

Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM dalam Pembelajaran IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP

Ayu Agustina Zahro ^{1*}, Pramudya Dwi Aristya Putra ²

^{1, 2} Universitas Jember, Indonesia

* ayuagustinazahro26@gmail.com

Abstrak

This study aims to develop a STEM-based E-LKPD (Electronic Student Worksheet) in science learning to improve junior high school students' critical thinking skills. The urgency of this research is driven by the low level of students' critical thinking skills and the need for digital learning media innovations that align with the Kurikulum Merdeka. This study is a Research and Development (R&D) project employing the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The research subjects involved 22 eighth-grade students at SMP Negeri 2 Maesan, selected through a purposive sampling technique. Data collection instruments included expert validation sheets, observation sheets for learning implementation, pre-test and post-test based on Ennis's critical thinking indicators, and student response questionnaires. Data analysis techniques involved descriptive quantitative and qualitative methods, including the calculation of Normalized Gain (N-gain) to measure effectiveness. The results showed that the developed STEM-based E-LKPD was highly valid with a percentage of 99.31%, very practical with an average of 94.99%, and effective in improving students' critical thinking skills. This effectiveness was evidenced by the increase in scores from a pre-test average of 31.91 to a post-test average of 86.37, with an N-gain score of 0.8 (high category). Furthermore, student responses reached 98.96%, categorized as very good. These findings indicate that the STEM-based E-LKPD is feasible and effective as a learning medium to equip students with 21st-century skills.

Kata Kunci: Pengembangan, E-LKPD, STEM, Pembelajaran IPA, Kemampuan Berpikir Kritis

Pendahuluan

Pembelajaran pada abad ke-21 menuntut adanya inovasi berkelanjutan dalam aktivitas instruksional guna menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Sejalan dengan akselerasi teknologi di era digital, guru memiliki peluang strategis untuk mengembangkan media pembelajaran adaptif yang mampu mengoptimalkan keterlibatan siswa serta mendukung efektivitas proses belajar mengajar (Arimbawa *et al.*, 2024). Dalam konteks ini, integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai sarana untuk mentransformasi pembelajaran dari yang bersifat konvensional menjadi lebih interaktif dan berpusat pada siswa (*student-centered learning*). Namun demikian, realitas di lapangan menunjukkan bahwa mayoritas guru IPA belum mengoptimalkan penggunaan media pembelajaran inovatif dalam proses instruksional (Fardinelly *et al.*, 2024). Kondisi ini berbanding lurus dengan rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik, karena tanpa dukungan media yang interaktif dan kontekstual, siswa mengalami kesulitan dalam menganalisis fenomena sains secara mendalam.

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki siswa dalam menghadapi tantangan global. Berpikir kritis dapat diartikan sebagai proses berpikir yang teratur, logis, dan reflektif dalam menyelesaikan masalah serta mengambil keputusan secara rasional. Kemampuan ini berperan penting dalam membantu siswa memahami informasi secara mendalam, mengevaluasi argumen, serta menghasilkan kesimpulan yang tepat berdasarkan bukti yang relevan. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis tidak hanya sekedar menghafal materi, tetapi mampu mengaitkan konsep dengan konteks nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Nirwana & Andriani, 2024).

Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran yang dirancang oleh guru diharapkan mampu mengembangkan kemampuan belajar siswa sesuai dengan tuntutan abad ke-21, termasuk kemampuan berpikir kritis (Kembaren & Rusilowati, 2025). Hasil dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih tergolong rendah. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti lain, kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPA hanya mencapai 49,29% dan berada pada kategori rendah. Rendahnya kemampuan ini tidak terlepas dari proses pembelajaran yang masih bersifat monoton dan kurang inovatif (Khasani *et al.*, 2019).

Desain pembelajaran yang tidak mengalami pembaruan serta belum menyesuaikan dengan perkembangan zaman menyebabkan siswa kurang terlibat aktif dalam proses pembelajaran (Sari *et al.*, 2025). Akibatnya, siswa cenderung pasif dan tidak terbiasa untuk menganalisis, mengevaluasi, serta memecahkan masalah secara kritis. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui penggunaan bahan ajar yang mampu mendorong keaktifan siswa, seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD dapat membantu siswa dalam memahami konsep melalui kegiatan belajar yang terstruktur dan sistematis.

Namun, penggunaan LKPD konvensional yang masih berbasis cetak memiliki keterbatasan dalam mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis, karena cenderung bersifat statis dan kurang interaktif. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam bentuk pengembangan LKPD berbasis elektronik (*Electronic Student Worksheet* atau E-LKPD) yang mampu memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Penggunaan E-LKPD memungkinkan integrasi berbagai media, seperti gambar, video, dan soal interaktif, sehingga dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran (Rizkika *et al.*, 2022).

