

Proyek Energi Alternatif dalam Pembelajaran STEM: Dampaknya terhadap Pemikiran Analitis Siswa Sekolah Dasar**Tri Mudiyatni, Kartika Chrysti Suryandari, Akhmad Arif Musadad**Universitas Sebelas Maret
kartika77@staff.uns.ac.id**Article History**

accepted 1/7/2026

approved 1/8/2026

published 26/8/2026

Abstract

This study aimed to analyze the effect of the STEM-based learning model on students' analytical thinking skills and to examine the role of learning motivation in improving analytical thinking skills among fourth-grade elementary school students. The research employed a quantitative approach using a quasi-experimental design with a non-equivalent control group design. The study was conducted at SD Negeri 1 Wuryantoro, SD Negeri 2 Mlopoharjo, SD Negeri 2 Gumiwang Lor, and SD Negeri 4 Pulutan Wetan, involving 62 fourth-grade students. Data were collected through tests, questionnaires, observation, and documentation. The data were analyzed using descriptive statistics and Two-Way ANOVA with the assistance of SPSS 24. The results showed that the STEM-based learning model had a significant effect on students' analytical thinking skills, with a significance value of $0.000 < 0.05$ and an F value of 55.601. Students taught using the STEM-based learning model achieved higher posttest scores compared to those taught using conventional learning models. Learning motivation also had a significant effect on analytical thinking skills, with a significance value of $0.000 < 0.05$ and an F value of 101.189. Furthermore, there was a significant interaction between the STEM-based learning model and learning motivation on analytical thinking skills, indicated by a significance value of $0.025 < 0.05$. STEM-based learning effectively improves elementary school students' analytical thinking skills, particularly when supported by high learning motivation.

Keywords: Learning Model, STEM, Analytical Thinking**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model pembelajaran berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik serta mengkaji peran motivasi belajar dalam meningkatkan keterampilan berpikir analisis peserta didik kelas IV sekolah dasar. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen tipe non-equivalent control group design. Penelitian dilaksanakan di SD Negeri 1 Wuryantoro, SD Negeri 2 Mlopoharjo, SD Negeri 2 Gumiwang Lor, dan SD Negeri 4 Pulutan Wetan dengan melibatkan 62 peserta didik kelas IV. Pengumpulan data dilakukan melalui tes, angket, observasi, dan dokumentasi. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan uji ANOVA dua jalur berbantuan SPSS 24. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ dan nilai F sebesar 55,601. Peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran berbasis STEM memperoleh nilai posttest lebih tinggi dibandingkan peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran konvensional. Motivasi belajar juga berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir analisis dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ dan nilai F sebesar 101,189. Selain itu, terdapat interaksi signifikan antara model pembelajaran berbasis STEM dan motivasi belajar terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik dengan nilai signifikansi $0,025 < 0,05$. Pembelajaran berbasis STEM efektif meningkatkan keterampilan berpikir analisis peserta didik sekolah dasar, terutama apabila didukung oleh motivasi belajar yang tinggi.

Kata kunci: Model Pembelajaran, STEM, Berpikir analisis

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Kegiatan berpikir merupakan bagian fundamental dalam kehidupan manusia karena setiap tindakan dan pengambilan keputusan melibatkan proses kognitif yang kompleks. Kemampuan berpikir seperti berpikir kritis, analitis, kreatif, dan adaptif sangat penting untuk mengatasi masalah yang kompleks dan beradaptasi dengan perubahan (Qolfathiriyus et al., 2019; Saeed & Ramdane, 2022). Keterampilan berpikir perlu dikembangkan secara berkelanjutan melalui proses pendidikan yang terstruktur (Díaz-Guio & Ruiz-Ortega, 2019; Tan & Sen, 2025). Pendidikan memiliki peran strategis dalam membentuk kemampuan berpikir peserta didik melalui pembelajaran yang interaktif, reflektif, dan kontekstual sehingga peserta didik mampu berpartisipasi aktif dalam kehidupan bermasyarakat (Afriliyadi et al., 2025).

Salah satu keterampilan berpikir yang penting dikembangkan dalam pembelajaran adalah keterampilan berpikir analisis. Keterampilan berpikir analisis merupakan kemampuan penting yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran karena mendukung peserta didik dalam memahami informasi secara mendalam, mengevaluasi berbagai permasalahan, serta mengambil keputusan secara sistematis dan logis. Keterampilan berpikir analisis merupakan kemampuan menguraikan suatu informasi ke dalam bagian-bagian tertentu untuk memahami hubungan antarkomponen secara sistematis (Samat et al., 2018). Pemikiran analitis berfokus pada pemecahan masalah kompleks menjadi komponen yang lebih kecil, memahami hubungan, dan mengevaluasi bukti secara sistematis (Qolfathiriyus et al., 2019; Wang, Mohd Matore, et al., 2025). Berpikir analisis terdiri dari tiga proses kognitif utama yaitu membedakan, mengorganisasi, dan mengatribusi (Maqruf et al., 2024; Wijaya et al., 2023). Berpikir analisis dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan yaitu pre-analytical, semi-analytical, dan analytical, yang mencerminkan kedalaman analisis seseorang (Qolfathiriyus et al., 2019). Kemampuan berpikir analisis menjadi dasar penting dalam membantu peserta didik memahami informasi, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan secara logis (Mahyastuti & Susanto, 2020). Penelitian menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan analisis yang lebih tinggi cenderung memiliki pemahaman yang lebih mendalam dan mampu mengatasi masalah yang lebih kompleks (Surin & Damrongpanit, 2024).

Keterampilan berpikir analisis menjadi salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran abad ke-21 (Sirih et al., 2025). Dengan keterampilan berpikir analisis peserta didik dituntut untuk memahami konsep dan mampu menginterpretasikan informasi, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan secara logis (Oakkarawong & Samat, 2016; Samat et al., 2018). Dalam konteks Kurikulum Merdeka, pembelajaran IPAS di sekolah dasar diarahkan pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui aktivitas investigatif, pemecahan masalah, dan pembelajaran berbasis proyek (Supriyadin et al., 2025; Waseso et al., 2024). Namun, realitas pembelajaran di sekolah dasar masih menunjukkan bahwa proses pembelajaran cenderung berorientasi pada hafalan dan penyelesaian soal rutin sehingga kemampuan berpikir analisis peserta didik belum berkembang secara optimal. Kondisi tersebut menjadi tantangan serius karena rendahnya kemampuan berpikir analisis dapat berdampak pada rendahnya kemampuan peserta didik dalam memahami masalah kontekstual, menyusun solusi, dan menghadapi tantangan kehidupan nyata di era society 5.0.

Pembelajaran aktif terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, analisis, dan pemecahan masalah (Al-Thomali, 2021). Peserta didik perlu dilibatkan dalam kegiatan bertanya, mengemukakan hipotesis, mengorganisasi informasi, memecahkan masalah, serta mengevaluasi hasil pembelajaran (Jeyamala & Abirami, 2020; Qi et al., 2024). Keterlibatan aktif tersebut dapat membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih bermakna sekaligus meningkatkan

kemampuan berpikir tingkat tinggi (Alda et al., 2025; Selpianti et al., 2025). Oleh karena itu, guru dituntut tidak hanya berfokus pada kemampuan menghafal, tetapi juga mampu menciptakan pembelajaran yang mendorong peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir analisis secara optimal.

Dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar, keterampilan berpikir analisis menjadi salah satu kompetensi yang penting untuk dikembangkan (Astuti et al., 2025; Fitriyanti et al., 2025). Pembelajaran IPAS tidak hanya menekankan penguasaan konsep dan fakta, tetapi juga melatih peserta didik dalam memecahkan masalah, menarik kesimpulan, berpikir objektif, serta mengaitkan konsep pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari (Samatowa, 2016). Melalui pembelajaran IPAS, peserta didik diharapkan mampu memahami fenomena di lingkungan sekitar secara ilmiah dan mengembangkan kemampuan berpikir logis dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kontekstual (Ibad et al., 2023; Wulandari et al., 2023). Oleh sebab itu, diperlukan model pembelajaran inovatif yang mampu mengintegrasikan aktivitas berpikir, pemecahan masalah, dan pengalaman belajar secara langsung.

