

PENGEMBANGAN DESAIN PEMBELAJARAN STEAM UNTUK MEMFASILITASI BERPIKIR KRITIS SISWA: PENDEKATAN INOVATIF PENDIDIKAN ABAD 21

Nova Kurniawati¹, Rahmad Bustanul Anwar^{2*}, Dwi Rahmawati³

^{1,2,3}Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Metro, Indonesia

*Corresponding author: rahmadba@ummmetro.ac.id

Received 24 November 2025; Revised 09 June 2026; Accepted 25 June 2026

Abstrak

Penelitian ini berangkat dari kebutuhan pendidikan abad ke-21 yang menempatkan kemampuan berpikir kritis sebagai kompetensi penting bagi siswa dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang kompleks. Akan tetapi, pembelajaran matematika di sekolah masih banyak menggunakan pendekatan konvensional yang berorientasi pada guru, kurang dikaitkan dengan konteks nyata, serta belum sepenuhnya mendorong keterlibatan siswa dalam kegiatan menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan desain pembelajaran yang berfokus pada penguatan kemampuan berpikir kritis agar siswa mampu menyeleksi informasi, menyelesaikan masalah, dan menghadapi tantangan kehidupan secara adaptif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan desain pembelajaran STEAM yang dirancang untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model Borg & Gall yang dimodifikasi menjadi enam tahap, yaitu potensi, masalah dan pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, dan revisi produk. Subjek penelitian adalah 32 siswa kelas VIII SMP Negeri Sekampung. Instrumen yang digunakan meliputi angket validitas dan kepraktisan, lembar observasi, serta tes kemampuan berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan tergolong sangat valid dengan persentase 83%, sangat praktis dengan persentase 86%, serta efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan nilai N-Gain sebesar 0,42 pada kategori sedang.

Kata kunci: Berpikir Kritis; Pengembangan; Pendidikan Inovatif; STEAM

Abstract

This research departs from the needs of 21st-century education, which places critical thinking skills as an important competency for students in solving various complex problems. However, mathematics education in schools still largely uses a conventional teacher-centered approach, is less connected to real-life contexts, and does not fully encourage student involvement in activities such as analyzing, evaluating, and solving problems. Therefore, it is necessary to develop a learning design that focuses on strengthening critical thinking skills so that students can select information, solve problems, and face life's challenges adaptively. This research aims to develop a STEAM learning design that is designed to facilitate students' critical thinking skills. The research method used is Research and Development (R&D) with the Borg & Gall model modified into six stages, namely potential, problems and data collection, product design, design validation, design revision, product testing, and product revision. The research subjects were 32 eighth-grade students from SMP Negeri Sekampung. The instruments used include validity and practicality questionnaires, observation sheets, and critical thinking ability tests. The research results show that the developed product is classified as very valid with a percentage of 83%, very practical with a percentage of 86%, and effective in improving students' critical thinking skills with an N-Gain value of 0.42 in the moderate category.

Keywords: Critical Thinking; Development; Innovative Education; STEAM



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

PENDAHULUAN

Pendidikan abad 21 menuntut transformasi fundamental dalam paradigma pembelajaran yang tidak lagi fokus pada transfer informasi melainkan pengembangan kompetensi esensial yang dibutuhkan siswa untuk menghadapi tantangan global yang kompleks. Hal ini menuntut sumber daya manusia Indonesia untuk lebih kompetitif agar mampu bersaing secara global. Berpikir kritis adalah kemampuan kognitif yang sangat baik yang melibatkan menganalisis, mengevaluasi, mensintesis, dan menggunakan berbagai informasi untuk membuat keputusan yang logis, rasional, dan berdasarkan pertimbangan (Widyastika et al., 2025).

Kenyataannya, pendidikan konvensional sering kali gagal mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara optimal karena masih didominasi oleh pembelajaran pasif yang berorientasi pada hafalan dan pengulangan informasi. Siswa cenderung menjadi penerima informasi yang pasif daripada pembelajar aktif yang mampu mengkonstruksi pengetahuan secara mandiri. Kondisi ini semakin memprihatinkan mengingat kompleksitas masalah modern yang menuntut solusi kreatif dan inovatif yang hanya dapat dihasilkan melalui proses berpikir kritis yang matang. Sebagai akademisi, kita merespon keterbaruan ini karena sangat berdampak pada semua aspek pendidikan (Ahmadi & Ibda, 2019). Pendidikan adalah pendekatan strategis untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia karena melalui proses pembelajaran, individu dapat memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan kesempatan untuk memaksimalkan potensi mereka. Pembelajaran yang dirancang secara sistematis dan berlandaskan kebijakan pendidikan nasional berperan penting dalam membekali

peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dibutuhkan untuk menjalani kehidupan secara optimal (Syafitri et al., 2021).

Proses pembelajaran yang terjadi masih banyak ditemukan pembelajaran didominasi guru, masih terbatas dan rendahnya kualitas sumber belajar, cara mengajar guru yang kurang menarik siswa untuk terus belajar, serta pembelajaran masih belum kontekstual atau dikaitkan kehidupan nyata. Hasil penelitian (Rahmayani et al., 2022) juga menemukan siswa sering menunjukkan tingkat kejenuhan yang tinggi, kurang fokus dalam mengikuti pembelajaran, serta belum berpartisipasi secara aktif. Rendahnya keaktifan tersebut tampak dari minimnya siswa yang terlibat pada diskusi, bertanya, dan menyampaikan pendapat. Kondisi ini mencerminkan pembelajaran masih berorientasi pada guru, sehingga siswa cenderung menerima informasi secara langsung tanpa terlibat dalam proses analisis, refleksi kritis, dan evaluasi terhadap materi yang dipelajari. (Arif et al., 2020). Kemampuan berpikir kritis siswa masih perlu dikembangkan secara lebih optimal, mengingat keterampilan ini menjadi salah satu aspek penting dalam proses pemecahan masalah. Melalui kemampuan berpikir kritis, siswa dapat mengkaji informasi, mengevaluasi berbagai kemungkinan, serta merumuskan kesimpulan yang tepat berdasarkan pertimbangan yang rasional. Mengembangkan suatu model pembelajaran yang menekankan berpikir kritis, kita membantu mempersiapkan generasi yang mampu menyaring informasi, memecahkan masalah, dan menghadapi tantangan kompleks di berbagai bidang kehidupan.

Dalam merespons tantangan tersebut, STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

dipandang sebagai kerangka pembelajaran inovatif yang berpotensi menghubungkan berbagai bidang ilmu melalui aktivitas belajar yang kontekstual, autentik, dan bermakna (Almarwah et al., 2025). Pembelajaran STEAM bukan sekedar menggabungkan berbagai bidang, tetapi juga memfasilitasi siswa untuk dapat terlibat dalam proses inquiry-based learning yang secara alami mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui eksplorasi, eksperimentasi, dan problem-solving.

Pembelajaran STEAM menjadi salah satu desain pembelajaran yang potensial untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui integrasi *science, technology, engineering, arts, dan mathematics*. Sejumlah penelitian mengungkapkan bahwa STEAM mampu mendukung peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, serta kemampuan pemecahan masalah sebagai kompetensi penting pada abad ke-21 (Darmadi et al., 2022). Siswa tidak hanya memperoleh pemahaman tentang konsep sains dan matematika, tetapi pengalaman belajar berbasis proyek dan eksperimen membantu mereka belajar berpikir kritis. Ini sejalan (Putri et al., 2023), STEAM menjadi desain pembelajaran yang relevan untuk mengatasi rendahnya berpikir kritis dan kreatif siswa. Melalui integrasi berbagai disiplin ilmu, pendekatan ini mendukung implementasi Kurikulum Merdeka sekaligus memfasilitasi pengembangan kompetensi yang dibutuhkan pada abad ke-21. (Atiaturrahmaniah et al., 2022).

Tuntutan pembelajaran abad ke-21 di era digital memerlukan desain pembelajaran yang inovatif, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan kompetensi siswa. Namun, desain pembelajaran yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut masih

terbatas, sehingga pengembangan desain pembelajaran berbasis STEAM menjadi penting untuk dilakukan. Desain pembelajaran dapat dituangkan dalam modul ajar. Dalam Kurikulum Merdeka, modul ajar berperan sebagai perangkat pembelajaran yang memuat tujuan, aktivitas, media, dan asesmen, yang disusun secara sistematis berdasarkan alur tujuan pembelajaran. Modul ajar memberikan panduan sistematis bagi guru dan membantu siswa mendapatkan pengalaman belajar yang lebih terarah dan terstruktur. Ini membuat modul ajar menjadi komponen penting dalam mendukung keberhasilan pembelajaran. Tanpa perencanaan yang tertuang dalam modul ajar yang memadai, proses pembelajaran berpotensi berlangsung kurang efektif dan tidak sistematis. Oleh karena itu, penyusunan modul ajar perlu memperhatikan komponen utama, seperti tujuan pembelajaran, asesmen pencapaian pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, aktivitas pembelajaran, serta refleksi guru dan siswa sebagai landasan untuk menciptakan pembelajaran yang efektif, terarah, dan sistematis. (Maulida, 2022). Pengembangan modul ajar bertujuan menghasilkan perangkat pembelajaran yang mampu membantu guru melaksanakan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan peserta didik, terutama dalam penguatan kompetensi esensial abad ke-21. Modul ajar berbasis STEAM adalah perangkat pembelajaran yang dirancang dengan memadukan komponen sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara terpadu dalam proses pembelajaran.

