

PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS STEAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SEKOLAH DASAR

Risa Febriana Putri¹, Padlurrahman², Marhamah³

Program Studi Pendidikan Dasar, Program Magister, Universitas Hamzanwadi^{1,2,3}

e-mail: risafebriana.230701023@student.hamzanwadi.ac.id¹,

padlurrahman@hamzanwadi.ac.id², marhamah@hamzanwadi.ac.id³

ABSTRAK

Kebutuhan pembelajaran IPAS di sekolah dasar tidak hanya berkaitan dengan penguasaan konsep, tetapi juga dengan tersedianya perangkat yang dapat mengarahkan siswa menggunakan pengetahuan untuk menelaah dan memecahkan persoalan. Penelitian ini mengembangkan modul ajar berbasis *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) pada materi perubahan wujud benda kelas IV dengan sasaran menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif dalam mendukung kemampuan berpikir kritis. Pengembangan mengikuti model *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (ADDIE), melibatkan 18 siswa kelas IV SD Unggulan Hamzanwadi. Kelayakan produk diperoleh melalui validasi ahli materi, bahasa, dan desain, sedangkan keterpakaian dinilai oleh guru dan efektivitasnya melalui tes kemampuan berpikir kritis dengan desain *One Group Pretest-Posttest*. Produk memperoleh skor validasi 45 dari ahli materi, 46 dari ahli bahasa, dan 40 dari ahli desain, dengan kategori sangat valid pada materi dan bahasa serta baik pada desain. Penilaian guru mencapai 90% dengan kategori sangat praktis. Perubahan capaian siswa tampak dari rata-rata 78,33 pada *pretest* menjadi 94,44 pada *posttest*, dengan N-Gain 0,79 pada kategori tinggi. Temuan tersebut menegaskan bahwa modul yang dikembangkan memiliki kelayakan, keterpakaian, dan efektivitas awal sebagai perangkat pembelajaran IPAS yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar.

Kata Kunci: *Modul Ajar, STEAM, Berpikir Kritis, Sekolah Dasar, Pengembangan ADDIE*

ABSTRACT

The needs of IPAS learning in elementary schools extend beyond conceptual mastery to include the availability of instructional resources that guide students in using knowledge to examine and solve problems. This study developed a teaching module based on *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) for fourth-grade students on the topic of changes in the state of matter, with the aim of producing a valid, practical, and effective product to support critical thinking skills. The development followed the *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (ADDIE) model and involved 18 fourth-grade students at SD Unggulan Hamzanwadi. Product validity was assessed by material, language, and design experts, while practicality was evaluated by a teacher and effectiveness was examined through a critical thinking test using a *One Group Pretest-Posttest* design. The product obtained validation scores of 45 from the material expert, 46 from the language expert, and 40 from the design expert, categorized as very valid for material and language and good for design. The teacher's practicality assessment reached 90%, categorized as very practical. Student achievement increased from a mean *pretest* score of 78.33 to 94.44 on the *posttest*, with an N-Gain of 0.79, categorized as high. These findings indicate that the developed module demonstrates adequate validity, practicality, and initial

effectiveness as an IPAS instructional resource supporting the development of elementary students' critical thinking skills.

Keywords: *Teaching Module, STEAM, Critical Thinking, Elementary School, ADDIE Development*

PENDAHULUAN

Kemampuan siswa dalam menghadapi persoalan tidak lagi cukup dibangun melalui penguasaan jawaban yang telah tersedia. Mereka perlu mampu membaca informasi, mempertimbangkan bukti, mengenali hubungan antargagasan, serta menentukan keputusan ketika berhadapan dengan situasi yang tidak selalu memiliki penyelesaian tunggal. Gambaran capaian pendidikan Indonesia dalam *Programme for International Student Assessment (PISA)* 2022 masih memperlihatkan tantangan pada performa literasi dan pemecahan masalah peserta didik dibandingkan dengan negara-negara lain (OECD, 2022). Persoalan tersebut menjadi semakin relevan ketika pembelajaran di sekolah dasar masih perlu diarahkan pada pengalaman belajar yang memungkinkan siswa menggunakan pengetahuan untuk memahami persoalan konkret, bukan sekadar mengingat informasi yang diberikan. Kemampuan berpikir kritis, dalam konteks ini, perlu dibangun melalui aktivitas yang memberi kesempatan kepada siswa untuk menelaah informasi, mempertimbangkan alternatif, dan memberikan alasan atas penyelesaian yang dipilih.