Pengembangan E-LKPD akan lebih optimal apabila dipadukan dengan pendekatan pembelajaran yang relevan dengan tuntutan abad ke-21, salah satunya adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pendekatan STEM menekankan pada integrasi empat disiplin ilmu dalam satu kesatuan pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif. Melalui pendekatan ini, siswa didorong untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta keterampilan pemecahan masalah melalui kegiatan eksplorasi dan investigasi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengembangan LKPD berbasis STEM dengan bantuan platform digital telah memenuhi kriteria baik dan layak digunakan dalam pembelajaran abad ke-21 (Margaretha *et al.*, 2024). Selain itu, integrasi STEM dalam pembelajaran juga dapat membantu siswa dalam memahami konsep serta prinsip teknologi secara lebih mendalam (Rizkika *et al.*, 2022).

Konteks perkembangan teknologi pendidikan, pemanfaatan platform digital seperti Liveworksheet menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam pengembangan E-LKPD. Platform ini memungkinkan pembuatan lembar kerja interaktif yang dapat diakses secara daring dengan berbagai fitur, seperti soal interaktif, umpan balik otomatis, serta integrasi multimedia. Dengan demikian, penggunaan Liveworksheet dapat memberikan pengalaman

belajar yang lebih menarik dan interaktif, sehingga diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Implementasi E-LKPD berbasis STEM di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) masih relatif terbatas. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini, diketahui bahwa sekolah tempat penelitian belum pernah menerapkan E-LKPD berbasis STEM dalam proses pembelajaran. Pembelajaran yang dilakukan masih didominasi oleh metode konvensional dan penggunaan bahan ajar cetak, sehingga belum mampu mengoptimalkan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan media pembelajaran inovatif yang sesuai dengan karakteristik siswa serta tuntutan kurikulum.

Keterbaruan dalam penelitian ini terletak pada pengembangan E-LKPD berbasis STEM yang diintegrasikan dengan platform Liveworksheet pada materi usaha, energi, dan pesawat sederhana untuk siswa kelas VIII SMP. E-LKPD ini dirancang secara interaktif dengan memuat unsur *Science*, *Technology*, *Engineering*, dan *Mathematics*, sehingga diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Selain itu, penggunaan platform digital dalam pengembangan E-LKPD juga menjadi nilai tambah dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi yang sesuai dengan tuntutan abad ke-21. Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan E-LKPD berbasis STEM dalam pembelajaran IPA yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP, serta dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran inovatif di SMP Negeri 2 Maesan.

Metode

Penelitian dilaksanakan di SMPN 2 Maesan yang berlokasi di Kecamatan Maesan, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri 2 Maesan yang terdaftar pada tahun ajaran aktif. Sampel penelitian diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu kelas VIII B yang terdiri dari 22 peserta didik. Pemilihan sampel ini didasarkan pada pertimbangan bahwa siswa di kelas tersebut belum pernah menggunakan media pembelajaran berupa E-LKPD berbasis STEM dan memiliki kebutuhan untuk penguatan kemampuan berpikir kritis pada materi IPA, sesuai dengan rekomendasi dari guru mata pelajaran setempat.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa E-LKPD berbasis STEM serta menguji tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifannya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. E-LKPD ini dikembangkan menggunakan platform Liveworksheets dengan desain visual yang disusun melalui aplikasi Canva, serta menyajikan fitur interaktif seperti video pembelajaran, kolom jawaban *drag and drop*, dan soal esai digital.

Struktur isinya mengintegrasikan empat aspek STEM secara sistematis, yaitu *Science* melalui pemahaman fenomena pesawat sederhana, *Technology* lewat penggunaan perangkat digital, *Engineering* melalui aktivitas merancang solusi teknis seperti model katrol, dan *Mathematics* untuk kalkulasi keuntungan mekanis serta analisis data. Seluruh elemen tersebut dirancang untuk menstimulasi indikator berpikir kritis siswa dalam kerangka model pengembangan ADDIE. Penelitian pengembangan merupakan jenis penelitian yang berfokus pada pembuatan produk baru atau penyempurnaan produk yang telah ada agar lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran (Fatirul & Walujo, 2022). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

