021	Valid
2.	0,000	Valid
3.	0,001	Valid
4.	0,000	Valid
5.	0,001	Valid
6.	0,000	Valid
7.	0,000	Valid
8.	0,001	Valid

Tabel 5. Hasil uji reliabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.724	8

Sebelum melakukan uji statistik, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa normalitas dan homogenitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berasal dari populasi yang terdistribusi normal. Hasil uji normalitas disajikan dalam tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji normalitas

	N	Kolmogorov-Smirnov (Sig. 2-tailed)	Shapiro-Wilk (Sig. 2-tailed)	Keterangan
Kelas Eksperimen	30	0,150	0,053	Normal
Kelas Kontrol	34	0,123	0,122	Normal

Nilai signifikansi dari uji normalitas Shapiro-Wilk adalah 0,053, sehingga memenuhi syarat normalitas ($\geq 0,05$). Dengan demikian, data *post-test* pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol dapat dikategorikan normal. Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas yang digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan bersifat homogen atau tidak. Hasil uji homogenitas disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji homogenitas

Variabel	Lavene Statistic	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Hasil Belajar Fisika	3,934	0,052	Homogen

Berdasarkan tabel 7 diketahui bahwa uji homogenitas pada bagian *based on mean* menunjukkan nilai signifikansi 0,052 ($> 0,05$). Hal itu menunjukkan bahwa data penelitian termasuk homogen. Karena data sudah memenuhi syarat normalitas dan homogenitas, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji *independent t-test*.

Uji *independent t-test* dipakai untuk mengevaluasi apakah penerapan LKPD digital berbasis STEAM berdampak pada perbedaan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Pengujian pada kemampuan pemecahan masalah dilakukan dengan memberikan soal *post-test* yang telah memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah. Hasil dari *post-test* kemudian dianalisis untuk melihat perbedaan skor antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji *independent t-test* dapat disajikan sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil uji independet t-test

	N	Rata-rata	t	df	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Kelas Eksperimen	30	84.80	4,040	62	0,000	Signifikan
Kelas Kontrol	34	77.56				

Merujuk pada tabel 8, perolehan angka signifikansi sebesar 0,000 mengonfirmasi adanya diskrepansi kemampuan dalam memecahkan masalah yang nyata antara kelompok pengguna LKPD digital berbasis STEAM dengan kelompok yang memakai media konvensional. Sebagai Langkah pendalaman, besarnya pengaruh inovasi tersebut diukur menggunakan instrumen uji *effect size*. Uji *effect size* ini dilakukan berbantuan website: <https://www.socscistatistics.com/effectsize/default3.aspx> dengan hasil sebagai berikut.

Group 1

Mean (M):

Standard deviation (s):

Sample size (n):

Group 2

Mean (M):

Standard deviation (s):

Sample size (n):

Success!

Cohen's $d = (77.56 - 84.8) / 7.111689 = 1.018042$.

Gambar 2. Hasil Uji *Effect Size*

Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh nilai *chend's d* sebesar 1,012 dimana nilai tersebut $> 0,8$. Dengan demikian, berdasarkan peningkatan kemandirian siswa dalam belajar. Interpretasi hasil dapat dinyatakan bahwa LKPD digital berbasis STEAM memiliki nilai *effect size* dengan kategori *large* dan dinyatakan sangat efektif digunakan sebagai media interaktif materi hukum newton di kelas XI SMAN 1 Campurdarat Tulungagung.

Efektivitas yang tinggi ini membuktikan bahwa pendekatan STEAM mampu memfasilitasi setiap tahapan pemecahan masalah. Melalui elemen *Technology* (Simulasi PhET) dan *Mathematics* (perhitungan data), siswa tidak sekadar menghafal rumus, tetapi memahami hubungan logis antara gaya, massa, dan percepatan. Proses merancang solusi pada elemen *Engineering* melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Hasil ini didukung oleh temuan (Syahrial, 2024) yang menegaskan bahwa pendekatan STEAM sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21, khususnya dalam kemampuan memecahkan masalah secara sistematis dan kontekstual. Penelitian oleh (Jannah et al., 2025) juga mendapatkan hasil bahwa E-LKPD yang dikembangkan tidak hanya layak dan diterima dengan baik, namun juga berdampak pada kemandirian siswa dalam belajar. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh (Salamiyah et al., 2023) yang didapatkan hasil rata-rata 0,3 dengan kriteria "sedang", sehingga penggunaan LKPD yang dikembangkan mampu meningkatkan keaktifan dan hasil belajar siswa. Hal ini juga sesuai dengan penelitian oleh (Herlina et al., 2021) yang menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan terbukti efektif dengan persentase ketuntasan kelas mencapai 84,85% dan berdasarkan hasil interpretasi nilai standar gain (g) sebesar 0,71 yang berarti berada pada kategori tinggi. Penelitian oleh (Jannah et al., 2025) yang mendapatkan hasil bahwa E-LKPD yang dikembangkan tidak hanya layak dan diterima dengan baik, namun juga efektif dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa.