Ruang untuk membangun kemampuan tersebut tersedia melalui pembelajaran yang membawa siswa berhadapan langsung dengan persoalan kontekstual. *Contextual learning* memungkinkan materi tidak berhenti sebagai konsep yang dipelajari secara abstrak, tetapi dihubungkan dengan keadaan yang dapat diamati, dipertanyakan, dan dianalisis oleh siswa. Ningrum dan Murti (2023) memperlihatkan bahwa pembelajaran kontekstual dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar karena aktivitas belajar memberi ruang bagi siswa untuk menghubungkan pengetahuan dengan situasi yang bermakna. Karakter tersebut sejalan dengan pembelajaran IPAS yang memungkinkan fenomena alam dan kehidupan sosial dipelajari melalui pengalaman yang dekat dengan lingkungan siswa. Namun, kedekatan materi dengan kehidupan sehari-hari belum otomatis menghasilkan proses berpikir kritis apabila kegiatan belajar belum memberi ruang yang cukup bagi siswa untuk mengamati, mencoba, mengolah informasi, memecahkan persoalan, dan menjelaskan alasan atas keputusan yang dibuat.

Di titik inilah STEAM menawarkan kemungkinan pedagogis yang lebih luas daripada sekadar menambahkan beberapa bidang ilmu ke dalam satu kegiatan pembelajaran. Integrasi *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics* memungkinkan suatu persoalan dipelajari dari lebih dari satu sudut pandang, sehingga siswa tidak hanya mencari jawaban, tetapi juga mempertimbangkan proses, rancangan, fungsi, representasi, dan kemungkinan solusi. Mu'minah (2020) menempatkan STEAM sebagai pendekatan yang menghubungkan berbagai disiplin dalam pembelajaran abad ke-21, sedangkan Hlukhaniuk et al. (2020) menekankan karakter STEAM sebagai arah pembelajaran inovatif yang mendorong keterpaduan pengetahuan dan aktivitas. Dalam praktiknya, keterpaduan tersebut dapat diwujudkan melalui kegiatan yang membuat siswa mengamati fenomena, menggunakan teknologi atau alat sederhana, merancang penyelesaian, memberikan sentuhan artistik, dan menggunakan penalaran matematis sesuai kebutuhan masalah. Chung et al. (2020) memperlihatkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek STEAM dapat menghubungkan pengembangan produk, aktivitas penyelidikan, dan evaluasi, sehingga pengalaman belajar dapat berlangsung sebagai rangkaian aktivitas yang saling berhubungan.

Relevansi pendekatan tersebut semakin kuat ketika tujuan pembelajaran diarahkan secara spesifik pada kemampuan berpikir kritis. Pada jenjang sekolah dasar, STEAM dapat menciptakan situasi belajar yang menuntut siswa mempertimbangkan informasi sebelum menentukan tindakan, sekaligus memberi ruang untuk menguji gagasan melalui pengalaman langsung. Temuan Widyastika et al. (2025) memperlihatkan efektivitas pendekatan STEAM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar, sementara Anggriani dan Eliza (2024) menemukan pengaruh pendekatan STEAM terhadap kemampuan berpikir kritis pada anak usia 5–6 tahun. Kedua penelitian tersebut memperlihatkan bahwa pengembangan kemampuan berpikir kritis dapat diintegrasikan ke dalam pengalaman belajar yang menggabungkan eksplorasi, kreativitas, pemecahan masalah, dan keterhubungan antardisiplin. Meski demikian, bukti efektivitas suatu pendekatan belum secara otomatis menyediakan perangkat pembelajaran yang dapat langsung menerjemahkan prinsip tersebut ke dalam langkah kegiatan yang sistematis dan sesuai dengan kebutuhan guru sekolah dasar.

Kebutuhan terhadap perangkat yang operasional menjadi lebih nyata ketika modul ajar ditempatkan sebagai penghubung antara rancangan pedagogis dan praktik pembelajaran. Panduan pengembangan modul ajar Kurikulum Merdeka menempatkan modul sebagai perangkat yang perlu disusun secara sistematis agar tujuan, aktivitas, dan asesmen pembelajaran saling berkaitan (Kemendikbudristek, 2022). Mubarakah (2022) telah mengembangkan *e-modul* berbasis STEAM untuk pembelajaran IPA materi komponen listrik dan fungsinya pada kelas VI sekolah dasar. Produk tersebut memperlihatkan arah pemanfaatan STEAM dalam pengembangan bahan ajar, tetapi konteks materi, jenjang kelas, dan bentuk produk yang dikembangkan berbeda dengan kebutuhan modul IPAS kelas IV yang menjadi fokus penelitian ini. Dengan demikian, ruang pengembangan tidak hanya terletak pada menghadirkan bahan ajar berlabel STEAM, melainkan pada penyusunan modul yang mengorganisasikan aktivitas lintas disiplin, persoalan kontekstual, dan latihan berpikir kritis dalam satu alur pembelajaran yang dapat digunakan guru secara operasional.