1. Tahap *analysis* (analisis) dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran melalui observasi dan wawancara dengan guru IPA. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi metode konvensional dan belum memanfaatkan media digital interaktif secara optimal, sehingga diperlukan pengembangan E-LKPD berbasis STEM. E-LKPD yang disusun menggunakan materi Usaha, Energi, dan Pesawat sederhana.
2. Tahap *design* (perancangan) meliputi penyusunan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), modul ajar, desain E-LKPD berbasis STEM, serta penyusunan instrumen penelitian berupa lembar validasi, angket respon siswa, lembar keterlaksanaan pembelajaran, dan soal pre-test serta post-test. Instrumen disusun menggunakan skala Likert 1–4 untuk memudahkan proses kuantifikasi penilaian. Pengembangan instrumen penelitian dilakukan secara sistematis melalui tiga tahapan utama untuk menjamin akurasi data. Pertama, instrumen kelayakan menggunakan lembar validasi skala Likert untuk ahli materi, media, dan pengguna guna menilai kualitas konten STEM serta fungsionalitas digital pada *Liveworksheets*. Kedua, instrumen kepraktisan dikembangkan melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan angket respon siswa untuk mengukur kemudahan penggunaan media di kelas. Terakhir, instrumen efektivitas berupa tes uraian (*pre-test* dan *post-test*) disusun berdasarkan indikator yang disusun menurut Facione.
3. Tahap *development* (pengembangan) merupakan proses pembuatan produk sesuai dengan rancangan yang telah disusun. Produk yang dihasilkan kemudian divalidasi oleh tiga validator yang terdiri dari ahli materi, ahli media, dan ahli pembelajaran. Validasi dilakukan untuk menilai aspek isi, bahasa, penyajian, dan kegrafikan. Data hasil validasi dianalisis menggunakan rumus: $V = \frac{TSe}{Tsh} \times 100\%$ dengan V adalah persentase kevalidan, TSe adalah skor total yang diperoleh, dan TSh adalah skor maksimal.
4. Tahap *implementation* (implementasi) dilakukan dengan mengujicobakan E-LKPD berbasis STEM pada siswa kelas VIII B selama tiga kali pertemuan pembelajaran pada materi yang telah disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku. Pada tahap ini, siswa menggunakan E-LKPD dalam proses pembelajaran yang terintegrasi dengan pendekatan STEM. Data yang dikumpulkan meliputi keterlaksanaan pembelajaran oleh tiga observer, respon siswa melalui angket, serta hasil pre-test dan post-test untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah penggunaan produk.
5. Tahap *evaluation* (evaluasi) dilakukan secara formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan selama proses pengembangan melalui validasi ahli, sedangkan evaluasi sumatif dilakukan setelah implementasi untuk menilai kualitas produk secara menyeluruh yang mencakup aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan.

Analisis data dalam penelitian ini meliputi uji kepraktisan dan keefektifan. Uji kepraktisan dianalisis menggunakan rumus: $P = \frac{TSe}{Tsh} \times 100\%$, dengan P adalah persentase kepraktisan. Interpretasi hasil mengacu pada kriteria kepraktisan (Masruhah et al., 2022). Uji keefektifan dianalisis melalui angket respon siswa menggunakan rumus: $P = \frac{f}{N} \times 100\%$ dengan f adalah skor yang diperoleh dan N adalah skor maksimal (Dwiyanti & Zaini, 2023). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dianalisis menggunakan uji N-gain untuk analisis kemampuan berpikir kritis yang diperoleh dari tes dengan rumus $N\text{-gain} < g > = \frac{Spot - Spre}{Smaks - Spre}$, yang mana $<g>$ = skor gain, Spre = rata-rata dari skor pre-test, Spost= rata-rata nilai post-test, dan Smaks = skor. Interpretasi N-gain mengacu pada kategori tinggi, sedang, dan rendah (Masruhah et al., 2022).

Hasil

Produk pengembangan yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu media lembar kerja peserta didik yang berbasis elektronik atau biasa disebut dengan E-LKPD. Media E-LKPD ini diterapkan pada pembelajaran IPA siswa SMP Kelas VIII B dengan topik pembahasan usaha, energi, dan pesawat sederhana untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Media E-LKPD terdapat 3 topik pembelajaran yaitu usaha, energi, dan pesawat sederhana. Desain model pengembangan yang diterapkan yaitu model pengembangan ADDIE, yang mana pada model ini terdiri dari *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan produk pengembangan berupa E-LKPD yang valid, praktis, dan efektif.