Salah satu materi IPAS di kelas IV sekolah dasar adalah energi alternatif yang menuntut peserta didik untuk memahami konsep sekaligus menghasilkan solusi sederhana melalui kegiatan proyek. Materi tersebut memerlukan kemampuan berpikir analisis karena peserta didik harus mampu mengidentifikasi masalah, merancang solusi, mengevaluasi hasil percobaan, serta menghubungkan berbagai konsep yang dipelajari. Namun, berdasarkan hasil observasi di kelas IV ditemukan bahwa kemampuan berpikir analisis peserta didik masih rendah. Peserta didik cenderung mengalami kesulitan dalam menguraikan masalah menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana, menentukan informasi yang relevan, serta menyusun solusi terhadap permasalahan yang diberikan. Kondisi tersebut terlihat ketika peserta didik mampu mencapai nilai maksimal pada soal pilihan ganda, tetapi sekitar 60% peserta didik belum mencapai KKM pada soal uraian yang membutuhkan kemampuan analisis. Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi masih rendah. Peserta didik cenderung kesulitan ketika dihadapkan pada soal yang berbeda dari contoh yang diberikan guru sehingga kemampuan berpikir analisis belum berkembang secara optimal. Selain itu, peserta didik juga mengalami kesulitan dalam menganalisis desain produk, mengevaluasi hasil percobaan, dan menentukan strategi perbaikan terhadap solusi yang telah dibuat. Jika kondisi tersebut tidak segera diatasi, maka pembelajaran IPAS akan terus dianggap sulit dan kurang menarik oleh peserta didik.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dinilai mampu mengembangkan keterampilan berpikir analisis adalah pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) (Alazri & Shahat, 2025). Pendekatan STEM mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam kegiatan pembelajaran berbasis proyek dan pemecahan masalah nyata (Sukmana, 2017). Pembelajaran STEM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat aktif dalam merancang, menguji, dan mengevaluasi solusi terhadap suatu permasalahan kontekstual sehingga mampu mendorong berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi (Fatihatur Roisah et al., 2025; Widiyawati et al., 2020). Melalui kegiatan proyek peserta didik tidak hanya memahami konsep pembelajaran secara teoritis, tetapi juga mengembangkan kemampuan analisis dalam proses perancangan dan pemecahan masalah (Ibrahim et al., 2018; Maladzhi et al., 2024; Persano Adorno et al., 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik (Alazri & Shahat, 2025; Rosidin et al., 2019). Penelitian Yusra et al. (2025) menunjukkan bahwa model PjBL-STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir

kritis pada materi energi terbarukan. Penelitian Anggraini et al. (2025) juga menjelaskan bahwa penerapan PjBL-STEM dengan pendekatan design thinking efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Namun, penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada keterampilan berpikir kritis dan implementasi pembelajaran STEM secara umum. Dalam pembelajaran STEM, motivasi belajar menjadi aspek penting karena pendekatan ini melibatkan aktivitas penyelidikan, pemecahan masalah, kerja kolaboratif, dan penciptaan produk yang dapat mendorong keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran. Motivasi belajar yang tinggi dapat memperkuat keinginan siswa untuk mengeksplorasi konsep, menyelesaikan tantangan, dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Penelitian yang secara spesifik mengkaji pengaruh pembelajaran STEM berbasis proyek energi alternatif terhadap keterampilan berpikir analisis siswa sekolah dasar masih terbatas, khususnya dengan mempertimbangkan motivasi belajar sebagai faktor pendukung dalam pembelajaran.

Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan penelitian tersebut, diperlukan penelitian yang menguji pengaruh pembelajaran STEM berbasis proyek energi alternatif terhadap keterampilan berpikir analisis siswa sekolah dasar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan pembelajaran berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik kelas IV sekolah dasar serta mengidentifikasi peran motivasi belajar dalam mendukung peningkatan kemampuan tersebut. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran IPAS yang lebih inovatif, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian kuasi eksperimen (Creswell & Creswell, 2017). Desain penelitian yang diterapkan adalah Non-Equivalent Control Group Design yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (Krishnan, 2019). Kelompok eksperimen diberikan perlakuan berupa pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Desain penelitian ini dipilih karena peneliti tidak memungkinkan untuk melakukan pengacakan subjek secara penuh terhadap kelas yang digunakan dalam penelitian. Adapun desain penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:

Table 1. Research design

Group	Pretest	Treatment	Posttest
Experiment	O1	X	O2
Control	O3	–	O4

Keterangan:

O1 dan O3 : pretest keterampilan berpikir analisis

X : perlakuan menggunakan pembelajaran berbasis STEM

O2 dan O4 : posttest keterampilan berpikir analisis

Partisipan

Penelitian dilaksanakan pada peserta didik kelas IV di SD Negeri 1 Wuryantoro, SD Negeri 2 Mlopoharjo, SD Negeri 2 Gumiwang Lor, dan SD Negeri 4 Pulutan Wetan Tahun Ajaran 2025/2026. Jumlah sampel penelitian sebanyak 62 peserta didik yang terdiri atas 35 peserta didik laki-laki dan 27 peserta didik perempuan. Pemilihan sekolah dilakukan berdasarkan hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa kemampuan berpikir analisis peserta didik masih perlu ditingkatkan, khususnya pada pembelajaran IPAS materi energi alternatif. Selain itu, sekolah-sekolah tersebut

memiliki karakteristik pembelajaran yang relatif serupa sehingga mendukung pelaksanaan penelitian eksperimen.

Prosedur Penelitian

1. Pretest

Pretest diberikan kepada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol sebelum perlakuan dilakukan. Tujuan pretest adalah untuk mengetahui kemampuan awal keterampilan berpikir analisis peserta didik pada materi energi alternatif. Instrumen pretest berupa soal uraian yang disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir analisis.

2. Pemberian Perlakuan (Treatment)

Setelah pelaksanaan pretest, kelompok eksperimen diberikan perlakuan berupa pembelajaran berbasis STEM melalui proyek energi alternatif, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional yang biasa diterapkan guru. Pada pembelajaran berbasis STEM, peserta didik dilibatkan dalam kegiatan mengidentifikasi masalah, merancang solusi, membuat produk sederhana, melakukan pengujian, dan mengevaluasi hasil proyek.

3. Posttest

Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai dilaksanakan, peserta didik pada kedua kelompok diberikan posttest. Posttest bertujuan untuk mengetahui perubahan keterampilan berpikir analisis peserta didik setelah penerapan pembelajaran berbasis STEM. Hasil pretest dan posttest kemudian dibandingkan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi, tes, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk memperoleh data mengenai proses pembelajaran IPAS, aktivitas peserta didik selama pembelajaran, serta kondisi awal keterampilan berpikir analisis peserta didik pada kelas IV di masing-masing sekolah penelitian. Teknik tes digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir analisis peserta didik melalui pretest dan posttest. Instrumen tes berupa soal uraian yang dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan berpikir analisis, meliputi kemampuan mengidentifikasi masalah, mengorganisasi informasi, menganalisis hubungan antarbagian, serta menarik kesimpulan. Selain instrumen tes keterampilan berpikir analisis, penelitian ini juga menggunakan instrumen angket motivasi belajar untuk memperoleh data mengenai tingkat motivasi belajar peserta didik. Angket motivasi belajar disusun berdasarkan indikator motivasi belajar yang meliputi ketekunan dalam belajar, perhatian dan keterlibatan selama pembelajaran, minat terhadap kegiatan pembelajaran, serta dorongan untuk menyelesaikan tugas. Angket diberikan kepada peserta didik kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah pelaksanaan pembelajaran. Data motivasi belajar selanjutnya digunakan sebagai variabel moderator dalam analisis Two-Way ANOVA untuk mengetahui interaksi antara pembelajaran berbasis STEM dan motivasi belajar terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik.

Sebelum digunakan, instrumen tes terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya untuk memastikan kualitas instrumen penelitian. Instrumen tes keterampilan berpikir analisis dikembangkan oleh peneliti berdasarkan indikator keterampilan berpikir analisis dan capaian pembelajaran IPAS materi energi alternatif pada kelas IV sekolah dasar. Instrumen tersebut berupa soal uraian yang telah melalui proses validasi ahli (expert judgement) oleh tiga validator yang memiliki kompetensi dalam bidang pendidikan sekolah dasar dan evaluasi pembelajaran. Validator memberikan penilaian terhadap aspek kesesuaian materi, konstruksi soal, kejelasan bahasa, serta kesesuaian soal dengan indikator keterampilan berpikir analisis. Hasil

validasi digunakan sebagai dasar perbaikan instrumen sebelum digunakan dalam penelitian. Selain validasi ahli, instrumen juga diuji reliabilitasnya untuk mengetahui konsistensi instrumen dalam mengukur keterampilan berpikir analisis peserta didik.

Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data pendukung berupa perangkat pembelajaran, daftar peserta didik, hasil pekerjaan peserta didik, serta dokumentasi kegiatan pembelajaran selama penelitian berlangsung.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan bantuan program SPSS versi 24.0. Teknik analisis data terdiri atas analisis statistik deskriptif dan analisis statistik inferensial. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan data hasil pretest dan posttest keterampilan berpikir analisis peserta didik. Data dianalisis menggunakan nilai rata-rata (mean), median, modus, nilai maksimum, nilai minimum, rentang (range), standar deviasi, dan varians. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Kolmogorov–Smirnov karena jumlah sampel penelitian lebih dari 50 peserta didik. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's Test. Data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05. Selanjutnya dilakukan Pengujian hipotesis menggunakan analisis varians dua jalur (Two-Way ANOVA). Analisis ini digunakan untuk mengetahui (1) perbedaan keterampilan berpikir analisis antara peserta didik yang mengikuti pembelajaran berbasis STEM dan pembelajaran konvensional, (2) perbedaan keterampilan berpikir analisis berdasarkan tingkat motivasi belajar peserta didik, serta (3) interaksi antara model pembelajaran dan motivasi belajar terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik. Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai signifikansi pada taraf $\alpha = 0,05$. Apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima, maka dapat diinterpretasikan bahwa terdapat pengaruh signifikan pembelajaran berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik sekolah dasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data kemampuan awal (pretest) peserta didik diperoleh melalui tes yang diberikan kepada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kondisi awal kemampuan peserta didik sebelum diberikan perlakuan, khususnya pada materi yang diteliti. Deskripsi statistik kemampuan awal peserta didik dengan rentang skor 0–100 untuk masing-masing kelompok disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pretest Keterampilan Berpikir Analisis

Kelompok	N	Interval Nilai	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-rata	Standar Deviasi
Eksperimen	32	0-100	19	59	43,09	8,48
Kontrol	30	0-100	24	74	42,10	9,58

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa pada kelompok eksperimen jumlah peserta didik sebanyak 32 orang, dengan nilai terendah sebesar 19 dan nilai tertinggi 59. Rata-rata kemampuan awal pada kelompok ini adalah 43,09 dengan standar deviasi sebesar 8,48. Sementara itu, pada kelompok kontrol yang terdiri dari 30 peserta didik, diperoleh nilai terendah sebesar 24 dan nilai tertinggi 74, dengan rata-rata sebesar 42,10 serta standar deviasi 9,58.

Data kemampuan awal keterampilan berpikir analisis peserta didik sebelum diberikan perlakuan diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori tingkat pencapaian. Data tersebut disajikan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kategorisasi Pretest Keterampilan Berpikir Analisis

Skor	Kategori	Eksperimen		Kontrol	
		N	Persentase	N	Persentase
$X > 80$	Sangat Tinggi	0	0%	0	0%
$60 < X \leq 80$	Tinggi	0	0%	1	3%
$40 < X \leq 60$	Sedang	21	66%	16	50%
$20 < X \leq 40$	Rendah	10	31%	13	41%
$0 < X \leq 20$	Sangat Rendah	1	3%	0	0%
TOTAL		32	100%	30	100%

Tabel 3 menjelaskan bahwa pada kelompok eksperimen sebagian besar peserta didik berada pada kategori sedang, yaitu sebanyak 21 peserta didik (66%). Selain itu, terdapat 10 peserta didik (31%) pada kategori rendah dan 1 peserta didik (3%) pada kategori sangat rendah. Tidak ditemukan peserta didik yang berada pada kategori tinggi maupun sangat tinggi. Sementara itu, pada kelompok kontrol mayoritas peserta didik juga berada pada kategori sedang sebanyak 16 peserta didik (50%), diikuti kategori rendah sebanyak 13 peserta didik (41%), serta 1 peserta didik (3%) berada pada kategori tinggi. Tidak terdapat peserta didik pada kategori sangat tinggi dan sangat rendah.

Data hasil akhir (posttest) berpikir analisis peserta didik diperoleh setelah pelaksanaan pembelajaran pada masing-masing kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Data ini digunakan untuk melihat capaian keterampilan berpikir analisis peserta didik setelah diberikan perlakuan. Ringkasan statistik deskriptif nilai posttest dengan rentang skor 0–100 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Posttest Keterampilan Berpikir Analisis

Kelompok	N	Interval Nilai	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-rata	Standar Deviasi
Eksperimen	32	0-100	48	91	69,84	13,78
Kontrol	30	0-100	27	80	50,03	9,5

Berdasarkan Tabel 4, pada kelompok eksperimen yang berjumlah 32 peserta didik, diperoleh nilai terendah sebesar 48 dan nilai tertinggi sebesar 91. Nilai rata-rata yang dicapai adalah 69,84 dengan standar deviasi sebesar 13,78. Sementara itu, pada kelompok kontrol yang terdiri dari 30 peserta didik, nilai terendah tercatat sebesar 27 dan nilai tertinggi sebesar 80, dengan rata-rata sebesar 50,03 serta standar deviasi sebesar 9,50.

Data hasil posttest keterampilan berpikir analisis peserta didik pada kelompok eksperimen dan kontrol diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori tingkat pencapaian. Hasil tersebut dijelaskan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kategorisasi Posttest Keterampilan Berpikir Analisis

Skor	Kategori	Eksperimen		Kontrol	
		N	Persentase	N	Persentase
$X > 80$	Sangat Tinggi	9	28%	0	0%

$60 < X \leq 80$	Tinggi	12	38%	3	9%
$40 < X \leq 60$	Sedang	11	34%	25	78%
$20 < X \leq 40$	Rendah	0	0%	2	6%
$0 < X \leq 20$	Sangat Rendah	0	0%	0	0%
TOTAL		32	100%	30	100%

Berdasarkan tabel 5, pada kelompok eksperimen sebagian besar peserta didik berada pada kategori tinggi dan sangat tinggi, dengan rincian 12 peserta didik (38%) termasuk kategori tinggi dan 9 peserta didik (28%) pada kategori sangat tinggi. Sisanya, sebanyak 11 peserta didik (34%) berada pada kategori sedang, dan tidak terdapat peserta didik pada kategori rendah maupun sangat rendah. Sebaliknya, pada kelompok kontrol mayoritas peserta didik berada pada kategori sedang, yaitu sebanyak 25 peserta didik (78%). Hanya sebagian kecil yang mencapai kategori tinggi sebanyak 3 peserta didik (9%), serta 2 peserta didik (6%) berada pada kategori rendah. Tidak ditemukan peserta didik pada kategori sangat tinggi maupun sangat rendah.

Data motivasi belajar peserta didik diperoleh melalui penyebaran instrumen angket kepada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tingkat motivasi belajar peserta didik sebagai salah satu variabel yang diteliti. Ringkasan statistik deskriptif motivasi belajar dengan rentang skor 20–80 pada masing-masing kelompok disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Motivasi Peserta Didik

Kelompok	N	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-rata	Standar Deviasi
Eksperimen	32	55	73	63,91	5,69
Kontrol	30	53	68	57,93	3,69

Tabel 6 menunjukkan kelompok eksperimen yang terdiri dari 32 peserta didik memiliki skor motivasi belajar terendah sebesar 55 dan tertinggi 73. Nilai rata-rata yang diperoleh adalah 63,91 dengan standar deviasi sebesar 5,69. Sementara itu, pada kelompok kontrol dengan jumlah 30 peserta didik, skor terendah adalah 53 dan tertinggi 68, dengan rata-rata sebesar 57,93 serta standar deviasi sebesar 3,69. Data kategorisasi motivasi peserta didik disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Kategorisasi Motivasi Peserta Didik

Skor	Kategori	Eksperimen		Kontrol	
		N	Persentase	N	Persentase
$61 \leq X$	Tinggi	18	56%	8	27%
$61 > X$	Rendah	14	44%	22	73%
TOTAL		32	100%	30	100%

Tabel 7 menunjukkan pada kelompok eksperimen sebagian besar peserta didik berada pada kategori motivasi belajar tinggi, yaitu sebanyak 16 peserta didik (50%). Selain itu, terdapat 14 peserta didik (44%) yang berada pada kategori sedang, serta 2 peserta didik (6%) termasuk dalam kategori rendah. Sementara itu, pada kelompok kontrol mayoritas peserta didik berada pada kategori sedang dengan jumlah 24 peserta didik (80%). Adapun peserta didik yang memiliki motivasi tinggi hanya

sebanyak 2 orang (7%), sedangkan 4 peserta didik (13%) berada pada kategori rendah.

