

PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA: STUDI EKSPERIMEN

Miswatul Hasanah^{1*}, Haris Munandar², Julita³

^{1,2,3} Pendidikan IPA, Universitas Bina Bangsa Getsempena, Banda Aceh, Indonesia

*Corresponding author: miswatul.hasanah@gmail.com

Abstrak

Kemampuan pemecahan masalah merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran IPA, tetapi pembelajaran perlu memberikan pengalaman yang memungkinkan siswa menghadapi masalah kontekstual, melakukan penyelidikan, dan mengembangkan solusi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pembelajaran berbasis masalah terintegrasi sains, teknologi, rekayasa, dan matematika terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain pretest-posttest control group. Subjek penelitian berjumlah 58 siswa, terdiri atas 28 siswa kelompok eksperimen dan 30 siswa kelompok kontrol. Data dikumpulkan melalui tes uraian dan dianalisis menggunakan statistik deskriptif, peningkatan ternormalisasi, serta uji perbedaan rata-rata. Hasil menunjukkan rata-rata kemampuan pemecahan masalah kelompok eksperimen meningkat dari 53,96 menjadi 85,66, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 53,07 menjadi 72,97. Perbedaan setelah pembelajaran signifikan dengan nilai $p < 0,001$. Dengan demikian, pembelajaran berbasis masalah terintegrasi STEM memberikan hasil yang lebih baik dalam memperkuat kemampuan pemecahan masalah siswa.

Kata Kunci: Pembelajaran Berbasis Masalah, *STEM*, Kemampuan Pemecahan Masalah, Pembelajaran IPA

Abstract

Problem-solving skills are essential competencies in science learning, yet learning activities need to provide students with opportunities to engage in contextual problems, conduct investigations, and develop solutions. This study aimed to analyze the effect of Problem Based Learning integrated with Science, Technology, Engineering, and Mathematics on students' problem-solving skills. A quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design was employed. The participants were 58 students, consisting of 28 students in the experimental group and 30 students in the control group. Data were collected through an essay-based test and analyzed using descriptive statistics, normalized gain, and a mean difference test. The results showed that the mean problem-solving score in the experimental group increased from 53.96 to 85.66, while the control group increased from 53.07 to 72.97. The difference after learning was statistically significant, with $p < 0.001$. Thus, Problem Based Learning integrated with STEM provided better outcomes in strengthening students' problem-solving skills.

Keywords: Problem Based Learning, *STEM*, Problem-Solving Skills, Science Learning

1. PENDAHULUAN

Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu kompetensi penting yang perlu dikembangkan melalui pembelajaran karena berkaitan dengan kemampuan siswa dalam memahami situasi, menganalisis informasi, menentukan strategi, serta menghasilkan dan mengevaluasi solusi (Mahanal et al., 2022). Dalam pembelajaran, kemampuan tersebut tidak cukup dikembangkan melalui penguasaan konsep secara teoritis saja, tetapi memerlukan pengalaman belajar yang memungkinkan siswa berhadapan dengan permasalahan autentik dan menggunakan pengetahuannya untuk menemukan penyelesaian. Pendekatan pembelajaran yang memberikan ruang bagi siswa untuk menyelidiki, mengambil keputusan, dan menguji

solusi menjadi penting dalam mendukung terbentuknya kemampuan tersebut.

Salah satu model pembelajaran yang memiliki karakteristik sesuai dengan kebutuhan tersebut adalah Problem Based Learning (PBL). PBL menempatkan permasalahan sebagai titik awal pembelajaran sehingga siswa didorong untuk memahami masalah, mengidentifikasi informasi yang diperlukan, melakukan penyelidikan, mengembangkan alternatif solusi, dan mengevaluasi hasil penyelesaian (Brears et al., 2011). Dengan karakteristik tersebut, PBL memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengalami proses pemecahan masalah secara langsung selama pembelajaran (Kim & Kim, 2026; Lonergan et al., 2022). Namun, proses penyelesaian masalah dalam PBL dapat diperkuat melalui pendekatan yang memungkinkan siswa mengintegrasikan pengetahuan dari berbagai bidang dalam menghasilkan solusi.

Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) menawarkan kerangka pembelajaran yang mengintegrasikan empat bidang tersebut dalam menghadapi permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan nyata (Hasanah et al., 2024). Pembelajaran STEM tidak hanya menekankan pemahaman konsep, tetapi juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan investigasi, menggunakan teknologi, merancang solusi melalui proses rekayasa, serta menerapkan penalaran matematis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam aktivitas investigasi dan pemecahan masalah serta mendukung perkembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Integrasi PBL dengan STEM menjadi relevan karena kedua pendekatan tersebut memiliki karakteristik yang saling melengkapi (Ismail et al., 2025; Smith et al., 2022). PBL menyediakan permasalahan sebagai konteks utama pembelajaran, sedangkan STEM memperkaya proses penyelesaian masalah melalui integrasi pengetahuan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Melalui integrasi tersebut, siswa tidak hanya diarahkan untuk memperoleh jawaban atas suatu permasalahan, tetapi juga terlibat dalam proses memahami masalah, melakukan penyelidikan, merancang solusi, menguji solusi, dan melakukan evaluasi. Dengan demikian, PBL terintegrasi STEM berpotensi menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual sekaligus memberikan ruang yang lebih luas bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah.

Sejumlah penelitian telah memberikan bukti empiris mengenai potensi integrasi tersebut. Ramadhni & Ely Djulia (2025) mengkaji pengaruh PBL dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah dan sikap ilmiah siswa pada materi ekologi. Penelitian tersebut menggunakan desain kuasi eksperimen dan menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa integrasi PBL dan STEM dapat menjadi alternatif pembelajaran untuk mendorong keterlibatan siswa dalam proses pemecahan masalah (Ramadhni & Ely Djulia, 2025).

Penelitian lain oleh Hasanah, Faradilla, dan Marvida (2025) menunjukkan bahwa pendekatan STEM yang diintegrasikan dengan flipped classroom memberikan peningkatan kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan pembelajaran pada kelompok kontrol. Peningkatan tersebut terutama terlihat pada kemampuan inference dan explanation, yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan memberikan penjelasan terhadap hasil pemikirannya (Hasanah et al., 2025). Temuan tersebut semakin memperkuat relevansi pembelajaran STEM dalam mengembangkan kompetensi kognitif yang berkaitan dengan pemecahan masalah.

Meskipun penelitian mengenai PBL terintegrasi STEM telah menunjukkan hasil yang positif, penerapannya tetap perlu dikaji dalam konteks pembelajaran yang berbeda. Efektivitas suatu model pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh karakteristik model, tetapi juga oleh konteks pembelajaran, karakteristik siswa, materi yang diajarkan, serta bagaimana aktivitas

pembelajaran dirancang dan dilaksanakan (Janwar Hippy, Fitran Amrain, 2022). Selain itu, penerapan STEM memerlukan pengelolaan pembelajaran yang baik karena kegiatan investigasi, perancangan, pengujian, dan penyempurnaan solusi dapat membutuhkan waktu yang relatif lebih banyak. Penelitian sebelumnya juga mengidentifikasi keterbatasan waktu sebagai salah satu tantangan dalam implementasi pembelajaran STEM (Abu Khurma et al., 2023; Janwar Hippy, Fitran Amrain, 2022; Rahimah et al., 2023; Wan et al., 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian empiris yang tidak hanya melihat keberadaan integrasi PBL dan STEM, tetapi juga menguji kontribusinya terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa dalam konteks pembelajaran yang nyata. Penelitian ini dilakukan pada salah satu sekolah di Banda Aceh dengan memfokuskan kajian pada penerapan PBL terintegrasi STEM dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Konteks tersebut penting untuk memberikan bukti tambahan mengenai penerapan pembelajaran berbasis masalah dan STEM pada lingkungan pendidikan yang berbeda dari penelitian terdahulu.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Problem Based Learning terintegrasi STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian ini secara khusus membandingkan kemampuan pemecahan masalah siswa yang memperoleh pembelajaran melalui PBL terintegrasi STEM dengan siswa yang memperoleh pembelajaran tanpa integrasi tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai efektivitas PBL terintegrasi STEM sekaligus menjadi alternatif bagi guru dalam merancang pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan kemampuan pemecahan masalah siswa.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi eksperimen (quasi-experimental research). Desain penelitian yang digunakan adalah pretest-posttest control group design, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran menggunakan PBL tanpa STEM.

Sebelum diberikan perlakuan, kedua kelompok diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal pemecahan masalah siswa. Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan posttest dengan instrumen yang setara untuk mengetahui perubahan kemampuan pemecahan masalah setelah pembelajaran.

Desain penelitian dapat digambarkan sebagai berikut.

Tabel 1. Desain penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	—	O ₄

Keterangan:

O₁ = pretest kelompok eksperimen

O₂ = posttest kelompok eksperimen

O₃ = pretest kelompok kontrol

O₄ = posttest kelompok kontrol

X = pembelajaran menggunakan PBL terintegrasi STEM

Penelitian dilaksanakan pada salah satu sekolah SMP di Banda Aceh, Indonesia. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VIII yang mengikuti pembelajaran VIII pada materi Getaran dan Gelombang. Sampel penelitian terdiri atas 58 siswa yang terbagi ke dalam dua

kelompok, yaitu kelas 28 sebagai kelompok eksperimen dan kelas 30 sebagai kelompok kontrol. Pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik purposive sampling. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan PBL terintegrasi STEM, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran PBL tanpa STEM dengan materi dan alokasi waktu pembelajaran yang sama.

Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap persiapan, peneliti melakukan identifikasi kebutuhan pembelajaran, menentukan materi yang digunakan, menyusun perangkat pembelajaran berbasis PBL terintegrasi STEM, serta mengembangkan instrumen untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa. Instrumen terlebih dahulu dilakukan validasi ahli/uji validitas empiris dan uji reliabilitas sebelum digunakan dalam penelitian.

Pada tahap pelaksanaan, kedua kelompok terlebih dahulu diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Selanjutnya, kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan PBL terintegrasi STEM selama 8 pertemuan. Pembelajaran dirancang dengan menjadikan permasalahan kontekstual sebagai titik awal kegiatan belajar.

Tabel 2. Implementasi PBL terintegrasi STEM dalam kelompok eksperimen dilakukan melalui tahapan pembelajaran sebagai berikut:

Tahap PBL	Integrasi STEM	Aktivitas Siswa
Orientasi terhadap masalah	Science	Mengamati fenomena, memahami konteks, dan mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan konsep sains.
Mengorganisasi siswa	Science & Mathematics	Mengidentifikasi informasi yang relevan, menentukan variabel yang diperlukan, dan merumuskan masalah secara sistematis.
Membimbing penyelidikan	Science & Technology	Mengumpulkan informasi, melakukan penyelidikan/eksperimen, menggunakan teknologi atau alat yang relevan, serta menganalisis data awal.
Mengembangkan dan menyajikan hasil	Engineering & Mathematics	Merancang dan mengembangkan alternatif solusi berdasarkan hasil penyelidikan, melakukan perhitungan yang diperlukan, kemudian menguji, menganalisis, dan memperbaiki solusi.
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Integrated STEM	Mengevaluasi proses dan hasil solusi, mengomunikasikan hasil penyelesaian masalah, serta merefleksikan kelebihan dan kekurangan solusi yang dikembangkan.

Sumber: (Nuzulia Hanif, 2025)

Pada tahap evaluasi, kedua kelompok diberikan posttest untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah setelah proses pembelajaran. Hasil pretest dan posttest kemudian dianalisis untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah serta perbedaan hasil antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes kemampuan pemecahan masalah berbentuk uraian (essay test). Tes diberikan sebelum dan setelah perlakuan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa. Penyusunan instrumen didasarkan pada indikator kemampuan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian, yaitu: (Rizkiyanto et al., 2021)

1. Mengidentifikasi dan memahami masalah;
2. Merencanakan strategi penyelesaian;
3. Melaksanakan strategi penyelesaian; dan
4. Memeriksa atau mengevaluasi solusi. (Rizkiyanto et al., 2021)

Setiap jawaban siswa dinilai menggunakan rubrik penskoran yang disusun berdasarkan indikator tersebut. Penggunaan soal uraian memungkinkan peneliti tidak hanya menilai jawaban akhir siswa, tetapi juga mengidentifikasi proses berpikir dan strategi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah. Sebelum digunakan dalam pengumpulan data, instrumen dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa instrumen valid/reliabel sehingga dapat digunakan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa.

Data penelitian dianalisis secara deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk memperoleh gambaran kemampuan pemecahan masalah siswa berdasarkan nilai pretest dan posttest, meliputi nilai minimum, maksimum, rata-rata (mean), dan standar deviasi. Peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa dianalisis menggunakan normalized gain (N-gain). Selanjutnya, dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui distribusi data, sedangkan uji homogenitas digunakan untuk mengetahui kesamaan varians antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Setelah uji prasyarat terpenuhi, perbedaan kemampuan pemecahan masalah antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dianalisis menggunakan independent-samples t-test dengan taraf signifikansi 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Penelitian ini melibatkan 58 siswa yang terdiri atas 28 siswa pada kelompok eksperimen dan 30 siswa pada kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM. Kemampuan pemecahan masalah siswa diukur melalui pretest dan posttest. Statistik deskriptif hasil pengukuran kedua kelompok disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik deskriptif kemampuan pemecahan masalah siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol.