Analisis (Analyze)

Berdasarkan pada analisis yang telah dilaksanakan pada tempat penelitian yaitu SMP Negeri 2 Maesan bahwa sekolah tersebut belum menerapkan E-LKPD berbasis STEM dalam proses pembelajaran. Dalam pembelajaran yang berlangsung guru hanya memberikan pembelajaran dengan menggunakan media buku berupa cetak. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru IPA di SMP Negeri 2 Maesan, diketahui bahwa kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII masih tergolong rendah hingga sedang. Rendahnya kemampuan ini disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya penggunaan bahan ajar yang masih terbatas pada media cetak, serta jarang digunakannya instrumen soal yang memuat aspek berpikir kritis. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan media pembelajaran seperti E-LKPD berbasis STEM untuk melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa secara lebih optimal. SMP Negeri 2 Maesan telah menerapkan Kurikulum Merdeka. Namun, dalam proses pembelajaran IPA, guru masih dominan menggunakan metode konvensional seperti ceramah, diskusi, dan tanya jawab. Terkait media dan bahan ajar, sekolah tersebut belum menerapkan E-LKPD berbasis STEM. Selama ini, sumber belajar yang digunakan terbatas pada buku cetak, materi presentasi (PPT), dan pencarian internet untuk kelas-kelas tertentu saja.

Perencanaan (Design)

Pada tahap perencanaan dilakukan perancangan perangkat pembelajaran yang meliputi ATP, modul ajar, E-LKPD berbasis STEM, soal pre-test dan post-test, serta rubrik penilaian. Berdasarkan hasil analisis wawancara, penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi di SMP Negeri 2 Maesan masih kurang optimal karena guru masih menggunakan bahan ajar cetak, sehingga peneliti mengembangkan E-LKPD pada materi Usaha, Energi, dan Pesawat Sederhana sebagai inovasi untuk mengoptimalkan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran IPA. E-LKPD dirancang dengan struktur yang mencakup cover, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, kegiatan atau penugasan siswa, serta capaian dan tujuan pembelajaran, dengan format PDF yang diunggah ke platform Liveworksheet.

Proses desain dilakukan menggunakan Canva dengan menyiapkan berbagai elemen seperti template, tata letak, warna, ilustrasi, serta penempatan tugas yang kreatif dan inovatif, kemudian hasilnya diintegrasikan ke Liveworksheet agar menjadi media pembelajaran interaktif yang memungkinkan siswa mengisi jawaban, menganalisis data, dan menyelesaikan masalah secara mandiri melalui fitur seperti textbox. Selain itu, disusun pula ATP untuk memetakan capaian pembelajaran secara sistematis dan modul ajar sebagai panduan operasional guru dalam mengimplementasikan E-LKPD dengan sintaks pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan kemampuan berpikir kritis, serta dirancang instrumen penelitian berupa lembar validasi E-LKPD, modul ajar, pre-test dan post-test, angket siswa, serta soal pre-test dan post-test yang dilengkapi dengan rubrik penilaian.

Pengembangan (Develop)

Tahap ketiga yaitu Pengembangan (Develop) dengan menghasilkan draft E-LKPD yang telah diunggah pada website Liveworksheet, serta melakukan validasi dan revisi. Validasi dilakukan oleh 3 validator yaitu Guru SMP Negeri 2 Maesan. Proses validasi dilakukan dengan menyerahkan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), Modul ajar, LKPD, Soal Pre-test dan Post-test yang disertai lembar validasi kepada masing-masing validator. Tujuan utama validasi ini adalah untuk menjamin bahwa instrumen dan produk yang dihasilkan memenuhi standar kelayakan, baik dari segi materi maupun struktur teknisnya. Penilaian dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata pada setiap indikator untuk menentukan tingkat validitas produk tersebut. Melalui proses ini, saran-saran perbaikan dari validator sangat diutamakan sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan produk agar benar-benar siap dan layak digunakan sebagai media pembelajaran di kelas.

Hasil dari pengembangan ini yaitu media pembelajaran berupa E-LKPD berbasis STEM pada materi usaha, energi, dan pesawat sederhana yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sehingga layak digunakan dalam pembelajaran serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP.

Tabel 1. Hasil Validasi E-LKPD berbasis STEM

Komponen	Rata-Rata	Presentase (%)	Keterangan
Kegrafikan	3,92	97,92	Sangat Valid
Bahasa	4	100	Sangat Valid
Isi	4	100	Sangat Valid
Rata-Rata	3,97	99,31	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 5, hasil validasi E-LKPD berbasis STEM diperoleh rata-rata 99,31% dengan kategori sangat valid. Pada komponen kegrafikan memperoleh presentase 97,92% dengan kategori sangat valid, komponen bahasa pada presentase 100% dengan kategori sangat valid, dan komponen bahasa pada presentase 100% dengan kategori sangat valid.

Implementasi (Implement)

Tahap implementasi yang merupakan tahapan penerapan ataupun melakukan uji coba produk hasil pengembangan yang dalam pembelajaran yaitu media pembelajaran IPA berupa E-LKPD berbasis STEM beserta instrumen pembelajaran yang telah dikatakan valid sebelumnya. Implementasi produk E-LKPD berbasis STEM yaitu di Sekolah SMP Negeri 2 Maesan dengan siswa kelas VIII B yang berjumlah 22 peserta didik. Sesuai dengan judul E-LKPD yang dikembangkan yaitu E-LKPD dengan materi usaha, energi, dan pesawat sederhana, yang mana materi ini diajarkan pada semester ganjil di bab 3. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD dilakukan secara tatap muka sebanyak 3 kali pertemuan.