Kajian penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan STEAM telah berkembang dari sekadar integrasi antardisiplin menjadi strategi pembelajaran yang berorientasi pada

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

peningkatan keterampilan abad ke-21. Pada tahap awal, penelitian lebih banyak berfokus pada pengembangan media dan bahan ajar berbasis STEAM. Penelitian Wirawan et al., (2022) menunjukkan bahwa bahan ajar interaktif berbasis STEAM sangat bagus untuk digunakan karena dapat meningkatkan minat siswa dalam pelajaran, meningkatkan pemahaman mereka tentang topik, dan mendorong mereka untuk berpartisipasi dalam pembelajaran. Sejalan dengan itu, Agustina dan Desyandri (2022) mengembangkan materi pembelajaran multimedia interaktif berbasis STEAM yang dinyatakan valid dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pengembangan perangkat berbasis STEAM telah banyak diarahkan pada aspek kelayakan, kepraktisan, dan daya tarik media pembelajaran.

Temuan penelitian terbaru menunjukkan bahwa STEAM tidak lagi terbatas pada pengembangan bahan ajar, tetapi telah berkembang sebagai pendekatan pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir kritis dan pemecahan masalah. Sari & Sutihat (2022) menyatakan bahwa modul elektronik berbasis STEAM yang memuat animasi, proyek pembelajaran, dan uraian setiap komponen STEAM berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sekaligus mendukung kemandirian belajar siswa. Najamuddin et al. (2022) juga menemukan bahwa pembelajaran STEAM mampu mendorong rasa ingin tahu, pengalaman belajar, pemecahan masalah, serta kemampuan anak dalam mengeksplorasi, mengamati, menemukan, dan menyelidiki lingkungan sekitar. Selain itu, Chang et al. (2023) menunjukkan bahwa temuan penelitian

menunjukkan bahwa penerapan STEM-PBL meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Kurniawati et al. (2024) memperkuat temuan tersebut bahwa STEAM dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, dan memahami konsep matematika, serta menurunkan persepsi negatif terhadap matematika. Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa STEAM efektif, tetapi sebagian besar masih berfokus pada pembuatan media, bahan ajar interaktif, e-modul, atau penerapan STEAM secara keseluruhan. Meskipun pendekatan STEAM telah banyak diterapkan dalam berbagai penelitian, masih terdapat kesenjangan terkait pengembangan desain pembelajaran yang secara eksplisit mengintegrasikan komponen *science*, *technology*, *engineering*, *arts*, dan *mathematics* dengan indikator kemampuan berpikir kritis. Akibatnya, mekanisme bagaimana setiap komponen STEAM berkontribusi terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran matematika SMP belum menjelaskan secara komprehensif. Beberapa penelitian lebih menekankan hasil kelayakan dan kepraktisan produk, tetapi belum secara khusus menunjukkan bagaimana tahapan pembelajaran dirancang untuk memfasilitasi proses analisis, evaluasi, eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah sebagai inti berpikir kritis.

Berdasarkan uraian tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian berupa belum tersedianya desain pembelajaran STEAM yang secara khusus mengintegrasikan setiap komponen STEAM dengan aktivitas yang dirancang untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini tidak hanya mengembangkan modul ajar berbasis STEAM, tetapi juga mengembangkan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

desain pembelajaran yang secara eksplisit menghubungkan komponen *science, technology, engineering, arts*, dan *mathematics* dengan aktivitas eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah sebagai elemen berpikir kritis siswa. Penelitian ini memandang STEAM sebagai kerangka pembelajaran interdisipliner yang dipadukan dengan aktivitas pengembangan kemampuan berpikir kritis, sehingga dapat menjadi alternatif desain pembelajaran matematika yang kontekstual, sistematis, dan selaras dengan tuntutan kompetensi abad ke-21.

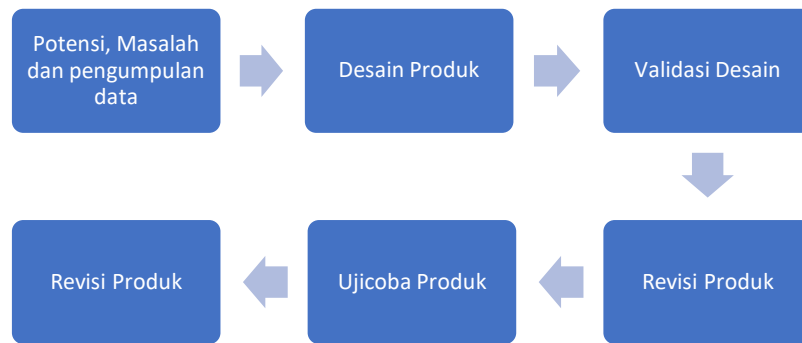
Kebaruan penelitian yang dilaksanakan terletak pada pengembangan desain pembelajaran STEAM yang bukan hanya berfungsi untuk perangkat pembelajaran, namun juga sebagai kerangka pembelajaran secara sistematis mengintegrasikan komponen STEAM dengan proses berpikir kritis siswa pada setiap tahapan pembelajaran. Jika penelitian sebelumnya lebih berfokus pada pengembangan media atau pengujian efektivitas pendekatan STEAM secara umum, maka penelitian ini menawarkan desain pembelajaran yang secara konseptual memetakan keterkaitan antara elemen STEAM dan indikator berpikir kritis sehingga dapat menjadi acuan bagi guru dalam mendesain pembelajaran matematika kontekstual, interdisipliner, yang berorientasi pada keterampilan abad ke-21.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development) dengan model Borg & Gall. dimodifikasi menjadi enam tahapan. Sugiyono (2019) menyatakan bahwa Model Borg

& Gall bersifat fleksibel sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan, tujuan penelitian, cakupan studi, ketersediaan waktu, biaya, serta sumber daya yang tersedia. Dalam penelitian ini, tahapan model Borg & Gall disederhanakan menjadi enam langkah, yaitu: (1) identifikasi potensi, masalah, dan pengumpulan data; (2) perancangan produk; (3) validasi desain; (4) revisi desain; (5) uji coba produk; dan (6) revisi produk. Modifikasi tersebut dilakukan karena penelitian ini berfokus pada pengembangan dan pengujian desain pembelajaran STEAM hingga tahap validitas, kepraktisan, dan efektivitas melalui uji coba terbatas, sehingga belum diarahkan pada tahap diseminasi dan implementasi dalam skala luas. Oleh karena itu, tahapan uji coba lapangan skala besar, revisi operasional lanjutan, serta diseminasi produk tidak dilakukan.

Selain itu, penggabungan beberapa tahapan dilakukan karena memiliki karakteristik kegiatan yang serupa. Tahap penelitian dan pengumpulan informasi diintegrasikan dengan tahap identifikasi potensi dan masalah, sedangkan beberapa tahapan revisi dalam model asli disederhanakan menjadi dua tahap utama, yaitu revisi desain dan revisi produk akhir. Meskipun dilakukan penyederhanaan tahapan, esensi penelitian dan pengembangan tetap dipertahankan, yaitu menghasilkan produk yang telah melalui proses validasi oleh ahli, revisi berdasarkan masukan, serta uji coba lapangan sehingga memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran. Adapun alur seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pengembangan

Tahap potensi, masalah, dan pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, analisis rapor pendidikan, observasi pembelajaran, serta wawancara dengan guru matematika dan anggota MGMP Matematika SMP Kabupaten Lampung Timur untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan desain pembelajaran. Tahap desain produk dilaksanakan dengan menyusun modul ajar berbasis STEAM yang mengintegrasikan komponen *science*, *technology*, *engineering*, *arts*, dan *mathematics* secara sistematis dengan indikator kemampuan berpikir kritis. Tahap validasi desain yaitu menilai rancangan produk melalui penilaian ahli/pakar untuk menemukan kelemahan. Validasi produk melibatkan empat validator, yaitu dua pakar materi dan dua pakar desain pembelajaran. Tahap revisi desain yaitu memperbaiki atau menyempurnakan desain berdasarkan saran dan masukan validator. Selanjutnya tahap ujicoba produk yaitu produk diujicobakan secara terbatas untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan efektivitasnya. Tahap akhir dilakukan melalui revisi produk berdasarkan hasil uji coba lapangan sehingga diperoleh produk akhir yang telah disempurnakan dan layak digunakan dalam pembelajaran.

Penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai Oktober 2025 dengan hasil akhir berupa produk modul pembejaran berbasis STEAM. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri Sekampung dengan penentuan subjek menggunakan teknik purposive sampling. Subjek penelitian terdiri atas 32 siswa kelas VIII.5 dan lima guru matematika yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP). Teknik ini digunakan karena penelitian pengembangan tidak bertujuan melakukan generalisasi populasi, melainkan menguji kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas produk pada kelompok yang sesuai dengan karakteristik pengguna produk yang dikembangkan.