Salah satu prasyarat yang harus dipenuhi sebelum melakukan pengujian hipotesis adalah terpenuhinya asumsi normalitas data. Uji normalitas dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov dengan bantuan program SPSS 24. Hasil pengujian normalitas data keterampilan berpikir analisis disajikan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality				
Kelompok		Kolmogorov-Smirnova		
		Statistic	df	Sig.
Hasil	pretest (eksperimen)	.151	32	.060
Berpikir	pretest (kontrol)	.117	30	.200*
Analisis	posttest (eksperimen)	.146	32	.082
	posttest (kontrol)	.151	30	.078

Tabel 8 menunjukkan nilai signifikansi pada seluruh kelompok data menunjukkan angka lebih besar dari 0,05. Pada kelompok pretest eksperimen diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,060, sedangkan pada kelompok pretest kontrol sebesar 0,200. Selanjutnya, pada data posttest kelompok eksperimen diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,082 dan pada kelompok kontrol sebesar 0,078.

Pengujian prasyarat lain yang perlu dipenuhi sebelum analisis hipotesis adalah uji homogenitas varians. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang berasal dari beberapa kelompok memiliki varians yang sama atau tidak. Dalam penelitian ini, uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's Test dengan bantuan program SPSS 24. Hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances ^{a,b}					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Berpikir Analisis	Based on Mean	2.097	3	58	.110
	Based on Median	1.063	3	58	.372
	Based on Median and with adjusted df	1.063	3	35.017	.377
	Based on trimmed mean	1.923	3	58	.136

Interpretasi nilai signifikansi pada uji Levene (Based on Mean) pada Tabel 3 menunjukkan angka sebesar 0,110. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga dapat diartikan bahwa varians data antar kelompok tidak berbeda secara signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data memiliki varians yang homogen dan memenuhi salah satu prasyarat untuk melanjutkan uji hipotesis.

Berdasarkan uji prasyarat yang telah dilakukan, maka data penelitian dapat dilakukan uji hipotesis. Uji hipotesis dilakukan guna menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan analisis varians dua jalur (Two-Way ANOVA). Hasil uji hipotesis digambarkan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Hasil Uji ANOVA Dua Jalur

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Berpikir Analisis					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11362.187a	3	3787.396	82.731	.000
Intercept	190062.567	1	190062.567	4151.663	.000
Kelas	2545.409	1	2545.409	55.601	.000
Motivasi	4632.431	1	4632.431	101.189	.000
Kelas * Motivasi	244.003	1	244.003	5.330	.025
Error	2655.232	58	45.780		
Total	237938.000	62			
Corrected Total	14017.419	61			

a. R Squared = .811 (Adjusted R Squared = .801)

Tabel 10 menyajikan hasil pengujian pengaruh model pembelajaran berbasis STEM dan motivasi belajar terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik. Hipotesis pertama berkaitan dengan perbedaan keterampilan berpikir analisis antara peserta didik yang diajar menggunakan model pembelajaran berbasis STEM dan model konvensional. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai F sebesar 55.601 dengan signifikansi 0,000 ($< 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa H_1 diterima, yang berarti terdapat perbedaan keterampilan berpikir analisis antara peserta didik yang diajar menggunakan model pembelajaran berbasis STEM dan model konvensional.

Hipotesis kedua menguji perbedaan keterampilan berpikir analisis berdasarkan tingkat motivasi belajar peserta didik. Hasil analisis menunjukkan nilai F sebesar 101.189 dengan signifikansi 0,000 ($< 0,05$). Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan keterampilan berpikir analisis antara peserta didik dengan motivasi belajar tinggi dan rendah. Dengan kata lain, tingkat motivasi belajar berkontribusi terhadap perbedaan keterampilan berpikir analisis peserta didik. Oleh karena itu, H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Hipotesis ketiga berkaitan dengan interaksi antara model pembelajaran dan motivasi belajar terhadap keterampilan berpikir analisis. Hasil pengujian menunjukkan nilai F sebesar 5,330 dengan signifikansi 0,025 ($< 0,05$). Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan motivasi belajar. Artinya, H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Pembahasan

Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Analisis Peserta Didik

Hasil pengujian hipotesis pertama menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik sekolah dasar. Berdasarkan hasil uji ANOVA dua jalur diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ dengan nilai F sebesar 55,601. Selain itu, rata-rata posttest kelompok eksperimen sebesar 69,84 lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar 50,03. Temuan tersebut menunjukkan bahwa peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran berbasis STEM memiliki keterampilan berpikir analisis yang lebih baik dibandingkan peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran konvensional.

Penerapan pembelajaran berbasis STEM pada materi energi alternatif dilakukan melalui beberapa tahapan. Pada tahap reflection, guru menyajikan masalah kontekstual terkait penggunaan energi, sedangkan siswa mengidentifikasi permasalahan dan informasi penting. Pada tahap research, siswa mencari informasi tentang jenis dan pemanfaatan energi alternatif dari buku IPAS, bahan ajar, dan sumber digital. Pada tahap discovery, guru membimbing siswa merancang solusi

berupa proyek energi alternatif sederhana, seperti pemanfaatan energi matahari, kemudian siswa membuat dan menguji produk pada tahap application. Selanjutnya, pada tahap communication, siswa mempresentasikan dan mengevaluasi hasil proyek berdasarkan fungsi, kelebihan, dan kendala yang ditemukan.

Peningkatan keterampilan berpikir analisis pada kelompok eksperimen terjadi karena pembelajaran berbasis STEM memberikan pengalaman belajar yang kontekstual, aktif, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Pembelajaran kontekstual dilakukan melalui pengaitan konsep energi alternatif dengan permasalahan kehidupan sehari-hari, sedangkan pembelajaran aktif terlihat dari kegiatan mencari informasi, berdiskusi, merancang, membuat, dan menguji proyek. Proses pemecahan masalah mendorong peserta didik menganalisis informasi, menentukan solusi, serta mengevaluasi hasil proyek sehingga kemampuan berpikir analisis berkembang. Hal ini sesuai yang dikemukakan dalam penelitian bahwa pembelajaran berbasis STEM memberikan pendekatan dinamis yang berpusat pada siswa yang menumbuhkan keterlibatan yang bermakna, pemahaman kontekstual, dan keterampilan pemecahan masalah dunia nyata (Fatihatur Roisah et al., 2025; Winaryati et al., 2025). Pembelajaran STEM mengintegrasikan aspek science, technology, engineering, dan mathematics dalam satu kesatuan proses pembelajaran sehingga peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga menggunakan konsep tersebut untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual (Kelley & Knowles, 2016; Portillo-Blanco et al., 2025; Roehrig et al., 2021). Pada materi energi alternatif, peserta didik dilibatkan dalam kegiatan proyek yang diawali dengan mengidentifikasi permasalahan terkait pemanfaatan energi dalam kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan energi listrik yang terus meningkat dan keterbatasan sumber energi fosil. Peserta didik kemudian mengumpulkan informasi melalui buku IPAS, sumber belajar digital yang disediakan guru, serta hasil diskusi kelompok untuk memahami konsep energi alternatif dan berbagai cara pemanfaatannya. Berdasarkan informasi yang diperoleh, peserta didik merancang solusi berupa pemanfaatan sumber energi alternatif sederhana yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Solusi tersebut diwujudkan dalam bentuk proyek pembuatan produk sederhana berbasis energi alternatif, seperti model pembangkit listrik tenaga surya mini menggunakan panel surya sederhana atau alat pemanfaatan energi alternatif lainnya. Setelah produk selesai dibuat, peserta didik melakukan pengujian terhadap fungsi produk, mengamati kelebihan dan keterbatasan hasil proyek, serta melakukan refleksi melalui diskusi untuk mengevaluasi kesesuaian antara rancangan awal dan hasil akhir proyek. Keterlibatan aktif tersebut mendorong berkembangnya keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya keterampilan berpikir analisis.