Terdapat 3 observer yang melakukan observasi terhadap peneliti dan peserta didik pada saat melakukan uji coba produk dalam pembelajaran. Observer diberi lembar keterlaksanaan pembelajaran untuk melakukan pengamatan dan penilaian saat pembelajaran berlangsung dengan menggunakan E-LKPD sesuai dengan langkah pembelajaran dalam modul ajar yang disusun dan mengamati aktivitas peserta didik selama pembelajaran berlangsung. Siswa juga diberi angket respon pada pertemuan terakhir untuk memberikan penilaiannya terhadap E-LKPD berbasis STEM selama penerapannya dalam pembelajaran. Hasil yang diperoleh yaitu lembar keterlaksanaan pembelajaran untuk menilai kepraktisan E-LKPD yang dikembangkan dan lembar angket untuk menilai keefektifan E-LKPD yang dikembangkan. Tabel 6 merupakan Hasil pengukuran kepraktisan penggunaan media ajar E-LKPD berbasis STEM

Tabel 2. Hasil Uji Kepraktisan Media Ajar E-LKPD berbasis STEM

Kegiatan Penilaian	Observer			Presentase (%)	Kategori
	1	2	3		
Siswa mengerjakan bagian Science	87,50	95,83	95,83	93,65	Sangat Praktis
Siswa mengerjakan bagian Technology	92,86	92,86	100	95,24	Sangat Praktis
Siswa mengerjakan bagian Engineering	91,67	91,67	100	94,45	Sangat Praktis
Siswa mengerjakan bagian Mathematics	100	100	91,67	97,22	Sangat Praktis
Rata-rata (%)	93,01	95,09	96,88	94,99	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil penilaian, seluruh aspek kegiatan pembelajaran memperoleh persentase sangat tinggi dengan kategori “sangat praktis”. Rata-rata penilaian dari ketiga observer menunjukkan nilai 94,99%, yang menandakan bahwa E-LKPD berbasis STEM mudah digunakan dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, media yang dikembangkan dinilai sangat praktis dan efektif untuk mendukung aktivitas belajar siswa pada setiap aspek (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*).

Selama pelaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis STEM, terdapat beberapa kendala yang dihadapi. Salah satunya adalah keterbatasan penggunaan smartphone di kelas reguler yang diberlakukan oleh pihak sekolah. Untuk mengatasi hal tersebut, peneliti melakukan perizinan dan berkonsultasi dengan pihak sekolah agar perangkat dapat digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, suasana kelas yang kurang kondusif juga menjadi kendala. Oleh karena itu, dilakukan briefing sebelum pembelajaran agar siswa lebih tertib dan fokus dalam mengikuti kegiatan.

Evaluasi (Evaluate)

Tahap evaluasi (*Evaluate*) ditujukan untuk mengetahui keefektifannya. Keefektifan E-LKPD berbasis STEM dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP pada kelas VIII B diperoleh dengan cara membagikan soal pre-test dan post-test yang terdiri dari 12 soal uraian yang telah disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir kritis. Soal pre-test diberikan dan dikerjakan sebelum melaksanakan pembelajaran dengan E-LKPD berbasis STEM atau pada pertemuan pertama sebelum memasuki materi pembelajaran, sedangkan soal post-test diberikan dan dikerjakan setelah melaksanakan pembelajaran dengan E-LKPD berbasis STEM. Hasil dari pengerjaan peserta didik atau jawaban soal pre-test dan post-test dari peserta didik dinilai sesuai dengan rubrik penilaian yang telah disusun, yang kemudian dianalisis hasilnya untuk mengetahui keefektifan E-LKPD berbasis STEM. Keefektifan E-LKPD berbasis STEM dapat diketahui melalui nilai *N-gain*.