Pemilihan kelas VIII.5 didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pertama, siswa kelas VIII telah mempelajari konsep-konsep dasar matematika yang diperlukan untuk memahami materi Teorema Pythagoras sebagai materi yang digunakan dalam implementasi desain pembelajaran STEAM. Kedua, berdasarkan hasil analisis rapor pendidikan, capaian hasil belajar matematika, serta informasi dari guru mata pelajaran, kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas tersebut masih berada pada kategori sedang. Kondisi ini sesuai dengan tujuan penelitian yang berfokus pada upaya memfasilitasi dan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Ketiga, kelas VIII.5 memiliki karakteristik heterogen baik dari aspek kemampuan akademik, keaktifan belajar, maupun latar belakang siswa sehingga dapat merepresentasikan kondisi kelas yang umum dijumpai dalam pembelajaran matematika di SMP.

Selain itu, kelas VIII.5 dipilih berdasarkan rekomendasi guru matematika karena selama proses pembelajaran siswa masih menunjukkan kecenderungan pasif, kurang aktif dalam mengemukakan pendapat, serta belum terbiasa menyelesaikan masalah kontekstual yang menuntut kemampuan analisis dan evaluasi. Karakteristik tersebut sesuai dengan kebutuhan implementasi desain pembelajaran STEAM yang dikembangkan untuk memfasilitasi aktivitas eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah sebagai bagian dari pengembangan kemampuan berpikir kritis.

Instrumen penelitian adalah pedoman wawancara semi terstruktur untuk mengetahui masalah di sekolah, angket untuk mengambil data kevalidan dan kepraktisan, lembar observasi untuk mengambil data keterlaksanaan pembelajaran dan tes untuk mengambil data kemampuan berpikir kritis. Angket validitas digunakan untuk menilai kelayakan isi, konstruk, kebahasaan, dan tampilan produk. Angket kepraktisan digunakan untuk mengetahui kemudahan penggunaan, keterlaksanaan, dan kebermanfaatan produk. Instrumen penelitian yang digunakan telah dinyatakan valid dan reliabel. Instrumen penelitian divalidasi oleh dua validator yang memiliki keahlian di bidang pembelajaran matematika, yaitu guru atau dosen matematika dengan pengalaman mengajar minimal lima tahun dengan hasil validasi angket

validasi sebesar 80% (valid), angket kepraktisan sebesar 83% (sangat valid), tes sebesar 85% (sangat valid), sedangkan reliabilitas dari instrumen tes diperoleh nilai 0,75 yang berdasar kriteria Cronbach pada kategori tinggi. Instrumen telah dikembangkan secara sistematis dengan kriteria penilaian yang jelas. Penilaian terhadap setiap aspek model dilakukan menggunakan skala Likert 1–5, yang terdiri atas kategori sangat tidak baik, tidak baik, cukup baik, baik, dan sangat baik. Selain kuesioner, para ahli juga memberikan umpan balik kualitatif melalui catatan untuk memberikan saran perbaikan yang lebih detail.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis validitas, kepraktisan, dan keefektifan produk yang dikembangkan. Analisis validitas produk dilakukan melalui hasil angket validitas produk oleh ahli bidang pembelajaran matematika. Uji validitas dilakukan untuk mengevaluasi perancangan pembelajaran STEAM untuk memfasilitasi berpikir kritis siswa. Tingkat validitas produk diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$v = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \dots\dots 1$$

Berdasar hasil uji kevalidan selanjutnya dikonfirmasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kevalidan

Penilaian (%)	Kategori
$80 < v \leq 100$	Sangat Valid
$60 < v \leq 80$	Valid
$40 < v \leq 60$	Cukup Valid
$20 < v \leq 40$	Kurang Valid
$0 < v \leq 20$	Tidak Valid

Analisis kepraktisan dilakukan melalui ujicoba terbatas kepada guru mata pelajaran matematika. Hasil respon digunakan untuk menilai

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

kemudahan penggunaan, efisensi dan keterlaksanaan dalam penerapan di kelas. Tingkat kepraktisan diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$p = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \dots\dots 2$$

Kriteria kepraktisan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan

Penilaian (%)	Kategori
$80 < p \leq 100$	Sangat Praktis
$60 < p \leq 80$	Praktis
$40 < p \leq 60$	Cukup Praktis
$20 < p \leq 40$	Kurang Praktis
$0 < p \leq 20$	Tidak Praktis

Analisis keefektifan produk dilakukan menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, serta simpangan baku dari hasil pretest dan posttest. Selanjutnya, uji normalitas Shapiro-Wilk dilakukan terhadap selisih skor pretest dan posttest sebagai dasar dalam menentukan teknik pengujian hipotesis yang sesuai (Razali & Wah, 2011).

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i X_{(i)})^2}{(\sum_{i=1}^n X_i - X)^2} \dots\dots 3$$

Pemilihan teknik uji hipotesis didasarkan pada hasil uji normalitas data. Data yang memenuhi asumsi normalitas dianalisis menggunakan Paired Sample t-Test, sedangkan data yang tidak memenuhi asumsi normalitas dianalisis menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test. Berdasarkan hasil uji normalitas, data penelitian tidak berdistribusi normal sehingga pengujian hipotesis dilakukan dengan Wilcoxon Signed Rank Test pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). (Rosner et al., 2006). Sedangkan untuk mengetahui

besar pengaruh perlakuan terhadap peningkatan hasil belajar siswa, dilakukan perhitungan *effect size* menggunakan indeks *r* yang diperoleh dari perbandingan nilai statistik *Z* terhadap akar kuadrat jumlah sampel. Hasil *effect size* kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kecil, sedang, atau besar sesuai kriteria *r*. Adapun kriteria interpretasi *r* tersaji pada Tabel 3.

$$r = \frac{Z}{\sqrt{n}} \dots\dots 4$$

Tabel 3. Kriteria Effect size

Nilai <i>r</i>	Kriteria
0,5	Efek Besar
0,30-0,49	Efek Sedang
0,10-0,29	Efek Kecil

Analisis data dilakukan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah penerapan produk pembelajaran STEAM. Tingkat peningkatan tersebut dianalisis menggunakan indeks Normalized Gain (N-Gain) (Hake, 2002):

$$N - Gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}} \dots\dots 5$$

Kriteria N-Gain ditentukan sesuai dengan Tabel 4 (Meltzer, 2002):

Tabel 4. Kriteria N-Gain

N-Gain	Kriteria
$0,70 \leq \text{N-Gain} \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq \text{N-Gain} < 0,70$	Sedang
$0,00 \leq \text{N-Gain} < 0,30$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian untuk setiap tahap pengembangan diperoleh:

1. Potensi, masalah dan pengumpulan data

Tahap awal pengembangan melibatkan analisis potensi, masalah dan kebutuhan yang komprehensif untuk

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

mengidentifikasi gap antara kondisi yang ada dan ideal dalam pembelajaran terhadap berpikir kritis. Analisis kebutuhan dilakukan melalui tiga pendekatan utama yaitu dokumentasi keadaan kemampuan berpikir kritis, survei langsung dan wawancara dengan narasumber (guru maupun MGMP)

Berdasarkan data rapor pendidikan SMP Provinsi Lampung tahun 2023, kemampuan berpikir kritis siswa masih berada pada kategori sedang dan baru mencapai tingkat kompetensi minimum yang ditetapkan. Meskipun demikian, terjadi penurunan capaian dari skor 54,7 menjadi 52,87 atau sebesar 1,83 poin dibandingkan periode sebelumnya. Selanjutnya, berdasarkan hasil rapor pendidikan siswa SMP di Kabupaten Lampung Timur, analisis data menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori sedang dengan skor sebesar 53,62, setelah mengalami penurunan sebesar 1,23 poin dari capaian sebelumnya sebesar 54,85. Meskipun masih memenuhi kompetensi minimum, penurunan tersebut menjadi indikasi perlunya strategi pembelajaran yang lebih efektif guna mencegah penurunan lebih lanjut dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara berkelanjutan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memperbaiki metode pengajaran, meningkatkan kualitas materi ajar yang menantang kemampuan berpikir kritis, serta menyediakan pelatihan intensif bagi guru untuk mengintegrasikan teknik-teknik pengembangan kemampuan analitis ke dalam pembelajaran.

Hasil wawancara semi terstruktur dengan guru-guru yang tergabung dalam MGMP Matematika SMP Kabupaten Lampung Timur mengungkapkan beberapa permasalahan utama dalam pembelajaran matematika, yaitu:

(1) variasi proses pembelajaran yang masih terbatas, (2) kegiatan pembelajaran yang cenderung monoton sehingga menimbulkan kejenuhan pada siswa, (3) model pembelajaran yang belum sepenuhnya mendorong keterlibatan aktif siswa, dan (4) dominasi penggunaan metode pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru melalui penyampaian materi, pemberian contoh soal, dan latihan. Metode pembelajaran konvensional dan kurang bervariasi tidak cukup mendorong keaktifan, kreativitas, serta keterampilan berpikir kritis siswa, sehingga berdampak negatif pada kemampuan berpikir kritis mereka. Siswa cenderung merasa bosan, pasif, dan lebih mengandalkan transfer ilmu dari guru, serta kurang terlatih dalam berpikir kritis dan berkolaborasi, baik dengan teman sebaya maupun dengan guru.