Setiap tahapan dalam sintaks pembelajaran STEM berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan berpikir analisis peserta didik (Nguyễn et al., 2025). Proyek berbasis STEM sering kali melibatkan identifikasi masalah, menyelidiki penyebab, merancang solusi, dan mengujinya, yang selaras dengan tahap penemuan dan aplikasi. Kegiatan ini mengembangkan kemampuan siswa untuk menganalisis dan memecahkan masalah kompleks secara sistematis (Capraro et al., 2018; K. Yulianti & Kaniawati, 2022). Kondisi tersebut tercermin dalam setiap tahapan pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk melakukan proses analisis secara bertahap, mulai dari mengidentifikasi masalah hingga mengomunikasikan solusi yang diperoleh. Pada tahap reflection, peserta didik menganalisis masalah kontekstual terkait penggunaan energi listrik yang meningkat dan keterbatasan energi fosil. Peserta didik mengidentifikasi fakta seperti sumber energi yang digunakan, dampak penggunaan energi fosil, serta potensi energi alternatif (matahari, angin, dan air). Selanjutnya, peserta didik memilah informasi yang relevan untuk menentukan solusi, sebagai bentuk kemampuan differentiating. Keterampilan analisis terlihat dari kemampuan

membedakan informasi penting dalam suatu permasalahan (Bangun & Zuzanti, 2025; Firdaus & Ismail, 2023; Maqruf et al., 2023). Pada tahap research, peserta didik mengumpulkan dan mengorganisasi informasi tentang konsep energi alternatif, sumber energi terbarukan, cara kerja pemanfaatannya, serta keterkaitannya dengan kebutuhan energi dalam kehidupan sehari-hari. Informasi diperoleh dari buku IPAS, bahan ajar yang disediakan guru, dan sumber digital yang relevan. Peserta didik kemudian menghubungkan konsep energi, perubahan bentuk energi, dan teknologi pemanfaatan energi alternatif sebagai dasar dalam merancang solusi proyek. Pada tahap research, peserta didik mengumpulkan dan mengorganisasi informasi dari berbagai sumber untuk memahami masalah dan menemukan hubungan antar konsep, yang menunjukkan kemampuan organizing (Wang, Matore, et al., 2025). Tahap discovery mendorong peserta didik merancang solusi melalui penalaran logis dan kemampuan attributing dalam menentukan hubungan sebab-akibat (Maharani & Mahmudi, 2022; Mandasari, 2021). Tahap discovery mendorong peserta didik merancang solusi melalui penalaran logis dan kemampuan attributing dalam menentukan hubungan sebab-akibat. Peserta didik menghasilkan rancangan solusi berupa desain pemanfaatan energi alternatif sederhana, seperti rancangan alat yang memanfaatkan energi matahari atau sumber energi terbarukan lainnya untuk mengatasi permasalahan kebutuhan energi. Dalam tahap ini, peserta didik menentukan hubungan antara sumber energi, proses perubahan energi, komponen alat, serta fungsi produk yang akan dibuat.

Selanjutnya, pada tahap application, peserta didik mengimplementasikan dan mengevaluasi proyek energi alternatif sehingga keterampilan analisis berkembang melalui pengalaman langsung (Kim et al., 2025; Yadav et al., 2024). Peserta didik mengimplementasikan dan mengevaluasi proyek energi alternatif berupa pembuatan model sederhana pemanfaatan energi matahari, seperti lampu tenaga surya mini. Peserta didik menguji fungsi produk, menganalisis kesesuaian antara rancangan dan hasil, serta mengevaluasi kelebihan dan kendala proyek sehingga keterampilan analisis berkembang melalui pengalaman langsung. Pada tahap communication, peserta didik mempresentasikan hasil analisis dan mempertahankan argumentasi berdasarkan data, yang mendukung perkembangan berpikir analitis melalui interaksi social (Chen et al., 2024; Spaska et al., 2021).

Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir analisis, sintesis, dan pengenalan hubungan antar konsep. Dalam studi kuasi-eksperimen, siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis STEM menunjukkan hasil yang lebih baik secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol yang menggunakan metode tradisional (Alazri & Shahat, 2025; Rosidin et al., 2019). STEM juga terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis, yang mencakup analisis, evaluasi, dan kemampuan untuk memecahkan masalah kompleks (Astawan et al., 2023; Dermawan et al., 2023; Rehmat & Hartley, 2020).

Pengaruh Motivasi Belajar terhadap Keterampilan Berpikir Analisis Peserta Didik

Hasil pengujian hipotesis kedua menunjukkan bahwa motivasi belajar berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik. Berdasarkan hasil uji ANOVA dua jalur diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ dengan nilai F sebesar 101,189. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan berpikir analisis antara peserta didik yang memiliki motivasi belajar tinggi dan peserta didik yang memiliki motivasi belajar rendah. Pengelompokan motivasi belajar didasarkan pada hasil angket motivasi belajar yang mencakup indikator ketekunan dalam belajar, minat dan perhatian terhadap pembelajaran, keaktifan dalam mengikuti kegiatan pembelajaran, serta dorongan untuk menyelesaikan tugas. Peserta didik dengan skor angket tinggi dikategorikan memiliki

motivasi belajar tinggi yang ditunjukkan melalui keterlibatan aktif, ketekunan, dan kemauan menyelesaikan tugas, sedangkan peserta didik dengan skor lebih rendah dikategorikan memiliki motivasi belajar rendah yang ditunjukkan melalui keterlibatan dan ketekunan belajar yang lebih rendah.

Motivasi belajar berperan penting dalam mendorong keterlibatan kognitif peserta didik selama proses pembelajaran (He & Ong, 2025; Song et al., 2026). Motivasi berkaitan dengan dorongan internal individu untuk mengontrol, mengarahkan, dan mempertahankan aktivitas belajar (Luo et al., 2021; Oktayani et al., 2025). Dalam penelitian ini, peserta didik yang memiliki motivasi belajar tinggi menunjukkan keterlibatan yang lebih aktif dalam memahami masalah, mencari informasi, mengolah data, dan mengevaluasi solusi yang diperoleh. Hal tersebut terlihat ketika peserta didik menganalisis permasalahan penggunaan energi dalam kehidupan sehari-hari, mencari informasi tentang sumber energi alternatif dari buku IPAS dan sumber belajar yang tersedia, mengolah informasi untuk menentukan jenis energi alternatif yang sesuai, serta mengevaluasi hasil proyek berdasarkan fungsi dan kesesuaian produk dengan rancangan awal. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa siswa dengan motivasi tinggi menunjukkan keterlibatan kognitif yang lebih besar, seperti menganalisis dan mensintesis informasi, dan keterlibatan perilaku, seperti partisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran (E & Benjamin, 2024; Mamombe et al., 2022). Aktivitas tersebut secara langsung melibatkan kemampuan berpikir analisis, seperti mengidentifikasi hubungan antar konsep, menguraikan informasi, dan menarik kesimpulan secara logis.

Selain itu, motivasi berfungsi sebagai dorongan internal yang memengaruhi respons individu terhadap stimulus pembelajaran (DePasque & Tricomi, 2015). Individu dengan motivasi tinggi lebih sensitif terhadap umpan balik positif, yang meningkatkan proses belajar dan memori (Murty & Dickerson, 2016). Dalam konteks penelitian ini, motivasi belajar yang tinggi membuat peserta didik lebih aktif dalam menyelesaikan permasalahan, mencoba berbagai alternatif solusi, dan mengevaluasi hasil pembelajaran. Oleh karena itu, semakin tinggi motivasi belajar peserta didik, maka semakin optimal pula perkembangan keterampilan berpikir analisisnya (Badaruddin & Untung, 2020; Martín & Montero, 2019). Studi menunjukkan bahwa siswa dengan motivasi tinggi cenderung lebih mampu mengidentifikasi masalah, menganalisis data, dan menarik kesimpulan yang relevan (Anthonysamy et al., 2024). Temuan serupa menunjukkan bahwa motivasi belajar yang tinggi dapat meningkatkan perhatian, keterlibatan, dan ketekunan peserta didik dalam proses pembelajaran (Abzhanova et al., 2025). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa motivasi intrinsik memiliki hubungan positif dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi karena peserta didik terdorong untuk belajar secara mendalam dan aktif mengeksplorasi pengetahuan (Andriani et al., 2020; Stavropoulou et al., 2025). Motivasi belajar memiliki kontribusi yang signifikan terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik. Semakin tinggi motivasi belajar yang dimiliki peserta didik, maka semakin besar pula keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran, sehingga kemampuan berpikir analisis berkembang secara lebih optimal.