Hasil analisis efektifitas pembelajaran menggunakan media E-LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP dapat dilihat pada hasil tes dan respon siswa. Tes yang digunakan yaitu berupa pre-test dan post-test, yang mana hasil dari tes tersebut dianalisis dan menunjukkan adanya perbedaan. Nilai tes kemampuan berpikir kritis diketahui dengan rumus *N-gain*. Hasil tersebut bisa dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 1. Efektivitas Kemampuan Berpikir Kritis

Nilai	Rata-Rata	Xmin	Xmax	N-gain	Kriteria
Pre-test	31,91	19,32	43,18	0,8	Tinggi
Post-test	86,37	81,82	87,50		

Tabel 7 menunjukkan nilai rata-rata pre-test dan post-test mengalami kenaikan. Soal pre-test dan post-test kemampuan berpikir kritis yang dilakukan oleh 22 siswa di kelas VIII B mengalami kenaikan dari nilai pre-test sebesar 31,91 menjadi nilai post-test sebesar 86,37. Hal ini menyimpulkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah menggunakan E-LKPD

berbasis STEM dalam pembelajaran. Nilai *N-gain* siswa kelas VIII B ditunjukkan dengan tabel 4.7 senilai 0,8 dengan kategori tinggi. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis. Setelah dihitung pre-test dan post-test pada masing-masing indikator berpikir kritis. Perhitungan yang dilakukan dengan rumus *N-gain* bisa diamati dalam tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Ketercapaian Setiap Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

No	Indikator	Nilai tes		N-gain	Keterangan
		Pre-test	Post-test		
1	Interpretasi	40,34	87,50	0,79	Tinggi
2	Analisis	43,18	87,50	0,78	Tinggi
3	Inferensi	33,52	88,64	0,83	Tinggi
4	Analisis	27,27	88,64	0,84	Tinggi
5	Eksplanasi	27,84	84,09	0,78	Tinggi
6	Regulasi Diri	19,32	81,82	0,77	Tinggi

Berdasarkan Berdasarkan tabel 8 diperoleh nilai *N-gain* dalam setiap indikator kemampuan berpikir kritis. Nilai *N-gain* tertinggi pada indikator Analisis dengan nilai *N-gain* sebesar 0,84 yang tergolong tinggi. Indikator interpretasi meningkat dari 40,34 menjadi 87,50 dengan N-gain 0,79, analisis dari 43,18 menjadi 87,50 dengan N-gain 0,78, dan inferensi dari 33,52 menjadi 88,64 dengan N-gain 0,83. Selanjutnya, indikator analisis lainnya meningkat dari 27,27 menjadi 88,64 dengan N-gain 0,84, serta eksplanasi dari 27,84 menjadi 84,09 dengan N-gain 0,78. Selain itu, kemampuan regulasi diri juga mengalami peningkatan dari 19,32 menjadi 81,82 dengan N-gain 0,77. Hasil efektivitas terhadap penggunaan E-LKPD berbasis STEM juga dilihat atau ditinjau dari respon siswa. Analisis respon siswa digunakan untuk mengukur tanggapan siswa setelah menggunakan media ajar E-LKPD berbasis STEM. Hasil analisis respon siswa dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4. Hasil angket respon siswa

Aspek	Rata-Rata	Presentase (%)	Kriteria
Ketertarikan	3,94	99	Sangat baik
Materi	3,93	98,30	Sangat baik
Bahasa	4	100	Sangat Baik
Rata-rata	3,96	98,96	Sangat baik

Berdasarkan tabel 9 diatas hasil angket respon dari 22 siswa menunjukkan bahwa penggunaan E-LKP berbasis STEM dalam pembelajaran memperoleh nilai sebesar 98,96% dengan kriteria sangat baik.

Pembahasan

E-LKPD pada materi usaha, energi, dan pesawat sederhana merupakan produk yang dikembangkan dalam penelitian ini dan telah divalidasi oleh tiga validator, yaitu guru IPA di SMP Negeri 2 Maesan. Penilaian mencakup aspek kegrafikan, bahasa, dan isi dengan rata-rata hasil validasi sebesar 99,31% yang termasuk kriteria sangat valid, sesuai dengan standar kevalidan yang menyatakan bahwa produk dinyatakan layak jika memperoleh nilai 80%–100%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai validasi, maka semakin baik kualitas perangkat pembelajaran dalam mendukung proses pembelajaran (Ratri et al., 2024); Izzah et al., 2025).

Syarat konstruk meliputi bahasa, efektivitas kalimat, dan keterbacaan, sedangkan aspek kegrafikan mencakup tampilan visual dan penyajian bahan ajar. Berdasarkan Tabel 4.4, aspek kegrafikan memperoleh rata-rata 3,92 (97,92%), sedangkan aspek bahasa dan isi masing-masing 4 (100%). Rata-rata keseluruhan mencapai 99,31% dengan kategori “sangat valid”,

sehingga E-LKPD dinyatakan sangat layak digunakan. Hal ini sejalan dengan Uki & Bire (2021) yang menyatakan bahwa persentase 80%–100% termasuk kategori sangat valid.