Hasil wawancara diperkuat dengan survei kebutuhan pembelajaran yang menunjukkan hasil bahwa 100% guru menyadari pentingnya kemampuan berpikir kritis, namun 80% mengalami kesulitan dalam mengintegrasikannya secara efektif dalam pembelajaran sehari-hari. 80% guru mengaku kurang memiliki pedoman dan sumber daya yang memadai untuk mengembangkan pembelajaran yang secara spesifik dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan 100% guru tertarik menerapkan pembelajaran STEAM.

Selanjutnya dilakukan literatur review terhadap hasil penelitian sebelumnya (Butarbutar et al., 2024; Fitriyah & Ramadani, 2021; Kurniawati et al., 2024; Reswari, 2021) sehingga diperoleh kesimpulan bahwa pembelajaran berbasis STEAM diduga mampu mengatasi masalah di sekolah. Berdasarkan hasil studi dokumentasi, wawancara, survei kebutuhan dan studi

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

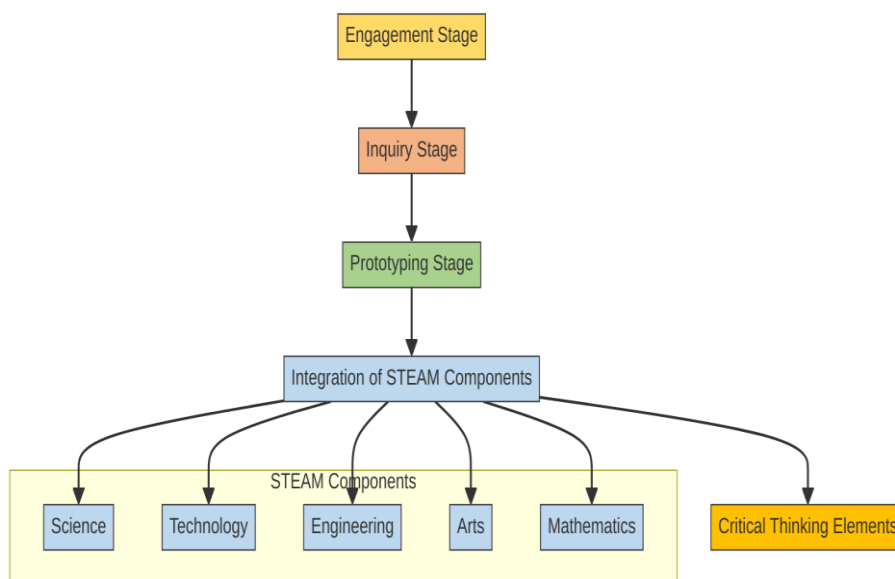
literatur disimpulkan bahwa perlu pengembangan desain pembelajaran berbasis STEAM untuk memfasilitasi berpikir kritis siswa.

2. Tahap Desain Produk

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan, tahap berikutnya adalah merancang desain awal pembelajaran berbasis STEAM sebagai dasar pengembangan produk. Desain awal dikembangkan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip pembelajaran berbasis *inquiry*, konstruktivisme, dan pembelajaran interdisipliner. Proses desain melibatkan beberapa hal berikut:

- Identifikasi Komponen Utama: Penentuan komponen-komponen esensial yang harus ada dalam desain, termasuk struktur pembelajaran, strategi pengajaran, materi pembelajaran, dan sistem penilaian.
- Pengembangan Framework: Konstruksi kerangka kerja conceptual yang mengintegrasikan lima komponen STEAM dengan elemen-elemen berpikir kritis.
- Prototyping: Pembuatan prototype model yang mencakup panduan implementasi, contoh rencana pembelajaran, dan instrumen penilaian.

Adapun alur desain pembelajaran STEAM disajikan pada Gambar 2.

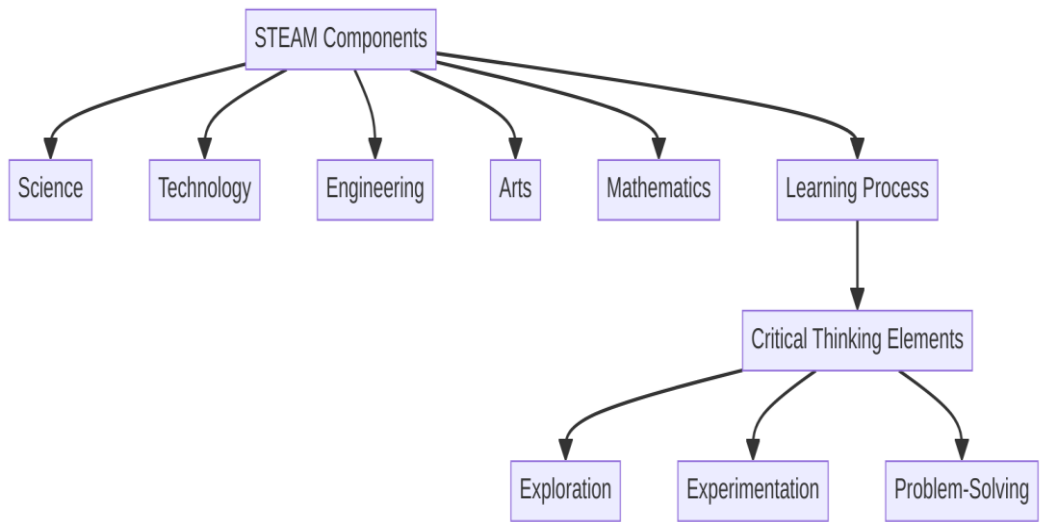


Gambar 2. Alur Proses Desain Pembelajaran STEAM.

Desain awal pembelajaran STEAM yang dikembangkan mengadopsi struktur fase-fase pembelajaran engage, eksplorasi, ekplanasi, elaborasi dan evaluasi. Fase ini memungkinkan pengembangan bertahap kemampuan berpikir kritis siswa. Setiap fase dirancang untuk mencapai indikator

kemampuan berpikir kritis yang secara kumulatif membentuk kompetensi berpikir kritis yang holistik terdiri interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi/regulasi diri. Desain yang telah dikembangkan tersaji pada Gambar 3.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>



Gambar 3. Desain STEAM-Berpikir Kritis

Desain pembelajaran dikembangkan dengan mengintegrasikan komponen STEAM ke dalam tahapan pembelajaran yang mengadaptasi model 5E, yaitu *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate*, dan *Evaluate*. Setiap tahapan dirancang secara sistematis untuk memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa yang

mencakup aspek interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, serta eksplanasi dan regulasi diri. Hasil desain dituangkan dalam modul ajar pembelajaran berbasis STEAM pada materi Phythagoras. Desain pembelajaran yang dihasilkan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Desain modul ajar

Fase pembelajaran	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Integrasi STEAM	Indikator berpikir kritis
<i>Engage</i>	Menyajikan masalah kontekstual terkait Teorema Pythagoras melalui gambar, video, atau fenomena kehidupan sehari-hari serta mengajukan pertanyaan pemantik	Mengamati permasalahan, mengidentifikasi informasi yang diketahui dan mengemukakan pendapat awal	<i>Science, Technology</i>	Interpretasi
<i>Explore</i>	Membimbing siswa melakukan investigasi dan pengumpulan informasi melalui diskusi kelompok dan eksplorasi sumber belajar	Mengumpulkan data, mencoba berbagai strategi penyelesaian, dan mendiskusikan hasil temuan	<i>Science, Technology, Mathematics</i>	Analisis, Inferensi

Fase pembelajaran	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Integrasi STEAM	Indikator berpikir kritis
<i>Explain</i>	Memfasilitasi presentasi hasil eksplorasi dan memberikan penguatan konsep matematika yang benar	Menjelaskan hasil investigasi, menyampaikan alasan, dan membandingkan solusi dengan kelompok lain	<i>Mathematics, Technology</i>	Eksplanasi, Analisis
<i>Elaborate</i>	Memberikan pro-yek atau tantangan yang menginte-grasikan konsep Pythagoras dengan konteks nyata melalui pendekatan STEAM	Mendesain solusi, membuat produk sederhana, menerapkan konsep pada masalah baru, dan mengevaluasi alternatif solusi	<i>Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics</i>	Evaluasi, Inferensi
<i>Evaluate</i>	Memberikan um-balik, memfasi-litasi refleksi, dan melakukan peni-laian kemampuan berpikir kritis siswa	Merefleksikan proses pembelaj-an, menyim-pulkan hasil be-lajar, dan meng-evaluasi strategi yang digunakan	<i>Mathematics</i>	Eksplanasi, Evaluasi, inferensi

Tabel 5 menunjukkan bahwa setiap fase pembelajaran dirancang untuk memfasilitasi aspek kemampuan berpikir kritis. Pada fase *Engage*, siswa dilatih mengidentifikasi dan memahami permasalahan yang diberikan, aktivitas ini mendukung kemampuan interpretasi siswa. Fase *Explore* dan *Explain* memfasilitasi kemampuan analisis, inferensi, serta penyampaian argumen berdasarkan bukti yang diperoleh. Pada tahap *Elaborate*, siswa memperoleh kesempatan untuk mengembangkan dan menerapkan pemahaman matematisnya dalam konteks kehidupan nyata melalui kegiatan perancangan, eksplorasi, dan pemecahan masalah yang mengintegrasikan unsur-unsur STEAM. Fase *Evaluate* memberikan kesempatan pada siswa untuk meninjau kembali proses berpikir dan hasil yang diperoleh selama pembelajaran, sehingga mendukung pengembangan kemampuan evaluasi, eksplanasi, dan regulasi diri.