Kebutuhan tersebut juga berkaitan dengan temuan pada pembelajaran kelas IV. Materi IPAS yang berangkat dari fenomena sehari-hari dapat menjadi ruang bagi siswa untuk mengamati perubahan, mengajukan pertanyaan, menguji dugaan, membandingkan hasil, dan merumuskan penjelasan. Ramdayani et al. (2024) menunjukkan bahwa penerapan model *Dilemma-STEAM* pada pembelajaran IPA kelas IV dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Namun, penelitian tersebut menempatkan *Dilemma-STEAM* sebagai model pembelajaran, sedangkan penelitian ini bergerak pada ranah pengembangan produk berupa modul ajar yang menerjemahkan integrasi STEAM ke dalam aktivitas pembelajaran yang terstruktur. Pada konteks SD Unggulan Hamzanwadi, hasil observasi awal menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS belum menggunakan modul yang secara eksplisit mengintegrasikan unsur *Science, Technology, Engineering, Arts*, dan *Mathematics* dalam rangkaian kegiatan belajar. Kondisi tersebut memperlihatkan adanya kebutuhan konkret terhadap perangkat pembelajaran yang tidak hanya memperkenalkan STEAM sebagai pendekatan, tetapi juga membantu guru menggunakannya secara sistematis untuk mengarahkan aktivitas berpikir kritis siswa.

Atas dasar kesenjangan tersebut, inovasi penelitian ini tidak diletakkan semata-mata pada penggunaan istilah STEAM dalam modul, tetapi pada cara kelima unsurnya diorganisasikan menjadi pengalaman belajar IPAS yang berorientasi pada berpikir kritis. Modul dikembangkan untuk siswa kelas IV dengan menghadirkan persoalan yang dekat dengan kehidupan mereka, kemudian menghubungkan pengamatan ilmiah, pemanfaatan teknologi, perancangan solusi, ekspresi artistik, dan penggunaan konsep matematika dalam satu rangkaian pembelajaran yang saling berkaitan. Posisi penelitian ini berbeda dari

Mubarokah (2022) yang mengembangkan *e-modul* STEAM pada materi komponen listrik kelas VI dan berbeda pula dari Ramdayani et al. (2024) yang menerapkan model *Dilemma-STEAM* untuk meningkatkan berpikir kritis pada pembelajaran IPA kelas IV. Penelitian ini secara khusus mengembangkan modul ajar IPAS kelas IV yang menjadikan integrasi kelima unsur STEAM dan latihan berpikir kritis sebagai bagian terpadu dari desain produk, kemudian menguji kelayakannya melalui aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Dengan karakter tersebut, penelitian diarahkan untuk menghasilkan modul ajar berbasis STEAM yang tidak berhenti pada integrasi antardisiplin, tetapi dapat digunakan sebagai perangkat pembelajaran konkret untuk mendukung perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* untuk menghasilkan modul ajar berbasis *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics* (STEAM) pada materi perubahan wujud benda kelas IV SD. Penelitian dilaksanakan di SD Unggulan Hamzanwadi pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 dengan melibatkan 18 siswa kelas IV sebagai subjek uji coba. Tahap *Analysis* dilakukan melalui observasi dan wawancara untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, kondisi modul, karakteristik siswa, dan kemampuan berpikir kritis. Tahap *Design* mencakup penyusunan tujuan, struktur modul, aktivitas STEAM, kegiatan pemecahan masalah, LKPD, dan instrumen penilaian, sedangkan *Development* meliputi pembuatan, validasi, dan revisi produk. Tahap *Implementation* dilakukan melalui *pretest*, pembelajaran menggunakan modul, dan *posttest*. Tahap *Evaluation* dilaksanakan secara berkelanjutan melalui penelaahan hasil analisis kebutuhan, validasi, revisi, implementasi, dan evaluasi produk.

Data dikumpulkan menggunakan lembar validasi ahli, angket kepraktisan guru, dan tes kemampuan berpikir kritis. Validasi melibatkan ahli materi, ahli bahasa, dan ahli desain menggunakan skala Likert lima poin, sedangkan angket kepraktisan diberikan kepada guru kelas IV menggunakan skala Likert empat poin. Aspek validasi mencakup isi, integrasi STEAM, berpikir kritis, penyajian, kebahasaan, keterbacaan, tampilan, tata letak, dan kesesuaian dengan karakteristik siswa. Tes kemampuan berpikir kritis berbentuk pilihan ganda berbasis situasi nyata dan aktivitas eksperimen dengan indikator interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, dan penjelasan. Sebelum digunakan, instrumen tes diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda; hasil pengujian menunjukkan koefisien validitas butir sebesar 0,49–0,85 dengan r tabel 0,468 dan koefisien reliabilitas sebesar 0,93.