Kepraktisan merupakan proses pengembangan produk untuk menguji kemudahan penggunaan dalam pembelajaran (Maharani *et al.*, 2026). Berdasarkan Tabel hasil kepraktisan, E-LKPD berbasis STEM menunjukkan kepraktisan sangat tinggi pada aspek Science (93,65%), Technology (95,24%), Engineering (94,45%), dan Mathematics (97,22%) dengan kategori “sangat praktis”. Rata-rata sebesar 94,99% menunjukkan bahwa E-LKPD mudah digunakan, sistematis, dan mendukung siswa dalam mengikuti pembelajaran. Nilai kepraktisan yang tinggi menunjukkan bahwa petunjuk, tampilan, dan langkah-langkah dalam E-LKPD sudah dibuat dengan jelas sehingga mudah dipahami oleh siswa. Hasil penilaian dari tiga observer yang cenderung konsisten juga memperkuat bahwa media ini mudah digunakan. Dengan demikian, E-LKPD dapat diterapkan secara efektif dalam berbagai kondisi pembelajaran.

Media yang praktis ditandai dengan kemudahan penggunaan, kejelasan petunjuk, tampilan menarik, serta efisiensi waktu dan biaya. Bahan ajar yang praktis juga membantu siswa memahami materi lebih cepat tanpa penjelasan berulang, sehingga kepraktisan menjadi indikator penting kualitas media pembelajaran (Wahyudi & Hisbullah, 2024). Hasil keterlaksanaan pembelajaran menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis STEM termasuk kategori sangat praktis. Hal ini karena E-LKPD memberikan kemudahan bagi siswa dan dapat digunakan dengan baik dari awal hingga akhir pembelajaran. Keefektifan E-LKPD berbasis STEM dilihat dari hasil pre-test dan post-test serta angket respon siswa. Pada Tabel hasil N-gain terjadi peningkatan nilai rata-rata dari 31,91 menjadi 86,37 dengan N-gain sebesar 0,8 yang termasuk kategori tinggi.

Hal ini menunjukkan bahwa E-LKPD sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa uji N-gain digunakan untuk mengetahui adanya peningkatan kemampuan tersebut. Efektivitas produk juga terlihat dari angket respon siswa mendapat hasil dari 22 siswa menunjukkan rata-rata 3,05 dengan persentase 98,75% yang termasuk kriteria Sangat Baik (Rahmawati *et al.*, 2025). Hal ini menunjukkan siswa memberikan respon sangat positif terhadap kemudahan, kemenarikan, dan manfaat E-LKPD. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa persentase 81%–100% berada pada kategori sangat baik (Arisha & Surya, 2024).

Efektivitas produk pengembangan dalam meningkatkan pemahaman konsep terlihat dari adanya peningkatan signifikan antara nilai rata-rata pre-test dan post-test. Kenaikan ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar mampu memberikan pemahaman baru sekaligus memperkuat penguasaan materi siswa. Selain itu, hasil tersebut juga menegaskan bahwa pembelajaran menjadi lebih terarah dan bermakna setelah penggunaan produk (Elisya *et al.*, 2023). Penelitian yang menyatakan penggunaan LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini disebabkan karena pembelajaran yang mengaitkan permasalahan dengan konteks kehidupan sehari-hari serta memanfaatkan teknologi mampu mendorong siswa untuk berpikir lebih mendalam dan analitis (Huda *et al.*, 2025).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, E-LKPD berbasis STEM pada materi usaha, energi, dan pesawat sederhana dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran IPA di SMP. Tingkat kevalidan produk mencapai 99,31% dengan kategori sangat valid, yang menunjukkan bahwa isi, desain, bahasa, dan penyajian E-LKPD telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran serta layak diterapkan dalam proses belajar mengajar. Selain itu, tingkat kepraktisan memperoleh rata-rata sebesar 94,99% dengan kategori

sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD mudah digunakan oleh guru maupun siswa, baik dari segi tampilan, petunjuk penggunaan, maupun langkah-langkah kegiatan pembelajaran yang sistematis dan interaktif. Keefektifan E-LKPD berbasis STEM ditunjukkan melalui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa yang memperoleh nilai N-gain sebesar 0,8 dengan kategori tinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan E-LKPD mampu membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam, melatih keterampilan menganalisis permasalahan, serta mendorong siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu, respon siswa terhadap penggunaan E-LKPD memperoleh persentase sebesar 98,96% dengan kategori sangat positif. Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa merasa tertarik, termotivasi, dan lebih antusias dalam mengikuti pembelajaran IPA berbasis STEM. Dengan demikian, E-LKPD berbasis STEM dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar inovatif yang mendukung pembelajaran aktif, kreatif, dan bermakna serta berkontribusi meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan E-LKPD berbasis STEM dapat membantu guru menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual dan berpusat pada siswa. Penggunaan bahan ajar digital juga mendukung integrasi teknologi dalam pembelajaran abad ke-21. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu jumlah sampel yang terbatas pada satu kelas dan penerapan yang hanya dilakukan pada satu materi pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan E-LKPD pada materi IPA lainnya dengan jumlah subjek yang lebih luas, melibatkan jenjang pendidikan yang berbeda, serta menguji efektivitas penggunaan E-LKPD dalam jangka waktu yang lebih panjang agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Arimbawa, G. P. A., Ariawan, I. P. W., & Parwati, N. N. (2024). Pengembangan Virtual Lab Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Kelas VIII Pada Mata Pelajaran Matematika. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 7(1), 046–057. <https://doi.org/10.17977/um038v7i12024p046>
- Arisha, D., & Surya, E. (2024). Pengembangan LKPD berbasis pendekatan STEM (Science, Teknologi, Engineering, and Mathematics) untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(1), 345–352. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i1.24172>
- Elisya, R. N., Wahyuni, S., & Ahmad, N. (2023). Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Flipbook untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Siswa SMP / MTs. *Jurnal Sainsmat*, 9(1), 62–72. <https://doi.org/10.35580/sainsmat121440992023>
- Fardinelly, S., Slamet, A., Susanti, R., & Raharjo, M. (2024). E-Worksheet for Students Using Liveworksheet for Digestive System Material. *Jurnal Edutech Undiskha*, 12(1), 121–130. <https://doi.org/10.23887/jeu.v12i1.73022>
- Fatirul, A. N., & Walujo, D. A. (2022). *Metode Penelitian Pengembangan Bidang Pembelajaran (edisi khusus mahasiswa pendidikan dan pendidik)*. Pascal Books.
- Huda, D. N., Putra, P. D. A., & Rusdianto. (2025). Pengembangan LKPD dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA SMP. *Jurnal PEndidikan MIPA*, 15(3), 905–912. <https://doi.org/10.29100/v7i3.6971>

- Izzah, N., Wahyuni, S., & Putra, P. D. A. (2025). Pengembangan E-Modul Berbasis Kearifan Lokal Puger. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 7(3), 1388–1396. <https://doi.org/10.29100/v7i3.6971>
- Kembaren, D. P. E. B., & Rusilowati, A. (2025). Hubungan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Pelajaran IPAS Siswa SD. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(02), 283–292. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i02.27490>
- Khasani, R., Ridho, S., & Subali, B. (2019). Jurnal Penelitian Pendidikan IPA Identifikasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Materi Hukum. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 5(2), 165–169. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v5i2.192>
- Maharani, K. C., Erlina, N., & Putra, B. K. B. (2026). Pengembangan e-Module Flipbook Bermuatan Karakter Toleransi pada Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 16(2), 286–295. <https://doi.org/10.37630/jpm.v16i2.4155>
- Margaretha, L., Pasaribu, F. T., & Ramalisa, Y. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM berbantuan Video Animasi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(1), 90–98. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1475>
- Masruah, G. D., Rusdianto, & Wahyuni, S. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(1), 169–177. <https://doi.org/10.30998/sap.v7i1.12935>
- Nirwana, N. I., & Andriani, A. (2024). Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbantuan Liveworksheets untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(3), 1210–1225. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i3.2137>
- Rahmawati, H. K., Kurino, Y. D., & Haryanti, Y. D. (2025). Efektivitas Model Problem Based Learning Berbantuan Media IPUN (IPAS Is Fun) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(3), 230–247. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i03.32112>
- Ratri, A. Y., Putra, P. D. A., Rusdianto, R., & Nuha, U. (2024). Pengembangan Modul Berbasis Engineering Design Process (EDP) dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMP Pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 7(2), 105–111. <https://doi.org/10.24246/juses.v7i2p105-111>
- Rizkika, M., Putra, P. D. A., & Ahmad, N. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM pada Materi Tekanan Zat untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Maulidiya. *Pancasakti Science Education Journal*, 7(1), 41–48. <https://doi.org/10.4905/psej.v7i1.142>
- Sari, P. P., Handoyo, E., Widiarti, N., & Yuwono, A. (2025). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SD Melalui Pengembangan MEdia Pembelajaran Interaktif Menggunakan Model Project Based Learning (PJBL) Tinjauan Tahun 2020-2025. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(02), 333–346. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i02.24324>
- Uki, N. M., & Bire, M. O. H. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan Berbasis PBL terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JURNAL BASICEDU*, 5(6), 5885–5891. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1730>
- Wahyudi, N., & Hisbullah. (2024). Kepraktisan LKPD pada Materi Pencernaan Manusia Berbasis Pembelajaran Interaktif Guru dan Siswa. *JMSER*, 1(1), 23–36. <https://ssed.or.id/journal/jomser/article/view/72>