Interaksi antara Model Pembelajaran Berbasis STEM dan Motivasi Belajar terhadap Keterampilan Berpikir Analisis Peserta Didik

Hasil pengujian hipotesis ketiga menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang signifikan antara model pembelajaran berbasis STEM dan motivasi belajar terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik. Berdasarkan hasil uji ANOVA dua jalur diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,025 < 0,05$ dengan nilai F sebesar 5,330. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas model pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir analisis dipengaruhi oleh tingkat motivasi belajar

peserta didik. Motivasi belajar tinggi terlihat ketika peserta didik aktif mengikuti setiap tahapan STEM, terutama pada tahap reflection saat mengidentifikasi masalah energi alternatif, tahap research ketika mencari dan mengolah informasi, serta tahap discovery ketika merancang dan membuat solusi proyek. Peserta didik dengan motivasi tinggi menunjukkan keingintahuan, ketekunan, dan keterlibatan dalam menyelesaikan proyek. Sebaliknya, peserta didik dengan motivasi belajar rendah cenderung membutuhkan arahan lebih banyak dari guru, kurang aktif dalam mencari informasi, kurang terlibat dalam diskusi kelompok, dan mengalami kesulitan dalam mengembangkan solusi pada tahapan perancangan serta evaluasi proyek. Hasil ini memperkuat penelitian yang menyatakan STEM yang dipadukan PBL/PjBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir analitis siswa (Bangun & Zuzanti, 2025).

Peserta didik dengan motivasi belajar tinggi menunjukkan hasil keterampilan berpikir analisis yang lebih optimal ketika belajar menggunakan model pembelajaran berbasis STEM dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional. Hal tersebut menunjukkan bahwa motivasi belajar memperkuat efektivitas implementasi pembelajaran STEM dalam proses pembelajaran IPAS. Pembelajaran STEM yang berorientasi pada pemecahan masalah menuntut keterlibatan aktif peserta didik dalam mengidentifikasi masalah, mengembangkan solusi, dan mengevaluasi hasil pembelajaran (Ong et al., 2026). Keterlibatan tersebut akan berlangsung lebih optimal apabila peserta didik memiliki motivasi belajar yang tinggi. Temuan ini dapat dijelaskan melalui teori self-regulated learning yang menjelaskan bahwa peserta didik yang memiliki motivasi tinggi cenderung lebih aktif dalam mengatur strategi belajar, memantau proses berpikir, dan mengevaluasi hasil pembelajaran (El-Adl & Alkharusi, 2020; Jandrić et al., 2018). Dalam pembelajaran STEM, kemampuan regulasi diri tersebut sangat diperlukan karena peserta didik dituntut untuk aktif mengeksplorasi informasi, menyusun solusi, dan menyelesaikan proyek secara mandiri maupun kolaboratif (Baptista, 2025; Fitriani et al., 2025).

Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian yang menjelaskan bahwa motivasi dan keterlibatan aktif peserta didik menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan pembelajaran inovatif (Majid & Winaryati, 2025, 2025). Selain itu, penelitian ini juga didukung dengan penelitian yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis pemecahan masalah akan lebih efektif meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi apabila peserta didik memiliki motivasi belajar yang tinggi (Sulastri et al., 2019; E. Yulianti et al., 2020). Temuan penelitian ini juga dapat dijelaskan melalui teori Stimulus–Response dimana pembelajaran berbasis STEM berperan sebagai stimulus yang diberikan kepada peserta didik, sedangkan keterampilan berpikir analisis merupakan respons yang muncul sebagai hasil dari proses pembelajaran. Ketika stimulus berupa pembelajaran STEM dipadukan dengan motivasi belajar yang tinggi, maka respons yang dihasilkan berupa keterampilan berpikir analisis menjadi lebih optimal. Oleh karena itu, interaksi antara model pembelajaran berbasis STEM dan motivasi belajar memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir analisis peserta didik sekolah dasar.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik sekolah dasar pada pembelajaran IPAS materi energi alternatif. Peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran berbasis STEM memiliki keterampilan berpikir analisis yang lebih tinggi dibandingkan peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran konvensional. Selain itu, motivasi belajar juga terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata keterampilan berpikir analisis peserta didik

pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Berdasarkan hasil uji ANOVA dua jalur diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ untuk pengaruh model pembelajaran dan motivasi belajar terhadap keterampilan berpikir analisis. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM mampu menciptakan proses pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan berorientasi pada pemecahan masalah sehingga mendorong berkembangnya kemampuan berpikir analisis peserta didik. Penelitian ini juga menemukan adanya interaksi yang signifikan antara model pembelajaran berbasis STEM dan motivasi belajar terhadap keterampilan berpikir analisis peserta didik. Peserta didik yang memiliki motivasi belajar tinggi menunjukkan keterampilan berpikir analisis yang lebih optimal ketika mengikuti pembelajaran berbasis STEM. Hal tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi pembelajaran STEM dipengaruhi oleh keterlibatan dan motivasi belajar peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian pembelajaran berbasis STEM pada jenjang sekolah dasar, khususnya dalam meningkatkan keterampilan berpikir analisis peserta didik pada pembelajaran IPAS. Penelitian ini juga memperkuat teori konstruktivisme dan pembelajaran kontekstual yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun pengetahuan melalui pemecahan masalah nyata. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi guru sekolah dasar dalam memilih model pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik, khususnya keterampilan berpikir analisis dan motivasi belajar. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel yang hanya melibatkan empat sekolah dasar di Kecamatan Wuryantoro serta fokus penelitian yang terbatas pada materi energi alternatif dalam pembelajaran IPAS. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih luas, jenjang pendidikan yang berbeda, serta mengkaji variabel lain seperti kreativitas, self-regulated learning, literasi digital, dan kemampuan pemecahan masalah untuk memperkuat kajian efektivitas pembelajaran berbasis STEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Abzhanova, S., Aitenova, D., Orazbekuly, K., Narkulova, B., & Nurgali, S. (2025). The Effectiveness Of Primary School Students' Learning Motivation Enhancement By Success Situations. *Journal of Posthumanism*. <https://doi.org/10.63332/joph.v5i7.2938>
- Afriliyadi, A. R., Permatasari, B. D., Ibrahim, M. M., Japar, M., & Kardiman, Y. (2025). Strategi Role Playing untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Pendidikan Pancasila. *Parameter*, 37(1), 42–57.
- Al-Thomali, Y. (2021). The effect of active learning with block and problem based learning on motivation, and academic performance of dental students-a prospective study. *International Journal of Current Research and Review*, 13(5 Special Issue), 110–118. <https://doi.org/10.31782/IJCRR.2021.SP145>
- Alazri, A. A., & Shahat, M. A. (2025). Enhancing Systems Thinking in Elementary Science Education: A STEM-Based Approach for Fourth-Grade Learners. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 17(4), 629–641. <https://doi.org/10.26822/iejee.2025.404>
- Alda, A., Sundahry, S., & Agrita, T. (2025). Project-Based Learning Improves Process and Outcomes of Grade V Science Learning. *Indonesian Journal of Innovation Studies*. <https://doi.org/10.21070/ijins.v26i4.1644>
- Andriani, R., Hidayat, A., Supriana, E., & Anantanukulwong, R. (2020). Examining the relationship between students' motivation and critical thinking skills in learning torque and static equilibrium. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3).