Data validasi dihitung berdasarkan skor yang diperoleh dan selanjutnya dikategorikan sesuai rentang penilaian pada instrumen, sedangkan data kepraktisan dianalisis dalam bentuk persentase. Efektivitas modul diuji menggunakan desain *One Group Pretest-Posttest* melalui perbandingan skor *pretest* dan *posttest* serta perhitungan N-Gain. Nilai N-Gain >0,70 dikategorikan tinggi, 0,30–0,70 sedang, dan <0,30 rendah, dengan produk dinyatakan efektif apabila mencapai sekurang-kurangnya kategori sedang. Analisis efektivitas juga mencakup rata-rata skor dan ketuntasan klasikal dengan KKM 75. Hasil seluruh analisis digunakan untuk menentukan kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan modul ajar berbasis STEAM yang dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengembangan penelitian menghasilkan modul ajar berbasis *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics* (STEAM) untuk pembelajaran IPAS pada materi perubahan wujud benda bagi siswa kelas IV sekolah dasar. Produk disusun melalui lima tahap ADDIE yang meliputi *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Pada tahap analisis kebutuhan, ditemukan bahwa sekolah belum memiliki modul ajar yang secara eksplisit mengintegrasikan pendekatan STEAM, sedangkan kemampuan berpikir kritis siswa belum optimal. Modul yang dihasilkan memuat informasi umum, tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, kegiatan pembelajaran berbasis STEAM, asesmen, serta lampiran berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan instrumen penilaian. Rancangan tersebut menjadi bentuk produk yang selanjutnya melalui tahap validasi, revisi, uji kepraktisan, dan uji efektivitas.

Hasil Validasi Modul

Penilaian kelayakan produk dilakukan oleh tiga validator yang terdiri atas ahli materi, ahli bahasa, dan ahli desain. Ahli materi menilai kelayakan isi, kesesuaian STEAM, kemampuan berpikir kritis, penyajian pembelajaran, dan penilaian, sedangkan ahli bahasa menilai aspek kebahasaan dan keterbacaan modul. Penilaian ahli desain mencakup sampul, tata letak, ilustrasi dan grafis, penyajian materi, petunjuk penggunaan, tampilan visual, keterbacaan, serta kesesuaian desain dengan karakteristik siswa. Skor yang diperoleh dari ketiga validator dirangkum pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Validasi Modul Ajar Berbasis STEAM

Validator	Skor Perolehan	Kategori
Ahli materi	45 dari 50	Sangat valid
Ahli bahasa	46	Sangat baik
Ahli desain	40	Baik

Tabel 1 memperlihatkan bahwa penilaian dari ketiga validator menghasilkan kategori yang berbeda sesuai dengan kriteria penilaian masing-masing. Ahli materi memberikan skor 45 dari skor maksimal 50 dan menempatkan produk pada kategori sangat valid. Ahli bahasa memberikan skor 46 dengan kategori sangat baik, sedangkan ahli desain memberikan skor 40 dengan kategori baik. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan bagian modul yang masih memerlukan penyempurnaan sebelum produk diterapkan dalam pembelajaran.

Revisi Modul Berdasarkan Validasi

Masukan yang diberikan validator kemudian ditindaklanjuti melalui revisi pada bagian-bagian modul yang dinilai perlu diperbaiki. Revisi tidak mengubah struktur utama produk, tetapi diarahkan pada instrumen penilaian, bentuk soal, konsistensi bahasa, dan tata letak LKPD. Ahli materi memberikan dua masukan yang berkaitan dengan instrumen penilaian dan penyusunan soal HOTS, sedangkan ahli bahasa dan ahli desain memberikan masing-masing satu masukan utama. Rincian masukan validator beserta tindak lanjut revisinya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Masukan Validator dan Tindak Lanjut Revisi

Validator	Masukan Validator	Tindak Lanjut
Ahli materi	Instrumen penilaian perlu dibuat lebih terperinci	Instrumen penilaian diperinci
Ahli materi	Soal HOTS untuk mengukur kemampuan berpikir kritis tidak terlalu panjang	Soal HOTS diperbaiki agar lebih ringkas
Ahli bahasa	Penggunaan kata dalam modul perlu konsisten	Penggunaan istilah dan kata diseragamkan
Ahli desain	Posisi judul LKPD perlu diperbaiki	Posisi judul LKPD disesuaikan

Tabel 2 memperlihatkan bahwa revisi produk mencakup aspek substansi, bahasa, dan desain. Pada bagian materi, instrumen penilaian diperinci dan soal HOTS disesuaikan agar lebih ringkas. Pada bagian bahasa, konsistensi penggunaan kata diperbaiki, termasuk perubahan rumusan “bagaimana wujud benda berubah” menjadi “bagaimana perubahan wujud benda”. Pada bagian desain, posisi judul LKPD disesuaikan dengan masukan validator, dan seluruh perbaikan tersebut diterapkan sebelum modul digunakan pada tahap berikutnya.