4. KESIMPULAN

Penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yang dimodifikasi (tahap *define*, *design*, dan *develop*) ini menghasilkan LKPD digital berbasis STEAM pada materi hukum newton yang dinyatakan sangat valid dengan skor validasi ahli materi 94% dan ahli media 92,8%. Media ini terbukti praktis dengan skor respon siswa 75,6% serta efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, ditunjukkan oleh ketuntasan kelas eksperimen sebesar 97%

dibandingkan kelas kontrol 67%, serta nilai *effect size* sebesar 1,02 (kategori besar). Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEAM melalui platform *Wizer.me* dapat menjadi solusi inovatif untuk memvisualisasikan konsep fisika yang abstrak secara interaktif. Sebagai saran, penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas jangkauan ke tahap *disseminate* (penyebaran) pada skala sekolah yang lebih luas serta mengeksplorasi penggunaan platform digital lain untuk materi fisika yang berbeda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, R. B., & Aini, S. (2023). Pengembangan LKPD Terintegrasi STEAM-PjBL pada Materi Termokimia Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13, 390–397.
- Arman, Sutopo, & Parno. (2017). Kesulitan Siswa Dalam Memahami hukum Newton Dan Solusinya Pada Pembelajaran Sains Di Smp. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Universitas Negeri Malang*, 1–10. <http://pasca.um.ac.id/conferences/index.php/gtk/article/view/192>
- Astiti, K. A. (2018). *Pengaruh Penggunaan Bahan Ajar Berbasis Konsep Fisika Siswa Materi Suhu dan Kalor*. 3(2), 185–192.
- Bancong, H., & Mustamin, I. S. (2024). *STEAM Education : Konsep, Integrasi dan Masa Depan*. Indonesia Emas Group. <https://books.google.co.id/books?id=P20nEQAAQBAJ>
- Dhitasarifa, I., & Wusqo, I. U. (2024). *The Effect of STEAM Approach Digital Teaching Materials on Increasing Creative Problem-Solving Skills*. July, 18–27.
- Dr. Kadek Adi Wibawa, S. P. M. P. (2024). *Buku Ajar Pembelajaran Berbasis STEAM*. Nilacakra. <https://books.google.co.id/books?id=ET8NEQAAQBAJ>
- Fatkhurrohman, M. A., Hamidah, I., & Samsudin, A. (2024). *The Development of Theory and Application of Newton ' s Law: A Systematic Literature Review*. 2024, 302–311. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i19.16509>
- Fauziyah, N. N., Anggoro, B. S., & Pratiwi, D. D. (2025). *Meta-analisis Efektivitas Pembelajaran Berbasis STEAM terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa di Indonesia*. 10(September), 779–791.
- Fitria, T., Kuswanto, H., Dwandaru, W. S. B., Jumadi, J., Putri, D. P. E., & Juneid, A. Z. (2023). Perkembangan Penelitian Pendekatan Steam Pada Pembelajaran Fisika Di Indonesia: a Systematic Literature Review. *Edusains*, 15(1), 1–17. <https://doi.org/10.15408/es.v15i1.29929>
- Gita, A., Liliana, P., & Setyaningtyas, E. W. (2023). *Bahan Ajar Buku Cerita Interaktif Berbasis STEAM Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SD*. 9(3), 1525–1533. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i3.5869>
- Herlina, Ramlawati, & Hasri. (2021). Efektivitas Penggunaan e-Modul dan e-LKPD Berbasis STEAM Pada Materi Sistem Koloid untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI SMAN 6 Enrekang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA II "Optimalisasi Literasi Digital Melalui Pendekatan STEM"*, 64–70.
- Irwansyah, M., & Perkasa, M. (2022). *Scientific Approach dalam Pembelajaran Abad 21*. Penerbit NEM. <https://books.google.co.id/books?id=9QyIEAAAQBAJ>
- Istifadah, Z., Nuryadi, & Nur Saadah, F. (2023). Efektivitas Penggunaan LKPD Berbasis Realistic Mathematics Education Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Numerasi Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 113–122.
- Jannah, Y. M., Wati, I. F., & Wulanningtyas, M. E. (2025). STEAM Journal for Elementary School Education STEAM-Based E-LKPD to Enhance Learning Independence on States of Matter Topic. *STEAM Journal for Elementary School Education*, 01(01), 45–63. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/sjese/index>
- Maulani, N., Linuwih, S., & Sulhadi, S. (2020). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika dalam Asesmen Higer Order Thinking. *Seminar Nasional Pascasarjana 2020*, 590–597.
- Nurkhaliza, S. A. (2023). *Pengembangan E - LKPD Berbasis STEAM pada Materi Hidrokarbon dan Minyak Bumi*.
- POLYA, G. (2019). "How to Solve It" list. In *How to Solve It* (pp. xvi–xviii). <https://doi.org/10.2307/j.ctvc773pk.6>

- Prof. Dr. Endang Widi Winarni, M. P. (n.d.). *Metode Pembelajaran Pemecahan Masalah (Case Method)*. wawasan Ilmu. <https://books.google.co.id/books?id=KeMiEQAAQBAJ>
- Risamasu, P. V. M., & Pieter, J. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 14(1), 443–453.
- Rohma, L. W. (2018). *Students ' Ability in Solving Physics Problems on Newtons ' Law of Motion*. 07(April), 59–70. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i1.2247>
- Ruzika, N. F. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Website *Wizer.me* untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas 5 SDN Gampeng 2 Nganjuk. *Skripsi*.
- Salamiyah, Astutik, T. P., & Wicaksono, A. T. (2023). Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Kearifan Lokal dengan Pendekatan STEAM pada Materi Asam Basa. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(1), 57–65. <file:///D:/Sri Mulyanti/riset/artkel orbital.pdf>
- Syahrial, A. (2024). Analisis Pembelajaran Fisika Terintegrasi Steam untuk Melatih Keterampilan Abad 21 dan Keterampilan Proses Sains Siswa pada Implementasi Kurikulum Merdeka: A Review. *Journal of Classroom Action Research*, 6(4), 881–892. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jcar/article/view/5932>