3. Validasi Produk

Setelah rancangan awal selesai disusun, tahap berikutnya adalah melakukan validasi oleh para ahli guna memastikan bahwa desain yang dikembangkan telah memenuhi aspek kualitas dan kelayakan secara teoretis. Validasi ahli dilakukan oleh dua kategori validator, yaitu ahli materi dan ahli desain pembelajaran. Ahli materi bertanggung jawab menilai kualitas isi berdasarkan aspek sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika, sedangkan ahli desain pembelajaran mengevaluasi kesesuaian strategi pembelajaran serta aspek pedagogis yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis. Penilaian validasi menggunakan angket skala likert 1-5 yang disusun berdasarkan aspek materi dan desain. Pada aspek materi antara lain kesesuaian materi dengan kurikulum, keakuratan materi, kemutakhiran materi dan pengembangan berpikir kritis. Pada aspek desain antara lain sintaks

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

pembelajaran, keterlaksanaan, aktivitas siswa, evaluasi pembelajaran dan tampilan produk. Rekapitulasi hasil validasi ahli dari kedua validator disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Validitas

Validator	Persentase (%)	Rata-rata	Kriteria
Materi (V ₁)	88	86	Sangat Valid
Materi (V ₂)	84		
Desain (V ₃)	79	80	Valid
Desain (V ₄)	81		
Rata-rata		83	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 6, produk yang dikembangkan memperoleh tingkat validitas sebesar 83% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Pada aspek materi, rata-rata persentase validitas mencapai 86% dengan kategori sangat valid, sedangkan pada aspek desain diperoleh persentase validitas sebesar 80% yang termasuk dalam kategori valid. Selain memberikan penilaian kuantitatif, para validator juga menyampaikan berbagai masukan untuk penyempurnaan produk, di antaranya perbaikan kesalahan penulisan (typo) serta penyempurnaan rumusan tujuan pembelajaran.

Persentase validitas yang tinggi mengindikasikan bahwa desain pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria pengembangan pembelajaran yang baik dan terstruktur. Pada aspek materi, validator menyatakan bahwa isi materi telah sesuai dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, karakteristik Teorema Pythagoras, dan indikator kemampuan berpikir kritis yang ditargetkan. Selain itu, integrasi komponen *Science*,

Technology, *Engineering*, *Arts*, dan *Mathematics* telah dirancang secara konsisten sehingga mendukung tercapainya tujuan pembelajaran. Dari aspek desain pembelajaran, kevalidan produk dipengaruhi oleh kejelasan sintaks pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan STEAM dengan indikator berpikir kritis pada setiap fase pembelajaran. Setiap aktivitas pembelajaran dirancang untuk memberikan kesempatan kepada siswa dalam melakukan interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, dan eksplanasi terhadap masalah yang diberikan. Keterpaduan antara tujuan, kegiatan pembelajaran, dan penilaian menunjukkan bahwa desain yang dikembangkan telah memenuhi prinsip *constructive alignment*, yaitu kesesuaian antara tujuan pembelajaran, aktivitas belajar, dan evaluasi.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Fitriyah dan Ramadani (2021) yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran berbasis STEAM menunjukkan tingkat validitas yang tinggi karena mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu ke dalam aktivitas pembelajaran yang relevan dan bermakna bagi siswa. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan (Kurniawati et al., 2024) bahwa desain pembelajaran STEAM yang dikembangkan secara sistematis cenderung memperoleh penilaian valid dari para ahli karena memiliki keterkaitan yang jelas antara tujuan pembelajaran, aktivitas siswa, dan capaian keterampilan abad ke-21. Berdasarkan hasil validasi, desain pembelajaran STEAM yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kevalidan baik dari aspek substansi materi maupun aspek pedagogis sehingga layak untuk diuji cobakan pada tahap berikutnya.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

4. Revisi Desain

Masukan dan saran yang diberikan oleh para ahli dalam bentuk data kualitatif dimanfaatkan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan produk yang dikembangkan. Dari hasil validasi ahli diperoleh produk sangat valid dari segi konten materi dan valid dari segi pedagogis dan strategi pembelajaran untuk memfasilitasi kebutuhan berpikir kritis siswa. Meskipun demikian masih ada beberapa catatan validator yaitu kesalahan typo baik dalam penulisan simbol maupun kata. Selain itu juga dilakukan perbaikan pada tujuan pembelajaran dengan memasukkan semua indikator yaitu analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah.

5. Uji Coba Produk

Setelah dinyatakan sangat valid berdasarkan hasil validasi ahli, desain pembelajaran STEAM selanjutnya diimplementasikan melalui uji coba terbatas untuk mengevaluasi tingkat kepraktisan dan keefektifan produk yang dikembangkan. Kepraktisan dilakukan untuk mengetahui produk mudah digunakan dalam pembelajaran. Ujicoba kepraktisan dengan responden guru matematika yang tergabung dalam MGMP matematika di lokasi penelitian dimana responden sebanyak 5 orang. Rekapitulasi hasil kepraktisan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil uji kepraktisan

Responden	Persentase (%)	Kriteria
R ₁	87	Sangat Praktis
R ₂	83	Sangat Praktis
R ₃	85	Sangat Praktis
R ₄	86	Sangat Praktis
R ₅	90	Sangat Praktis
Rata-Rata	86	Sangat Praktis

Berdasarkan data pada Tabel 7, hasil uji kepraktisan menunjukkan rata-rata persentase sebesar 86%, yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Tingginya tingkat kepraktisan ini mengindikasikan bahwa produk mudah digunakan dan diterapkan dalam pembelajaran, yang didukung oleh beberapa aspek penting dalam desain dan pelaksanaannya. Pertama, sintaks pembelajaran yang dirancang memiliki tahapan yang terstruktur dan sistematis sehingga mudah dipahami serta diimplementasikan oleh guru maupun siswa. Setiap fase pembelajaran dilengkapi dengan petunjuk pelaksanaan yang sistematis dan mudah dipahami, sehingga membantu guru dalam mengelola serta melaksanakan pembelajaran secara efektif sesuai dengan tujuan dan skenario pembelajaran yang telah ditetapkan. Kedua, integrasi masalah kontekstual dalam aktivitas pembelajaran memungkinkan siswa mengonstruksi pemahaman yang lebih bermakna dengan menghubungkan konsep matematika pada berbagai permasalahan yang dijumpai pada kehidupan nyata. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya partisipasi aktif siswa selama proses pembelajaran sekaligus mendorong terwujudnya pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa dibandingkan pada guru. Tingginya tingkat partisipasi siswa selama proses pembelajaran mengindikasikan bahwa desain pembelajaran yang dikembangkan memiliki keterlaksanaan yang baik serta dapat diimplementasikan secara efektif dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Ketiga, penerapan pendekatan STEAM dalam desain pembelajaran memberikan pengalaman belajar yang bervariasi dan menarik. Siswa bukan hanya terlibat dalam penyelesaian masalah matematis, tetapi juga melakukan kegiatan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

eksplorasi, diskusi, perancangan solusi, serta mempresentasikan hasil kerjanya. Keragaman aktivitas tersebut menjadikan proses pembelajaran lebih interaktif, mudah diterapkan, dan mampu meningkatkan motivasi belajar siswa. Tingginya nilai kepraktisan juga mengindikasikan bahwa produk yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan pengguna yang teridentifikasi pada tahap analisis kebutuhan. Guru memerlukan perangkat pembelajaran yang tidak hanya mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa, namun juga mudah digunakan dalam praktik pembelajaran matematika. Dengan demikian, hasil kepraktisan yang tinggi menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan berhasil memenuhi kebutuhan tersebut.