Hasil Uji Kepraktisan

Kepraktisan produk dinilai setelah modul melalui proses validasi dan revisi. Penilaian dilakukan oleh guru kelas IV berdasarkan penggunaan modul sebagai pedoman pembelajaran IPAS berbasis STEAM. Instrumen kepraktisan mencakup kemudahan penggunaan, kejelasan petunjuk, sistematika materi, pelaksanaan langkah pembelajaran STEAM, penggunaan LKPD, alokasi waktu, kesesuaian dengan karakteristik siswa, penyampaian materi IPAS, fasilitasi kemampuan berpikir kritis, dan kepraktisan secara keseluruhan. Hasil penilaian guru tersebut dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kepraktisan Modul Ajar

Penilai	Persentase Kategori
Guru kelas IV	90% Sangat praktis

Tabel 3 menunjukkan persentase kepraktisan modul sebesar 90% berdasarkan penilaian guru kelas IV. Nilai tersebut diperoleh dari penilaian terhadap sepuluh aspek penggunaan modul yang tercantum dalam instrumen kepraktisan. Data yang tersedia dalam penelitian ini berupa persentase keseluruhan, sehingga hasil tidak diuraikan menjadi skor masing-masing aspek. Dengan hasil tersebut, modul kemudian digunakan pada tahap uji efektivitas terhadap siswa kelas IV.

Hasil Uji Efektivitas

Pengujian efektivitas dilakukan menggunakan desain *One Group Pretest-Posttest* dengan melibatkan 18 siswa kelas IV SD Unggulan Hamzanwadi. Pengukuran kemampuan berpikir kritis dilakukan melalui tes sebelum dan setelah penggunaan modul ajar berbasis STEAM. Total skor yang diperoleh pada pretest adalah 1.410 dengan rata-rata 78,33, sedangkan total skor posttest mencapai 1.700 dengan rata-rata 94,44. Rangkuman hasil pengukuran tersebut, termasuk ketuntasan klasikal dan nilai N-Gain, disajikan pada Tabel 4.

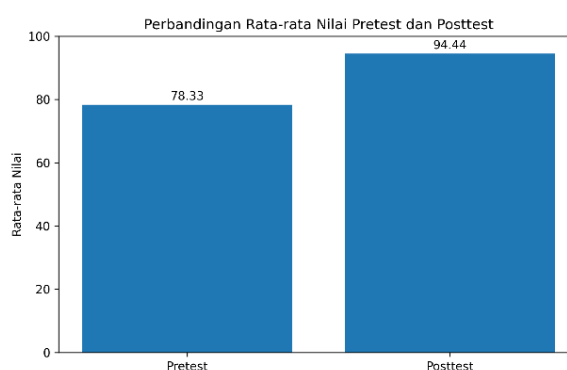
Tabel 4. Hasil Uji Efektivitas Modul

Komponen	Pretest	Posttest
Jumlah siswa	18	18
Total skor	1.410	1.700
Rata-rata nilai	78,33	94,44
KKM	75	75
Ketuntasan klasikal	—	100%
N-Gain	—	0,79 (tinggi)

Tabel 4 memperlihatkan adanya perbedaan nilai rata-rata antara pengukuran sebelum dan setelah penggunaan modul. Rata-rata pretest tercatat sebesar 78,33, sedangkan rata-rata posttest sebesar 94,44, dengan selisih sebesar 16,11 poin. Total skor juga mengalami perubahan dari 1.410 pada pretest menjadi 1.700 pada posttest, sementara ketuntasan klasikal pada posttest mencapai 100%. Perhitungan N-Gain menghasilkan nilai 0,79 yang berada dalam kategori tinggi.

Kemampuan berpikir kritis dalam penelitian ini diukur melalui lima indikator, yaitu interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, dan penjelasan. Kelima indikator tersebut menjadi bagian dari instrumen pengukuran yang digunakan pada tahap pretest dan posttest. Namun, data yang tersedia pada hasil penelitian berupa nilai total, rata-rata, ketuntasan klasikal, dan N-Gain, sehingga hasil per indikator tidak disajikan dalam bentuk angka tersendiri. Oleh karena itu, pelaporan efektivitas pada penelitian ini difokuskan pada hasil pengukuran keseluruhan sebagaimana dirangkum pada Tabel 4.