- <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032087>
- Anggraini, W., Saqila, M. S., Suryadi, A., & Suwarna, I. P. (2025). *Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Energi Terbarukan melalui PjBL-STEM dengan Design Thinking*. 13(2), 321–335.
- Anthonyamy, L., Sugendran, P., Wei, L. O., & Hoon, T. S. (2024). An improved metacognitive competency framework to inculcate analytical thinking among university students. *Education and Information Technologies*, 29(17), 22475–22497. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12678-z>
- Astawan, I. G., Suarjana, I. M., Werang, B. R., Asaloei, S. I., Sianturi, M., & Elele, E. C. (2023). STEM-Based Scientific Learning And Its Impact On Students' Critical And Creative Thinking Skills: An Empirical Study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(3), 482–492. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i3.46882>
- Astuti, L., Sodik, A., & Yanti, Y. (2025). Students' Analytical Thinking Skills in Social Science Subjects in Elementary Schools: CORE Learning Model. *ETDC: Indonesian Journal of Research and Educational Review*. <https://doi.org/10.51574/ijrer.v4i3.3182>
- Badaruddin, M., & Untung, S. (2020). The influence of learning motivation on the learning outcomes of vocational students at lampung university. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(5), 133–140. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083790827&partnerID=40&md5=ab4be9e0d77f34a9a845df67316f524d>
- Bangun, R. H. B., & Zuzanti, Z. (2025). Analisis Kemampuan Analytical Thinking Skill Siswa SMA Swasta Masehi Berastagi dalam Perspektif Bimbingan Karir. *YASIN*. <https://doi.org/10.58578/yasin.v5i6.7874>
- Baptista, M. (2025). Self-Regulation and Teacher Feedback in Problem-Based Learning on the Water Hardness. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci15030309>
- Capraro, R. M., Barroso, L. R., Nite, S., Rice, D., Lincoln, Y., Young, J., & Young, J. (2018). Developing a useful and integrative STEM disciplinary language. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.18404/ijemst.357646>
- Chen, X., Zhao, H., Jin, H., & Li, Y. (2024). Exploring college students' depth and processing patterns of critical thinking skills and their perception in argument map(AM)-supported online group debate activities. *Thinking Skills and Creativity*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101467>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications.
- DePasque, S., & Tricomi, E. (2015). Effects of intrinsic motivation on feedback processing during learning. *NeuroImage*, 119, 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.06.046>
- Dermawan, O., Ayu, S. M., & Gemilang, S. S. (2023). The influence of STEM-based blended learning model assisted by schoology on critical thinking skills. *AIP Conference Proceedings*, 2595. <https://doi.org/10.1063/5.0123682>
- Díaz-Guio, D. A., & Ruiz-Ortega, F. J. (2019). Relationship among mental models, theories of change, and metacognition: structured clinical simulation. *Colombian Journal of Anesthesiology*, 47(2), 113–116. <https://doi.org/10.1097/CJ9.0000000000000107>
- E, S., & Benjamin, A. E. W. (2024). Studying the student's perceptions of engagement and problem-solving skills for academic achievement in chemistry at the higher secondary level. *Education and Information Technologies*, 29(7), 8347–8368. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12165-x>
- El-Adl, A., & Alkharusi, H. (2020). Relationships between self-regulated learning

- strategies, learning motivation and mathematics achievement. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 15(1), 104–111. <https://doi.org/10.18844/cjes.v15i1.4461>
- Fatihatur Roisah, L., Hamimi, E., Yulianti, E., Fardhani, I., & Mulyati, Y. (2025). The Influence of Design Thinking Learning with STEM Approach on Problem Solving Skills in Motion and Force Topics. *Journal of Physics: Conference Series*, 3148(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/3148/1/012018>
- Firdaus, H., & Ismail, I. (2023). Proses Berpikir Analitis Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah Matematika Ditinjau dari Kemampuan Matematika. *MATHEdunesa*. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v12n3.p797-813>
- Fitriani, R., Suwono, H., Ibrohim, I., & Lukiati, B. (2025). Enhancing preservice teachers' collaborative problem solving through STEM project-based learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*. <https://doi.org/10.11591/ijere.v14i3.27725>
- Fitriyanti, D., Mudiono, A., & Suciptaningsih, O. (2025). Analysis of critical thinking skills of primary students in IPAS learning. *Journal of Research in Instructional*. <https://doi.org/10.30862/jri.v5i1.539>
- He, C., & Ong, E. (2025). Post-pandemic shifts in online learning: motivation and engagement of Chinese students. *Educational Research and Evaluation*, 30(5–6), 520–536. <https://doi.org/10.1080/13803611.2025.2482618>
- Ibad, T. N., Oktori, A. R., Wahidah, F., & Prasetyo, S. (2023). Kurikulum dan Pendidikan: Kajian Konseptual Pembelajaran Science di Madrasah Ibtidaiyah Indonesia dan Sekolah Dasar Negara Maju. *AR-RIAYAH: Jurnal Pendidikan Dasar*. <https://doi.org/10.29240/jpd.v7i2.8674>
- Ibrahim, I., Khalid, M. W. B., Shoukat, G., & Sajid, M. (2018). An integrated approach for the teaching of pipe network analysis using project based learning. *American Society of Mechanical Engineers, Fluids Engineering Division (Publication) FEDSM*, 1. <https://doi.org/10.1115/FEDSM2018-83382>
- Jandrić, D., Boras, K., & Šimić, Z. (2018). Gender and age differences in motivation and self-regulated learning. *Psihologijske Teme*, 27(2), 177–193. <https://doi.org/10.31820/pt.27.2.3>
- Jeyamala, C., & Abirami, A. M. (2020). Enhancing student learning and engagement in freshman course on problem solving using computers. *Journal of Engineering Education Transformations*, 33(Special Issue), 192–200. <https://doi.org/10.16920/jeet/2020/v33i0/150144>
- Kelley, T., & Knowles, J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kim, L., Imjai, N., Kaewjomnong, A., Dowpiset, K., & Aujiapongpan, S. (2025). Does experiential learning matter to strategic intuition skills of MBA students? Implications of diagnostic capabilities and critical thinking skills. *International Journal of Management Education*, 23(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101138>
- Krishnan, P. (2019). A review of the non-equivalent control group post-test-only design. *Nurse Researcher*, 26(2), 37–40. <https://doi.org/10.7748/nr.2018.e1582>
- Luo, Y., Lin, J., & Yang, Y. (2021). Students' motivation and continued intention with online self-regulated learning: A self-determination theory perspective. *Zeitschrift Fur Erziehungswissenschaft*, 24, 1379–1399. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01042-3>
- Maharani, D. P., & Mahmudi, A. (2022). How is the relation between problem solving ability and logical thinking ability? *AIP Conference Proceedings*, 2575. <https://doi.org/10.1063/5.0107931>

- Mahyastuti, I., & Susanto, H. (2020). Strategies containing analytical thinking in solving contextual problems. *AIP Conference Proceedings*, 2215. <https://doi.org/10.1063/5.0000850>
- Majid, M. N., & Winaryati, E. (2025). Peningkatan Motivasi Belajar Peserta Didik Melalui Penerapan Model Pembelajaran Core Di Kelas X SMA Negeri 15 Semarang. *Journal of Lesson Study in Teacher Education*. <https://doi.org/10.51402/jlste.v3i2.145>
- Maladzhi, R. W., Nemavhola, F., Ntunka, M. G., Moloi, K., Mthombeni, N. H., & Tsoe, M. S. (2024). Addressing Challenges and Solutions for Scaling up Project-Based Learning Initiatives in Large Engineering Programs. *2024 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council, WEEF-GEDC 2024*. <https://doi.org/10.1109/WEEF-GEDC63419.2024.10854922>
- Mamombe, C., Mathabathe, K. C., & Gaigher, E. (2022). From the Familiar to the Abstract: Exploring Grade 11 Learners' Development in Stoichiometry Problem Solving Competency with Exposure to POGIL. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 26(2), 166–180. <https://doi.org/10.1080/18117295.2022.2115652>
- Mandasari, N. (2021). Problem-based learning model to improve mathematical reasoning ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1731(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1731/1/012041>
- Maqruf, A., Herman, T., Anwar, L., Wicaksono, A., & Warli, D. (2024). Students' Analytical Thinking Process in Solving Sets Problems in Terms of The Characteristics of Pseudo Thinking. *Acta Scientiae*, 26(4), 1–24. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.8099>
- Maqruf, A., Sudirman, S., & Muksar, M. (2023). Karakteristik Proses Berpikir Analitis Siswa Dalam Memecahkan Permasalahan Himpunan. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6266>
- Martín, A. N., & Montero, I. V. (2019). Cognitive and motivational predictive variables associated with performance in university students of health sciences. *Revista Cubana de Educacion Medica Superior*, 33(1). <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85075605805&partnerID=40&md5=2b5eb4f3fde93b7009181a8fb30b7204>
- Murty, V. P., & Dickerson, K. C. (2016). Motivational influences on memory. *Advances in Motivation and Achievement*, 19, 203–227. <https://doi.org/10.1108/S0749-742320160000019019>
- Nguyễn, L. C., Van Ngô, N., & Van Hung, M. (2025). Teaching STEM using the 5E model approach: Assessing problem-solving skills of middle school students. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i2.5516>
- Oakkarawong, P., & Samat, C. (2016). Designing framework of augmented reality learning environment to promote analytical thinking for grade 8 student. *ICCE 2016 - 24th International Conference on Computers in Education: Think Global Act Local - Workshop Proceedings*, 190–198. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85018948789&partnerID=40&md5=f610ea84461ec91ec2641806486df80d>
- Oktayani, E., Andriani, P., Firman, M., Ikhsan, A., Kunci—, K., Belajar, M., & Merdeka, K. (2025). Analisis Motivasi Belajar Siswa Di Era Kurikulum Merdeka. *MANAJERIAL: Jurnal Inovasi Manajemen Dan Supervisi Pendidikan*. <https://doi.org/10.51878/manajerial.v5i1.4750>
- Ong, Y. S., Koh, J., Tan, A.-L., & Ng, Y. S. (2026). Productive Transdisciplinary Engagement: A Framework for Integrated STEM Learning Design. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-026-10331-y>