Temuan penelitian ini sesuai hasil penelitian Najamuddin et al. (2022) bahwa perangkat pembelajaran berbasis STEAM memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi, ditandai dengan tersedianya panduan yang jelas bagi guru dalam mengimplementasikan pembelajaran serta kemampuannya dalam mendorong keterlibatan aktif siswa. Selain itu, temuan dalam penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian Butarbutar et al. (2024) yang menyatakan bahwa desain pembelajaran STEAM yang dirancang secara sistematis terbukti memfasilitasi guru dalam mengelola pembelajaran secara lebih efektif sekaligus meningkatkan partisipasi aktif siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Berdasarkan hasil yang diperoleh, produk yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan dan siap diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

Selanjutnya untuk mengetahui tingkat keefektifan produk dalam memfasilitasi kemampuan berpikir kritis, dilakukan uji coba kepada 32

siswa kelas VIII. Evaluasi keefektifan didasarkan pada perbandingan hasil pretest dan posttest yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Statistik Deskriptif Hasil Pretest dan Posttest

Variabel	n	Rata-rata
Pretest	32	59,69
Posttest	32	76,56
Peningkatan		16,87

Data pretest dikumpulkan pada pertemuan pertama untuk memperoleh gambaran mengenai kemampuan berpikir kritis awal siswa sebelum implementasi produk pembelajaran yang dikembangkan. Hasil pretest selanjutnya dibandingkan dengan hasil posttest setelah pembelajaran untuk menganalisis perubahan kemampuan, besarnya peningkatan yang terjadi, serta efektivitas produk dalam memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan hasil uji normalitas terhadap selisih pretest-posttest dengan Shapiro-Wilk diperoleh $W = 0,9077$ dengan $p = 0,0098 < 0,05$ yang berarti data tidak memenuhi asumsi normalitas. Selanjutnya, dilakukan uji Wilcoxon Signed Rank Test untuk mengetahui apakah perlakuan yang diberikan menyebabkan perubahan berpikir kritis siswa secara signifikan. Hasil uji Wilcoxon pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Wilcoxon Signed Trank Test.

Statistik	Nilai
N	32
W	0,000
Sig.	0,000000715
Z	4,957

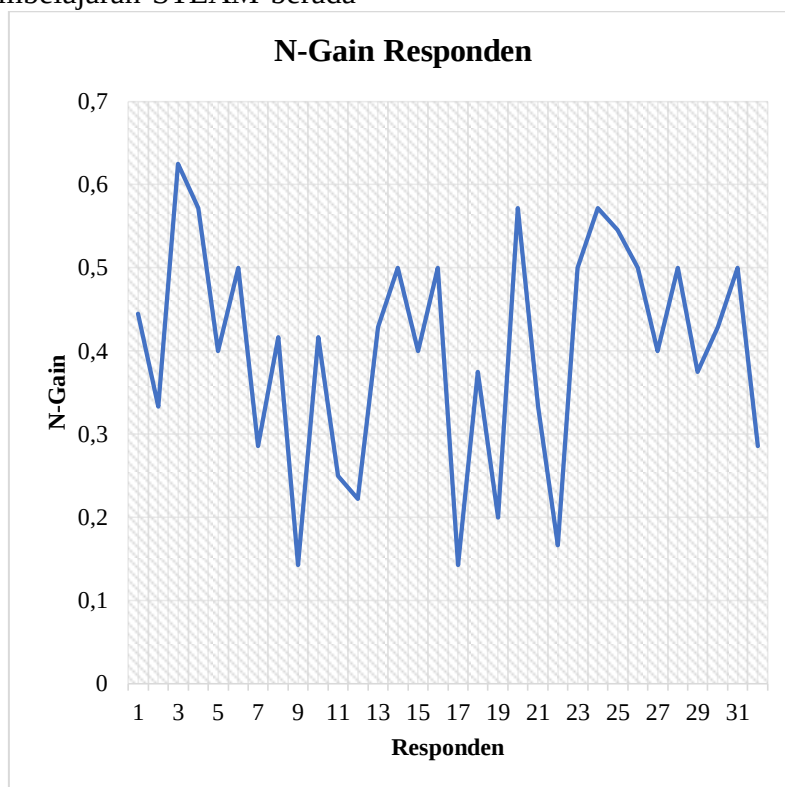
Berdasarkan Tabel 9, $p = 0,000000715 < 0,05$, berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara skor

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

pretest dan *posttest* setelah pembelajaran STEAM. Selain menguji signifikansi statistik, penelitian dilakukan penghitungan *effect size* untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan yang diberikan. *Effect size* menunjukkan seberapa kuat suatu desain pembelajaran memengaruhi berpikir kritis siswa. Dari hasil perhitungan diperoleh *effect size* $r = 0,88$, yang berarti pengaruh pembelajaran STEAM berada

pada kategori besar. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa tidak hanya terlihat dari perbedaan skor sebelum dan sesudah pembelajaran, tetapi juga terbukti signifikan secara statistik, yang menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan efektif.

Lebih lanjut, N-Gain setiap esponden disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil uji coba keefektifan

Data yang disajikan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa seluruh siswa mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah mengikuti pembelajaran dengan desain pembelajaran STEAM yang dikembangkan. Kriteria peningkatan berada pada rendah dan sedang. Adapun persentase peningkatan setiap kriteria disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Persentase Kriteria N-Gain

Kriteria N-Gain	Persentase (%)
Tinggi	0
Sedang	75
Rendah	25

Sedangkan besarnya peningkatan disajikan pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Tes Berpikir Kritis

Rata Pretest	Rata Posttest	N-Gain	Kriteria
59,69	76,56	0,42	Sedang

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

Tabel 10 menunjukkan distribusi level peningkatan berpikir kritis, menunjukkan bahwa persentase siswa mengalami peningkatan berpikir kritis pada kriteria tinggi 0%, sedang 75% dan masih ditemukan 25% peningkatan dalam kriteria rendah. Ini berarti ada variasi respon siswa terhadap intervensi. Variasi tersebut tidak merata karena hasil peningkatan mayoritas pada kriteria sedang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain pembelajaran STEAM yang dikembangkan mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa dengan tingkat peningkatan yang berada pada kategori sedang. Peningkatan belum merata, dimungkinkan masih ada faktor yang mempengaruhi. Berdasarkan karakteristik aktivitas pembelajaran yang dikembangkan, peningkatan kemampuan berpikir kritis dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Interpretasi

Kemampuan interpretasi meningkat karena siswa secara konsisten dilatih memahami permasalahan kontekstual yang disajikan pada fase Engage. Siswa mengidentifikasi informasi yang diketahui, menentukan informasi yang dibutuhkan, dan menghubungkan masalah dengan konsep Pythagoras yang sudah dipelajari sebelumnya. Aktivitas ini membantu siswa memahami makna permasalahan sebelum menentukan strategi penyelesaian.

b. Analisis

Kemampuan analisis berkembang melalui aktivitas eksplorasi pada fase Explore dan Explain. Pada tahap ini siswa membandingkan berbagai informasi yang diperoleh, mengidentifikasi hubungan antarvariabel, serta menentukan strategi penyelesaian yang paling sesuai. Proses diskusi kelompok dan presentasi hasil mendorong siswa

melakukan analisis secara lebih mendalam.

c. Inferensi

Kemampuan inferensi siswa mengalami peningkatan karena mereka diberi kesempatan untuk mengembangkan dugaan, membuat prediksi, dan menarik kesimpulan secara logis berdasarkan data yang diperoleh selama proses eksplorasi dan eksperimen. Aktivitas ini terutama muncul pada fase *Explore* dan *Elaborate* ketika siswa diminta mengembangkan solusi terhadap masalah yang diberikan.

d. Evaluasi

Kemampuan evaluasi berkembang melalui aktivitas membandingkan berbagai alternatif solusi, mengidentifikasi kelebihan dan kelemahan setiap strategi, serta menilai ketepatan jawaban yang diperoleh. Aktivitas tersebut paling dominan muncul pada fase *Elaborate* dan *Evaluate*, sehingga kedua fase ini memberikan dukungan yang baik dalam memfasilitasi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

e. Eksplanasi

Kemampuan eksplanasi meningkat karena siswa secara rutin diminta menjelaskan hasil pemikiran, menyampaikan alasan terhadap jawaban yang diberikan, serta mempertahankan argumentasinya selama diskusi dan presentasi kelompok. Aktivitas ini melatih siswa menyusun argumen yang logis dan berbasis bukti.

Temuan penelitian mengindikasikan bahwa desain pembelajaran STEAM yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan capaian belajar siswa secara keseluruhan, tetapi juga secara efektif mendukung perkembangan berbagai aspek kemampuan berpikir kritis melalui rangkaian aktivitas pembelajaran yang terstruktur.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

Hasil ini memperkuat pandangan bahwa STEAM merupakan pendekatan yang potensial dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21, terutama berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah, melalui integrasi pengetahuan dan keterampilan dalam satu proses pembelajaran yang utuh. Berkembangnya kemampuan berpikir kritis siswa dipengaruhi oleh desain pembelajaran STEAM yang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses menemukan, menyelidiki, menguji, dan menyelesaikan permasalahan secara mandiri maupun kolaboratif. Berbeda dengan pendekatan konvensional yang cenderung menempatkan guru sebagai sumber utama pembelajaran, STEAM mengedepankan peran siswa sebagai pembangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang kontekstual, sehingga mendorong berkembangnya kemampuan berpikir kritis secara lebih optimal. Aktivitas tersebut mendorong siswa untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, menganalisis alternatif solusi, mengevaluasi hasil, serta mengkomunikasikan alasan yang mendasari keputusan yang diambil. Proses inilah yang menjadi inti dari kemampuan berpikir kritis.