Perubahan rata-rata nilai juga disajikan secara visual untuk memperjelas perbedaan hasil pengukuran sebelum dan setelah penggunaan modul. Grafik hanya memuat dua nilai yang tersedia, yaitu rata-rata pretest dan rata-rata posttest, sehingga penyajiannya tetap ringkas dan tidak mengulang seluruh informasi dalam Tabel 4. Rata-rata pretest tercatat 78,33, sedangkan rata-rata posttest mencapai 94,44. Perbandingan kedua nilai tersebut ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest

Gambar 1 memperlihatkan perbedaan posisi rata-rata nilai antara pretest dan posttest. Nilai rata-rata pretest berada pada angka 78,33, sedangkan nilai rata-rata posttest berada pada angka 94,44. Perbedaan kedua nilai tersebut sebesar 16,11 poin. Penyajian visual ini melengkapi data numerik yang telah dirangkum dalam Tabel 4.

Secara keseluruhan, hasil pengembangan mencakup empat komponen data utama, yaitu validasi produk, revisi berdasarkan masukan validator, kepraktisan, dan efektivitas.

Validasi melibatkan ahli materi, ahli bahasa, dan ahli desain, sedangkan kepraktisan diperoleh melalui penilaian guru kelas IV. Uji efektivitas melibatkan 18 siswa dan menghasilkan perubahan rata-rata nilai dari 78,33 pada pretest menjadi 94,44 pada posttest, dengan ketuntasan klasikal posttest sebesar 100% dan N-Gain sebesar 0,79. Seluruh hasil tersebut telah disajikan melalui kombinasi deskripsi verbal, empat tabel, dan satu gambar untuk menjaga keseimbangan antara kelengkapan informasi dan keterbacaan bagian hasil.

Pembahasan

Modul yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak sekadar berfungsi sebagai bahan ajar, tetapi menjadi penghubung antara tuntutan Kurikulum Merdeka, karakteristik IPAS, dan aktivitas belajar yang mendorong keterlibatan berpikir siswa. Struktur modul yang memadukan materi, kegiatan, LKPD, dan asesmen membuat pembelajaran lebih terarah sekaligus memberi ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi fenomena yang dekat dengan kehidupannya. Maulida (2022) dan Salsabilla dan Nurhalim (2024) menempatkan modul ajar sebagai perangkat yang membantu guru mengorganisasi pembelajaran secara sistematis dan kontekstual. Pada penelitian ini, prinsip tersebut diwujudkan melalui integrasi STEAM pada materi perubahan wujud benda sehingga pengalaman belajar tidak berhenti pada penguasaan konsep, tetapi bergerak menuju pengamatan, percobaan, dan pemecahan masalah.

Integrasi STEAM menjadi lebih bermakna karena kelima unsurnya ditempatkan dalam aktivitas pembelajaran, bukan sekadar dicantumkan sebagai identitas pendekatan. Keterhubungan antara materi, LKPD, aktivitas, dan asesmen membuat *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics* memiliki fungsi yang saling melengkapi dalam memahami fenomena perubahan wujud benda. Cahyadi (2021) memperlihatkan bahwa kualitas modul berkaitan dengan keteraturan komponen dan kesesuaiannya dengan kebutuhan pembelajaran. Dalam konteks penelitian ini, prinsip tersebut diperluas dengan memasukkan pengalaman belajar lintas disiplin sehingga modul berfungsi sebagai pengarah proses belajar, bukan hanya sebagai sumber informasi.

Kepraktisan sebesar 90% memperlihatkan bahwa rancangan tersebut dapat digunakan guru sebagai perangkat pembelajaran tanpa memerlukan penyesuaian yang berarti. Kemudahan penggunaan tidak hanya berkaitan dengan kejelasan petunjuk, tetapi juga dengan tersedianya alur kegiatan yang membantu guru mengelola pembelajaran STEAM secara lebih terstruktur. Temuan ini sejalan dengan karakter modul ajar yang dikemukakan Maulida (2022) serta kebutuhan modul IPAS yang relevan dan kontekstual sebagaimana dibahas Salsabilla dan Nurhalim (2024). Dengan demikian, kepraktisan produk dapat dipahami sebagai keterpakaian rancangan pembelajaran secara nyata, bukan semata-mata sebagai penilaian terhadap tampilan modul.

Peningkatan skor dari *pretest* 78,33 menjadi *posttest* 94,44 dengan N-Gain 0,79 memberikan bukti empiris awal bahwa penggunaan modul berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Pola ini sejalan dengan Nasrah (2021), yang menemukan efektivitas pembelajaran STEAM pada siswa kelas IV, serta Muslimin (2025), yang melaporkan efektivitas STEAM terhadap keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran IPAS sekolah dasar. Kesamaan tersebut memperkuat posisi STEAM sebagai pendekatan yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada jenjang sekolah dasar. Namun, temuan penelitian ini memiliki konteks yang lebih spesifik karena peningkatan tersebut diperoleh melalui penggunaan modul ajar yang dikembangkan khusus untuk materi perubahan wujud benda.