- Persano Adorno, D., Scardulla, F., D'Acquisto, L., & Pizzolato, N. (2023). Design of an open-lab activity for engineering students: A case study. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 51(1), 47–65. <https://doi.org/10.1177/03064190221143318>
- Portillo-Blanco, A., Guisasola, J., & Zuza, K. (2025). Integrated STEM education: addressing theoretical ambiguities and practical applications. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1568885>
- Qi, Y., An, C., Huang, C., Lv, H., & Zhang, H. (2024). Enhancing Critical Thinking in Vocational Chemistry Education: Active Learning Strategies in Vocational Training. *Journal of Chemical Education*, 101(11), 4892–4903. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00887>
- Qolfathiriyus, A., Sujadi, I., & Indriati, D. (2019). Characteristic profile of analytical thinking in mathematics problem solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032123>
- Rehmat, A. P., & Hartley, K. (2020). Building engineering awareness: Problem-based learning approach for STEM integration. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28636>
- Roehrig, G., Dare, E., Ring-Whalen, E., & Wieselmann, J. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8, 1–21. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8>
- Rosidin, U., Suyatna, A., & Abdurrahman, A. (2019). A combined HOTS-based assessment/STEM learning model to improve secondary students' thinking skills: A development and evaluation study. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(3), 435–448. <https://doi.org/10.17478/jegys.518464>
- Saeed, B. A., & Ramdane, T. (2022). The effect of implementation of a creative thinking model on the development of creative thinking skills in high school students: A systematic review. *Review of Education*, 10(3). <https://doi.org/10.1002/rev3.3379>
- Samat, C., Akapon, K., & Chaijaroen, S. (2018). Designing framework of designing tablet application learning environment for enhancing analytical thinking on science. *ICCE 2017 - 25th International Conference on Computers in Education: Technology and Innovation: Computer-Based Educational Systems for the 21st Century, Work In Progress Posters Proceedings*, 27–29. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85054184783&partnerID=40&md5=c35af15b92b8ffe638402da95c622699>
- Samatowa. (2016). *Pendidikan Anak Usia Dini*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Selpianti, S., Zulnuraini, Z., Khairunnisa, K., Aras, N. F., & Wilade, S. (2025). Enhancing Students' Learning Outcomes in Science and Social Studies through the Inquiry-Based Learning Model in Grade V Elementary School. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*. <https://doi.org/10.56916/jirpe.v4i4.2566>
- Sirih, M., Munir, A., & Sabilu, M. (2025). Enhancing Analytical Thinking in Biology Through Project-Based Learning and Self-Regulated Learning: The Moderating Role of Prior Knowledge. *Journal of Curriculum Studies Research*, 7(2), 352–372. <https://doi.org/10.46303/jcsr.2025.25>
- Song, J., Wang, W.-Y., Shang, C., Moss, A. C., HosseiniKhezri, A., & Chen, A. (2026). Motivation–Engagement–Achievement Pathway in Learning Caloric-Balanced Living in High School Physical Education: An Expectancy-Value Perspective. *Journal of Teaching in Physical Education*, 45(1), 12–22. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2023-0342>
- Spaska, A. M., Savishchenko, V. M., Komar, O. A., Hritchenko, T. Y., & Maidanyk, O. V. (2021). Enhancing analytical thinking in tertiary students using debates.

- European Journal of Educational Research*, 10(2), 879–889. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.2.879>
- Stavropoulou, G., Daniilidou, A., & Nerantzaki, K. (2025). Exploring the Interplay of Motivation, Self-Efficacy, Critical Thinking, and Self-Regulation in Predicting Academic Achievement Among University Students. *F1000Research*, 14. <https://doi.org/10.12688/f1000research.161821.2>
- Sukmana, R. W. (2017). Pendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (Stem) Sebagai Alternatif Dalam Mengembangkan Minat Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2. <https://doi.org/10.23969/jp.v2.i2.798>
- Sulastri, K., Rintayati, P., & Sarwono, S. (2019). Improving Higher Order Thinking Skills and Students' Learning Interest through Problem-Based Learning Model on Literacy. *Proceedings of the Third International Conference of Arts, Language and Culture (ICALC 2018)*. <https://doi.org/10.2991/icalc-18.2019.49>
- Supriyadin, I., Asrin, & Mardiana, N. (2025). Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas IV pada Mata Pelajaran IPAS Di SDN 40 Mataram. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i4.1518>
- Surin, S., & Damrongpanit, S. (2024). Quantifying Influence: Propensity Score Matching Unravels the True Effect Sizes of Learning Management Models on Students' Analytical Thinking. *European Journal of Educational Research*, 13(4), 1535–1553. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.4.1535>
- Tan, H. X., & Sen, A. (2025). Exploring the Relationship between Brain-Based Learning and Thinking Skills through Smart Education: A Scoping Review on the Development of Study Material and Its Effectiveness. *Interaction Design and Architecture(S)*, 67, 58–96. <https://doi.org/10.55612/S-5002-067-003>
- Wang, M., Matore, M., & Rosli, R. (2025). Analytical Thinking in Mathematics: A Systematic Literature Review on Research Types and Content. *International Journal of Instruction*. <https://doi.org/10.29333/iji.2025.1849a>
- Wang, M., Mohd Matore, M. E. E., & Rosli, R. (2025). A systematic literature review on analytical thinking development in mathematics education: trends across time and countries. *Frontiers in Psychology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1523836>
- Waseso, H. P., Sekarinasih, A., & Prasetyo, S. (2024). Implementasi Pembelajaran Sains dalam Kurikulum Merdeka: Membangun Kemandirian Berpikir Siswa Sekolah Dasar. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*. <https://doi.org/10.14421/njpi.2024.v4i4-8>
- Widiyati, Y., Nurwahidah, I., Sari, D. S., Masykuri, M., & Budiyanto, C. W. (2020). STEM-Project based learning integration on bioacoustics worksheet to enhance critical thinking skills. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3452144.3452279>
- Wijaya, A. P., Nusantara, T., & Hidayanto, E. (2023). How Are Students' Prior Knowledge Differentiate Analytical Thinking Process in Identifying the Convergence of Real Number Sequences? *International Journal of Instruction*, 16(1), 205–218. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16112a>
- Winaryati, E., Wardat, Y., Setiawan, A., Iksan, Z. H., Rauf, R. A. A., Kusumaningrum, W. I., & Nurdiana, L. (2025). Developing 21st Century Skills Through STEM-Based Lesson Study and Project-Based Approaches in Chemistry Learning. *Educational Process: International Journal*, 19. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.19.534>
- Wulandari, A., Sukarno, S., & Matsuri, M. (2023). Implementation of IPAS with an

- Inquiry Learning Model in Grade 4 Primary School. *Mimbar Sekolah Dasar*. <https://doi.org/10.53400/mimbar-sd.v10i3.63099>
- Yadav, M., Mishra, D., Misra, S., Dewasiri, N. J., & Mittal, S. (2024). The impact of experiential learning on revitalizing critical thinking skills for workforce preparation. In *Revitalizing Student Skills for Workforce Preparation* (pp. 353–369). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3856-8.ch012>
- Yulianti, E., Pratiwi, N., Mustikasari, V. R., Putri, A., Hamimi, E., & Rahman, N. F. A. (2020). Evaluating the effectiveness of problem-based learning in enhancing students' higher order thinking skills. *28th Russian Conference On Mathematical Modelling In Natural Sciences*. <https://doi.org/10.1063/5.0000638>
- Yulianti, K., & Kaniawati, I. (2022). Implementation of STEM-Based Learning in the Context of ESD in Equipping Students' Problem Solving Ability. *AIP Conference Proceedings*, 2468. <https://doi.org/10.1063/5.0102426>
- Yusra, R. A., Kusumah, F. H., & Suryadi, A. (2025). Pengaruh PjBL-STEM terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Energi Terbarukan dalam Mendukung Pendidikan yang Berkualitas. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13, 26–37.