Secara teoritis, peningkatan kemampuan berpikir kritis terjadi melalui integrasi lima komponen STEAM. Komponen *Science* berperan dalam membangun kemampuan siswa mengamati fenomena, mengidentifikasi informasi penting, dan menginterpretasikan masalah. Komponen *Technology* membantu siswa mencari informasi, menggunakan media pembelajaran, dan mengembangkan kemampuan analisis berbasis data. Komponen *Engineering* menjadi komponen yang paling dominan dalam memfasilitasi berpikir kritis karena siswa dituntut merancang

solusi, menguji alternatif, memperbaiki kesalahan, dan mengambil keputusan berdasarkan hasil pengujian. Komponen *Arts* memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan kreativitas dalam menyusun strategi penyelesaian masalah, sedangkan komponen *Mathematics* membantu siswa menggunakan penalaran logis dan argumentasi matematis dalam menarik kesimpulan. Dengan demikian, peningkatan kemampuan berpikir kritis tidak disebabkan oleh satu komponen tertentu, tetapi merupakan hasil interaksi seluruh komponen STEAM, meskipun komponen *Engineering* dan *Mathematics* memiliki kontribusi yang lebih dominan terhadap proses analisis dan pemecahan masalah.

Mekanisme peningkatan kemampuan berpikir kritis tercermin pada setiap fase. Pada fase *Engage*, siswa dihadapkan pada permasalahan kontekstual yang menuntut mereka mengidentifikasi informasi yang relevan, memahami situasi masalah, serta menafsirkan berbagai informasi yang tersedia, sehingga kemampuan interpretasi dapat berkembang secara optimal. Pada fase *Explore*, siswa melakukan investigasi dan pengumpulan data yang melatih kemampuan analisis dan inferensi. Pada fase *Explain*, siswa mempresentasikan hasil temuan dan memberikan alasan terhadap solusi yang dipilih sehingga kemampuan eksplanasi berkembang. Selanjutnya, pada fase *Elaborate*, siswa menerapkan konsep pada situasi baru dan mengevaluasi berbagai alternatif solusi sehingga kemampuan evaluasi dan pemecahan masalah meningkat. Pada fase *Evaluate*, siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran sehingga kemampuan evaluasi dan regulasi diri berkembang secara lebih optimal.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

Beberapa penelitian (Emilidha et al., 2024; Mansyur et al., 2024; Rofi'ah et al., 2025) menunjukkan pola distribusi yang sama, dimana pembelajaran STEAM memberikan dampak peningkatan berpikir kritis mayoritas pada level sedang. Distribusi ini menguatkan teori STEAM sebagai desain pembelajaran yang mampu memfasilitasi berpikir kritis siswa yang menjadi kemampuan esensial abad 21. Meskipun STEAM berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis mayoritas siswa, namun gagal mencapai level tinggi yaitu belum ada yang mencapai level tinggi (0%). Ketidakmerataan ini sering terjadi dalam pendekatan interdisipliner seperti STEAM, dimana faktor internal siswa dan konteks pembelajaran mempengaruhi hasil. Berdasarkan teori pembelajaran diferensiasi, hasil bervariasi dalam pembelajaran adalah wajar karena siswa memiliki perbedaan baik seperti kemampuan, pengalaman, cara belajar, maupun minat. Oleh karena itu perlu meminimalisir terjadinya ketidakmerataan hasil. Pembelajaran diferensiasi menjadi suatu cara untuk guru memfasilitasi perbedaan keadaan siswa. Pembelajaran berdiferensiasi adalah pendekatan pembelajaran yang memperhatikan perbedaan karakteristik peserta didik, baik dari aspek kemampuan, minat, maupun kebutuhan belajar, dengan memberikan pengalaman belajar yang sesuai sehingga setiap siswa dapat belajar secara maksimal sesuai potensinya (Fox & Hoffman, 2011; Magee & Breaux, 2013; Tomlinson, 2017). Hal sejalan dengan penelitian (Dewa Made Dwicky Putra Nugraha et al., 2023; Nailinda et al., 2025) yang menyooroti ketidakmerataan terjadi karena kurangnya guru memperhatikan keberagaman siswa yang menyebabkan Sebagian siswa

tertinggal. Selain faktor siswa, ketidakmerataan terjadi dari aspek konteks pembelajaran seperti durasi dan intensitas intervensi yang masih minim. Alokasi waktu 4 pertemuan merupakan waktu yang sangat singkat dalam menerapkan STEAM yang melibatkan proses kompleks dari multidisiplin. Untuk melihat gambaran efektivitas STEAM membutuhkan pengamatan jangka panjang, minimal dalam satu semester. STEAM menuntut proses iteratif seperti eksplorasi, eksperimen dan refleksi yang mana siswa memerlukan waktu cukup untuk menyerap dan menginternalisasi elemen STEAM. Sejalan pernyataan (Sukmawati & Rakhmawati, 2023) bahwa durasi waktu singkat menyebabkan ketidakmerataan peningkatan, hanya memberikan peningkatan berpikir kritis dasar.

Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa desain pembelajaran yang dikembangkan mampu memfasilitasi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dengan tingkat peningkatan yang berada pada kategori sedang. Capaian peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa didukung oleh desain pembelajaran STEAM yang memberikan ruang bagi siswa untuk terlibat dalam aktivitas eksploratif, analitis, evaluatif, dan pemecahan masalah. Dalam pendekatan ini, siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi berperan aktif dalam mengonstruksi pengetahuan melalui pengalaman belajar yang autentik. Pada kondisi sebelumnya, proses pembelajaran lebih didominasi oleh penyampaian informasi oleh guru dan latihan soal rutin sehingga keterlibatan siswa dalam proses berpikir kritis masih terbatas. Berbeda dengan pembelajaran konvensional, desain pembelajaran STEAM menempatkan siswa pada situasi pemecahan masalah

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

kontekstual yang mengharuskan mereka melakukan interpretasi informasi, analisis konsep, pengembangan solusi, serta penyampaian argumen yang didukung oleh bukti.

Hubungan sebab-akibat tersebut terlihat dari sintaks pembelajaran yang dikembangkan. Ketika siswa melakukan eksplorasi dan investigasi pada fase *Explore*, kemampuan analisis dan inferensi berkembang karena siswa harus menghubungkan informasi yang diperoleh dengan konsep matematika yang relevan. Selanjutnya pada fase *Elaborate*, siswa merancang solusi dan mengevaluasi berbagai alternatif penyelesaian sehingga kemampuan evaluasi meningkat. Dengan demikian, peningkatan kemampuan berpikir kritis bukan terjadi secara kebetulan, melainkan merupakan konsekuensi logis dari aktivitas belajar yang dirancang dalam pembelajaran STEAM. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Busnawir et al. (2025); Rahmawati (2025); Sari et al. (2022); Suherman et al. (2025); dan Xu et al. (2025) yang menunjukkan STEAM memberikan dampak peningkatan sedang terhadap berpikir kritis. Hasil ini menguatkan teori bahwa STEAM sesuai kebutuhan abad 21, yang memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya karena tidak hanya menguji efektivitas STEAM secara umum, tetapi mengembangkan desain pembelajaran yang secara eksplisit memetakan hubungan antara komponen STEAM dengan indikator kemampuan berpikir kritis pada setiap fase pembelajarannya. Meskipun demikian, untuk hasil peningkatan level tinggi perlu perbaikan. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengintegrasikan konsep pembelajaran diferensi dan pengamatan jangka panjang atau penambahan durasi waktu intervensi STEAM di kelas.

6. Revisi Produk

Kegiatan pada tahap ini melakukan revisi produk berdasarkan hasil uji efektivitas. Produk direvisi berdasarkan respon guru dan siswa setelah dilakukan implementasi di kelas. Berdasarkan hasil menunjukkan produk belum memberikan peningkatan secara merata, oleh karena itu perlu meminimalisir dengan durasi intervensi lebih panjang.

KESIMPULAN

Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa desain pembelajaran STEAM yang dikembangkan telah memenuhi aspek kualitas produk, ditunjukkan oleh tingkat validitas sebesar 83% dan kepraktisan sebesar 86%. Selain itu, implementasi desain pembelajaran ini terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan pengaruh yang kuat ($\text{effect size} = 0,88$) dan efektivitas pada kategori sedang ($N\text{-Gain} = 0,42$). Hal ini menunjukkan desain pembelajaran STEAM yang dikembangkan layak diterapkan sebagai alternatif pembelajaran matematika, khususnya pada materi Pythagoras, untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian selanjutnya dapat melihat dampak penggunaan desain pembelajaran ini pada skala lebih luas dan dikaji lebih lanjut dalam konteks yang beragam seperti aspek pembelajaran diferensiasi. Selain itu juga perlu penerapan jangka panjang untuk pengamatan efektivitas yang lebih mendalam.