Peningkatan tersebut secara konseptual dapat dikaitkan dengan perubahan pola keterlibatan siswa selama pembelajaran. Aktivitas pengamatan, percobaan, pengolahan

informasi, dan pemecahan masalah memberi kesempatan kepada siswa untuk menggunakan pengetahuan dalam menghadapi situasi, bukan hanya menerima informasi yang telah tersedia. Sari dan Sutihat (2022) menunjukkan bahwa *e-modul* berbasis STEAM dapat diarahkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sekolah dasar, sedangkan Wilson et al. (2021) menemukan bahwa pembelajaran STEAM transdisipliner berkaitan dengan perkembangan berpikir kritis dan kreatif. Suryaningsih dan Nisa (2021) juga memperlihatkan kontribusi *STEAM project-based learning* terhadap keterampilan proses sains dan berpikir kreatif. Temuan tersebut membantu menjelaskan bahwa peningkatan kemampuan siswa dalam penelitian ini berkaitan dengan karakter pengalaman belajar yang memberi ruang untuk mengamati, mengolah, dan menerapkan pengetahuan.

Posisi penelitian ini menjadi lebih jelas ketika dibandingkan dengan kajian STEAM yang telah berkembang. Mansyur et al. (2024) menempatkan STEAM sebagai pendekatan yang berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar, sementara Wijaya dan Salsabila (2025) melalui *systematic literature review* menunjukkan bahwa penelitian STEAM pada pendidikan dasar banyak berkaitan dengan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan motivasi belajar. Penelitian ini melanjutkan arah tersebut melalui pengembangan produk yang secara konkret menerjemahkan STEAM ke dalam modul IPAS kelas IV. Keberadaan *Arts* dan *Engineering* di dalam rancangan juga memperluas pengalaman belajar karena siswa tidak hanya mengamati fenomena, tetapi memperoleh ruang untuk merancang, menghasilkan, dan merepresentasikan hasil belajarnya.

Secara keseluruhan, keterkaitan antara validitas, kepraktisan, dan efektivitas memperlihatkan bahwa kualitas modul tidak berdiri pada satu aspek saja. Validasi menjadi dasar penyempurnaan produk, kepraktisan memperlihatkan keterpakaian dalam pembelajaran, sedangkan peningkatan skor dan N-Gain memberikan bukti awal mengenai efektivitas penggunaannya. Temuan tersebut konsisten dengan hasil Nasrah (2021), Muslimin (2025), dan Wilson et al. (2021) mengenai potensi STEAM dalam mendukung capaian belajar dan keterampilan berpikir siswa. Meskipun demikian, karena penelitian menggunakan desain *One Group Pretest-Posttest* dengan 18 siswa, efektivitas yang ditemukan perlu dipahami sebagai bukti pada konteks penelitian ini, bukan sebagai dasar generalisasi yang luas. Kontribusi penelitian terutama terletak pada tersedianya modul IPAS berbasis STEAM yang mengintegrasikan pengalaman kontekstual, aktivitas lintas disiplin, dan pengembangan kemampuan berpikir kritis dalam satu perangkat pembelajaran.

KESIMPULAN

Modul ajar berbasis *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) yang dikembangkan untuk IPAS kelas IV pada materi perubahan wujud benda menjawab kebutuhan akan perangkat pembelajaran yang menghubungkan konsep dengan pengalaman belajar yang lebih kontekstual. Produk yang dihasilkan memiliki kelayakan isi, bahasa, dan desain yang memadai, dapat digunakan guru secara praktis, serta memberikan bukti awal efektivitas dalam mendukung kemampuan berpikir kritis siswa. Temuan tersebut menempatkan modul bukan hanya sebagai pelengkap bahan ajar, tetapi sebagai perangkat yang membantu mengarahkan pembelajaran dari pemahaman konsep menuju aktivitas pengamatan, eksplorasi, dan pemecahan masalah. Dalam konteks penelitian ini, penggunaan modul berbasis STEAM memberikan alternatif bagi guru untuk menghadirkan pembelajaran IPAS yang lebih aktif sekaligus memberi ruang bagi siswa untuk menggunakan pengetahuan dalam menghadapi persoalan yang dekat dengan pengalaman mereka.