Penelitian ini menghasilkan desain pembelajaran STEAM yang mengintegrasikan aspek *science*, *technology*, *engineering*, *arts*, dan *mathematics* secara sistematis melalui kegiatan eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah untuk mendukung

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa desain yang dihasilkan memenuhi kriteria valid dan praktis serta berpotensi efektif dalam pembelajaran matematika. Kontribusi penelitian ini terdapat pada pengembangan desain pembelajaran yang mengaitkan setiap tahapan STEAM dengan proses berpikir kritis secara eksplisit. Dengan demikian, penelitian ini menambah literatur desain pembelajaran STEAM dan menawarkan alternatif desain pembelajaran matematika yang lebih kontekstual, interdisipliner, dan relevan dengan kebutuhan keterampilan abad ke-21.

Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa desain pembelajaran STEAM dapat menjadi alternatif bagi guru dalam menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, bermakna, dan berpusat pada siswa, sekaligus mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis sebagai kompetensi esensial abad ke-21. Oleh karena itu, implementasi desain ini direkomendasikan pada materi matematika lainnya serta pada konteks pembelajaran yang lebih beragam. Penelitian selanjutnya perlu menguji efektivitas desain dalam skala yang lebih luas, durasi implementasi yang lebih panjang, serta mengintegrasikannya dengan pendekatan pembelajaran diferensiasi untuk mengakomodasi keberagaman karakteristik siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, Y., & Desyandri, D. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Multimedia Interaktif Macromedia Flash 8 Berbasis Pendekatan Steam Pada Pembelajaran Tematik Terpadu Di Sekolah Dasar. *VOX EDUKASI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 13(2), 294–308.

<https://doi.org/https://doi.org/10.31932/ve.v13i2.1826>

Ahmadi, F., & Ibda, H. (2019). *Konsep dan aplikasi literasi baru di era revolusi industri 4.0 dan society 5.0*. CV. Pilar Nusantara.

Almarwah, S., Rahmianar, A., & Purnamasari, S. (2025). Efektivitas model PjBL berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Kajian Pendidikan IPA*, 5(1), 43–51.

<https://doi.org/10.52434/jkpi.v5i1.42451>

Arif, D. S. F., Zaenuri, Z., & Cahyono, A. N. (2020). Analisis kemampuan berpikir kritis matematis pada model problem based learning (PBL) berbantu media pembelajaran interaktif dan google classroom. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 3(1), 323–328.

Atiaturrahmaniah, A., Arnyana, I. B. P., & Suastra, I. W. (2022). Peran model science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) dalam meningkatkan berpikir kritis dan literasi sains siswa sekolah dasar. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 7(4), 368–375.

Busnawir, B., Kiri, M., & Dara, C. (2025). The Influence of STEM-Based Learning on Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Educational Narratives*, 3(1), 66–75.

<https://doi.org/https://doi.org/10.70177/ijen.v3i1.2157>

Butarbutar, T. K., Wardono, W., & Waluya, B. (2024). Kebutuhan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

- Bahan Ajar Matematika dalam Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Geometri. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 470–474.
- Chang, C.-Y., Du, Z., Kuo, H.-C., & Chang, C.-C. (2023). Investigating the impact of design thinking-based STEAM PBL on students' creativity and computational thinking. *IEEE Transactions on Education*, 66(6), 673–681.
- Darmadi, Budiono, & M. Rifai. (2022). Pembelajaran STEAM Sebagai Pembelajaran Inovatif. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(8), 3469–3474.
<https://doi.org/10.55927/mudima.v2i8.924>
- Dewa Made Dwicky Putra Nugraha, Dewi Juniayanti, & Putu Tyas Indraswati. (2023). Pembelajaran STEAM Berbasis Studi Kasus Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VI Sekolah Dasar. *Widya Accarya*, 14(2), 164–171.
<https://doi.org/10.46650/wa.14.2.1465.164-171>
- Emilidha, W. P., Wardono, W., & Waluya, B. (2024). Integrasi STEAM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 301–308.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh pembelajaran STEAM berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209–226.
- Fox, J., & Hoffman, W. (2011). *The differentiated instruction book of lists*. John Wiley & Sons.
- Hake, R. (2002). Lessons from the physics education reform effort. *Conservation Ecology*, 5(2).
- Kurniawati, N., Anwar, R. B., & Sudarman, S. (2024). Systematic Literature Review: Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pendekatan Model STEAM Berorientasi Etnomatematika. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 10(1), 89.
<https://doi.org/10.30998/jkpm.v10i1.26356>
- Magee, M., & Breaux, E. (2013). *How the best teachers differentiate instruction*. Routledge.
- Mansyur, M. I., Sumarno, S., & Dwijayanti, I. (2024). Analisis Model Pembelajaran STEAM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Pedagogika: Jurnal Ilmu-Ilmu Kependidikan*, 4(1), 23–27.
<https://doi.org/10.57251/ped.v4i1.1394>
- Maulida, U. (2022). Pengembangan modul ajar berbasis kurikulum merdeka. *Tarbawi*, 5(2), 130–138.
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268.
<https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Nailinda, V., Alim, J. A., & Sekarwinahyu, M. (2025). Pengaruh Pembelajaran STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Indonesian Research Journal on Education*, 5(2), 589–598.
<https://doi.org/10.31004/irje.v5i2.2320>

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

- Najamuddin, N., Fitriani, R., & Puspandini, M. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) Berbasis Loose Part untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Anak Usia Dini. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 954–964.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2097>
- Putri, A. S., Prasetyo, Z. K., Purwastuti, L. A., Prodjosantoso, A. K., & Putranta, H. (2023). Effectiveness of STEAM-based blended learning on students' critical and creative thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(1), 44.
<https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.22506>
- Rahmawati, A. (2025). Integrating STEM-Based Learning to Improve Critical Thinking Skills Among Elementary School Students. *Proceeding International Conference Of Innovation Science, Technology, Education, Children And Health*, 5(1), 728–739.
<https://doi.org/https://doi.org/10.62951/icistech.v5i1.171>
- Rahmayani, R., Anwar, R. B., & Vahlia, I. (2022). Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan Kontekstual Disertai Qr Code Pada Materi Logaritma. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(1), 224.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4703>
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21–33.
https://www.researchgate.net/publication/267205556_Power_Comparisons_of_Shapiro-Wilk_Kolmogorov-Smirnov_Lilliefors_and_Anderson-Darling_Tests
- Reswari, A. (2021). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Steam Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis (Hots) Anak Usia 5-6 Tahun. *JCE (Journal of Childhood Education)*, 5(1), 1.
<https://doi.org/10.30736/jce.v5i1.490>
- Rofi'ah, U. A., Muslimin, M., Hidayati, N., Salamah, U., & Rohman, K. S. (2025). Pembelajaran STEAM Berbasis Kearifan Lokal dalam Meningkatkan Kemampuan Problem Solving Anak: Studi Kasus di RA Hidayatul Islamiyah Tuban. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 9(5), 1249–1260.
<https://doi.org/10.31004/obsesi.v9i5.6901>
- Rosner, B., Glynn, R. J., & Lee, M.-L. T. (2006). The Wilcoxon signed rank test for paired comparisons of clustered data. *Biometrics*, 62(1), 185–192.
<https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2005.00389.x>
- Sari*, P. K., & Sutihat, S. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(3), 509–526.
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i3.24789>

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.1751>

- Sari, Z. A. A., Nurasiah, I., Lyesmaya, D., Nasihin, N., & Hasanudin, H. (2022). Wayang sukuraga: Media pengembangan karakter menuju profil pelajar pancasila. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3526–3535. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2698>
- Sukmawati, N. I. & Rakhmawati, N. I. S. (2023). Pengaruh Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematic) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Critical Thinking And Problem Solving) Pada Anak Usia Dini. *Concept: Journal of Social Humanities and Education*, 2(1), 127–141. <https://doi.org/10.55606/concept.v2i1.238>
- Sugiyono, P. D. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D (M. Dr. Ir. Sutopo. S. Pd. *ALFABETA*, Cv.
- Suherman, S., Vidákovich, T., Mujib, M., Hidayatulloh, H., Andari, T., & Susanti, V. D. (2025). The Role of STEM Teaching in Education: An Empirical Study to Enhance Creativity and Computational Thinking. *Journal of Intelligence*, 13(7), 88. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13070088>
- Syafitri, E., Armanto, D., & Rahmadani, E. (2021). Aksiologi Kemampuan Berpikir Kritis (Kajian Tentang Manfaat Dari Kemampuan Berpikir Kritis). *Journal Of Science And Social Research*, 4(3), 320. <https://doi.org/10.54314/jssr.v4i3.682>
- Tomlinson, C. A. (2017). *How to differentiate instruction in academically diverse classrooms*. Ascd.
- Widyastika, D., Wahyuni, N., Yusnita, N. C., & Daulay, R. S. A. (2025). Efektivitas Pendekatan Steam Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 12(1), 292–303. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v12i1.4631>
- Wirawan, I. M. P., Wulandari, I. G. A. A., & Sastra Agustika, G. N. (2022). Bahan Ajar Interaktif Berbasis Pendekatan STEAM pada Muatan IPS Siswa Kelas V SD. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 6(1), 152–161. <https://doi.org/10.23887/jpppp.v6i1.45370>
- Xu, T., Ge, X., Gao, Q., & Lu, J. (2025). The impact of STEAM project design on higher-order thinking: a meta-analysis. *Research in Science & Technological Education*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2533194>