Implikasi penelitian ini terletak pada peluang pemanfaatan modul sebagai perangkat pembelajaran yang dapat memperkuat penerapan STEAM sekaligus pengembangan berpikir

kritis di sekolah dasar. Meskipun demikian, temuan efektivitas masih berada dalam konteks uji coba pada 18 siswa dengan desain *One Group Pretest-Posttest*, sehingga penerapannya pada konteks yang lebih luas memerlukan pembuktian lanjutan. Pengembangan berikutnya dapat diarahkan pada materi IPAS lainnya, jenjang kelas yang berbeda, serta bentuk digital yang lebih fleksibel, disertai uji coba dengan jumlah peserta dan cakupan sekolah yang lebih besar. Penggunaan desain penelitian dengan kelompok pembandingan juga dapat memberikan bukti yang lebih kuat mengenai kontribusi modul terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriani, D., & Eliza, D. (2024). Pengaruh pendekatan STEAM terhadap kemampuan berpikir kritis anak usia 5–6 tahun. *PAUDIA: Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan Anak Usia Dini*, 13(1), 12–27. <https://journal.upgris.ac.id/index.php/paudia/article/view/paudia.V13i1.17241>
- Cahyadi, W. (2021). *Pengembangan modul matematika berbasis metode matematika nalaria realistik terinternalisasi nilai-nilai keislaman pada materi bilangan* (Doctoral dissertation, UIN Fatmawati Sukarno). <http://repository.iainbengkulu.ac.id/6974/>
- Chung, C., Huang, S., Cheng, Y., & Lou, S. (2020). Using an STEAM project-based learning model for technology senior high school students: Design, development, and evaluation. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09643-5>
- Hlukhaniuk, V., Solovei, V., Tsvilyk, S., & Shymkova, I. (2020, May). STEAM education as a benchmark for innovative training of future teachers of labour training and technology. In *SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. Proceedings of the International Scientific Conference*, 1, 211–221. <https://doi.org/10.17770/sie2020vol1.5000>
- Kemendikbudristek. (2022). *Panduan pengembangan modul ajar kurikulum merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- 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: Jurnal Pendidikan dan Pemikiran Islam*, 5(2), 130–138. <https://journal.ibi.ac.id/Tarbawi/article/view/392>
- Mubarokah, Y. M. (2022). Pengembangan e-modul berbasis pendekatan STEAM pada pembelajaran IPA materi komponen listrik dan fungsinya dalam rangkaian listrik sederhana kelas 6 sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 10(1). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/44872>
- Mu'minah, I. H. (2020). Implementasi STEAM (science, technology, engineering, art and mathematics) dalam pembelajaran abad 21. *Bio Educatio*, 5(1), 377702. <https://www.neliti.com/publications/377702/implementasi-steam-science-technology-engineering-art-and-mathematics-dalam-pemb>
- Muslimin, M. (2025). Efektifitas pembelajaran STEAM terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran IPAS di sekolah dasar. *Juara SD: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 4(1), 64–71. <https://journal.unm.ac.id/index.php/juara/article/view/7791>

- Nasrah, N. (2021). Efektivitas model pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) pada siswa kelas IV SD. *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)*, 6(1), 1–13.
<https://journal.unismuh.ac.id/index.php/jkpd/id/article/view/4166/3170>
- Ningrum, A. W., & Murti, R. C. (2023). Contextual learning models in improving elementary school critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 48–53.
<https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/2360>
- OECD. (2022). *PISA 2022 results: What students know and can do*. OECD Publishing.
- Ramdayani, R., Sumantri, M. S., & Hasanah, U. (2024). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui model Dilemma-STEAM pada pembelajaran IPA di kelas IV sekolah dasar. *PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 11(1), 123–138. <https://doi.org/10.17509/pedadidaktika.v11i1.69206>
- Salsabilla, N. S., & Nurhalim, M. (2024). Pengembangan modul ajar Kurikulum Merdeka mata pelajaran IPAS. *Tarbawi: Jurnal Pendidikan dan Pemikiran Islam*, 7(1), 37–47.
<https://ejournal.ibi.ac.id/Tarbawi/article/view/497>
- 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://jurnal.usk.ac.id/JPSI/article/view/24789>
- Suryaningsih, S., & Nisa, F. A. (2021). Kontribusi STEAM project based learning dalam mengukur keterampilan proses sains dan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(6), 1097–1111.
<https://japendi.publikasiindonesia.id/index.php/japendi/article/view/198>
- 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://jurnal.citrabakti.ac.id/index.php/jil/article/view/4631>
- Wijaya, E., & Salsabila, A. S. (2025). The effectiveness of the STEAM approach in elementary education: A systematic literature review. *STEAM Journal For Elementary School Education*, 1(02), 78–98. <https://doi.org/10.26740/sjese.1.02.2025.2>
- Wilson, H. E., Song, H., Johnson, J., Presley, L., & Olson, K. (2021). Effects of transdisciplinary STEAM lessons on student critical and creative thinking. *The Journal of Educational Research*, 114(5), 445–457.
<https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1975090>