Kelompok	N	Pretest (Mean ± SD)	Posttest (Mean ± SD)	Min–Maks Pretest	Min–Maks Posttest
Eksperimen	28	53,96 ± 5,63	85,66 ± 6,35	43,75–67,19	76,56–96,88
Kontrol	30	53,07 ± 7,48	72,97 ± 6,05	37,50–67,19	62,50–85,94

Berdasarkan Tabel 3, rata-rata kemampuan pemecahan masalah pada kelompok eksperimen meningkat dari 53,96 pada pretest menjadi 85,66 pada posttest. Dengan demikian, terjadi peningkatan rata-rata sebesar 31,70 poin. Sementara itu, kelompok kontrol mengalami peningkatan dari 53,07 menjadi 72,97, atau sebesar 19,90 poin.

Secara deskriptif, kedua kelompok memiliki rata-rata kemampuan awal yang relatif berdekatan. Selisih rata-rata pretest antara kelompok eksperimen dan kontrol hanya sebesar 0,89 poin. Setelah pembelajaran diberikan, perbedaan rata-rata menjadi lebih besar, yaitu 12,69 poin, dengan rata-rata kelompok eksperimen mencapai 85,66, sedangkan kelompok kontrol mencapai 72,97.

Selain itu, rentang skor pada kelompok eksperimen setelah pembelajaran berada pada 76,56–96,88, sedangkan kelompok kontrol berada pada rentang 62,50–85,94. Hasil tersebut

menunjukkan bahwa secara deskriptif kelompok eksperimen memiliki capaian kemampuan pemecahan masalah yang lebih tinggi setelah diberikan perlakuan.

Uji Prasyarat Analisis

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data penelitian terlebih dahulu diuji melalui uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk, sedangkan homogenitas varians diuji menggunakan Levene's test.

Tabel 4. Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk kemampuan pemecahan masalah

Kelompok	Data	N	Shapiro-Wilk (Sig.)	Keterangan
Eksperimen	Pretest	28	0,312	Normal
Kontrol	Pretest	30	0,710	Normal
Eksperimen	Posttest	28	0,061	Normal
Kontrol	Posttest	30	0,084	Normal

Berdasarkan Tabel 4, nilai signifikansi Shapiro-Wilk pada seluruh data berada di atas 0,05. Nilai signifikansi pretest kelompok eksperimen sebesar 0,312, kelompok kontrol sebesar 0,710, sedangkan nilai signifikansi posttest masing-masing sebesar 0,061 dan 0,084. Dengan demikian, seluruh data berdistribusi normal sehingga memenuhi salah satu asumsi untuk analisis parametrik.

Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui kesamaan varians kedua kelompok.

Tabel 5. Hasil uji homogenitas varians kemampuan pemecahan masalah

Data	Levene Statistic	Sig.	Keterangan
Pretest	2,925	0,093	Homogen
Posttest	0,880	0,352	Homogen

Hasil uji Levene menunjukkan nilai signifikansi pretest sebesar 0,093 dan posttest sebesar 0,352. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol bersifat homogen. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas, pengujian hipotesis selanjutnya dilakukan menggunakan independent-samples t-test.

Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol sebelum dan setelah pembelajaran.

Tabel 6. Hasil independent-samples t-test kemampuan pemecahan masalah

Data	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Keterangan
Pretest	0,508	56	0,613	0,889	Tidak signifikan
Posttest	7,795	56	<0,001	12,690	Signifikan

Hasil pengujian pada Tabel 6 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada saat pretest. Nilai t sebesar 0,508 dengan nilai signifikansi $0,613 > 0,05$ menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelompok secara statistik tidak berbeda secara signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kondisi awal yang relatif sebanding sebelum diberikan perlakuan.

Berbeda dengan hasil pretest, hasil posttest menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan antara kedua kelompok. Nilai t sebesar 7,795 dengan derajat kebebasan (df) 56 dan nilai signifikansi $<0,001$ menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan pemecahan masalah siswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah pembelajaran. Kelompok eksperimen memperoleh rata-rata posttest sebesar 85,66, sedangkan kelompok kontrol memperoleh rata-rata 72,97, dengan mean difference sebesar 12,690 poin.

Dengan demikian, hipotesis penelitian diterima, yaitu terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah siswa antara kelompok yang memperoleh pembelajaran PBL terintegrasi STEM dan kelompok yang memperoleh pembelajaran kontrol. Secara deskriptif dan inferensial, hasil tersebut menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki kemampuan pemecahan masalah yang lebih tinggi setelah memperoleh perlakuan.

Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Berdasarkan N-gain

Untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa setelah mengikuti pembelajaran, dilakukan analisis normalized gain (N-gain) berdasarkan skor pretest dan posttest masing-masing siswa. Hasil analisis N-gain kelompok eksperimen dan kontrol disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Statistik N-gain kemampuan pemecahan masalah siswa

Kelompok	N	Mean N-gain	SD	Minimum	Maksimum	Kategori
Eksperimen	28	0,685	0,145	0,381	0,929	Sedang
Kontrol	30	0,413	0,150	0,043	0,743	Sedang

Berdasarkan Tabel 7, rata-rata N-gain kelompok eksperimen sebesar 0,685, sedangkan kelompok kontrol sebesar 0,413. Kedua kelompok berada pada kategori peningkatan sedang berdasarkan kriteria N-gain yang digunakan. Meskipun demikian, nilai rata-rata N-gain kelompok eksperimen lebih tinggi 0,272 poin dibandingkan kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen, nilai N-gain terendah sebesar 0,381 dan tertinggi sebesar 0,929. Sementara itu, kelompok kontrol memiliki rentang N-gain yang lebih lebar, yaitu 0,043–0,743. Rentang tersebut menunjukkan adanya variasi peningkatan kemampuan pemecahan masalah yang cukup besar antar siswa, khususnya pada kelompok kontrol.

Selain melihat rata-rata N-gain, distribusi siswa berdasarkan kategori peningkatan memberikan informasi yang lebih rinci mengenai pola perubahan kemampuan pemecahan masalah. Dengan menggunakan kriteria rendah ($<0,30$), sedang ($0,30\text{--}<0,70$), dan tinggi ($\geq 0,70$), distribusi N-gain masing-masing kelompok dapat disajikan sebagai berikut.

Tabel 8. Distribusi kategori N-gain kemampuan pemecahan masalah

Kategori N-gain	Eksperimen (N)	Eksperimen (%)	Kontrol (N)	Kontrol (%)
Rendah	0	0,00	4	13,33
Sedang	15	53,57	24	80,00
Tinggi	13	46,43	2	6,67
Total	28	100,00	30	100,00

Catatan: Kategori N-gain: rendah $<0,30$; sedang $0,30\text{--}<0,70$; tinggi $\geq 0,70$.

Berdasarkan Tabel 8, terdapat perbedaan pola peningkatan antara kedua kelompok. Pada kelompok eksperimen, 13 dari 28 siswa (46,43%) mencapai kategori N-gain tinggi, sedangkan 15 siswa (53,57%) berada pada kategori sedang. Tidak terdapat siswa pada kelompok eksperimen yang berada dalam kategori rendah. Pada kelompok kontrol, sebagian besar siswa,

yaitu 24 dari 30 siswa (80,00%), berada pada kategori sedang. Sebanyak 2 siswa (6,67%) mencapai kategori tinggi, sedangkan 4 siswa (13,33%) berada pada kategori rendah.

Temuan tersebut memberikan gambaran yang lebih kuat dibandingkan hanya melihat rata-rata N-gain. Meskipun rata-rata kedua kelompok berada pada kategori sedang, proporsi siswa yang mencapai peningkatan tinggi pada kelompok eksperimen jauh lebih besar, yaitu 46,43%, dibandingkan kelompok kontrol yang hanya 6,67%. Sebaliknya, kelompok kontrol masih memiliki siswa dengan peningkatan rendah, sedangkan pada kelompok eksperimen tidak ditemukan siswa dalam kategori tersebut.

3. 2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM mampu memperkuat kemampuan pemecahan masalah siswa. Temuan ini ditunjukkan oleh perubahan kemampuan siswa sebelum dan setelah pembelajaran serta perbedaan capaian antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada kondisi awal, kemampuan kedua kelompok relatif sebanding, ditunjukkan oleh rata-rata pretest kelompok eksperimen sebesar 53,96 dan kelompok kontrol sebesar 53,07. Hasil uji perbedaan juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan awal kedua kelompok ($t = 0,508$; $p = 0,613$). Kondisi tersebut penting karena menunjukkan bahwa perbedaan capaian pada akhir pembelajaran tidak didahului oleh perbedaan kemampuan awal yang signifikan.

Temuan tersebut semakin diperkuat oleh analisis N-gain. Rata-rata N-gain kelompok eksperimen sebesar 0,685, sedangkan kelompok kontrol sebesar 0,413. Kedua kelompok berada pada kategori sedang, tetapi nilai N-gain kelompok eksperimen lebih tinggi dengan selisih 0,272. Dengan demikian, peningkatan kemampuan pemecahan masalah pada kelompok yang memperoleh PBL terintegrasi STEM tidak hanya terlihat dari perbedaan skor posttest, tetapi juga dari tingkat peningkatan relatif terhadap kemampuan awal siswa. Menariknya, distribusi N-gain menunjukkan bahwa 46,43% siswa kelompok eksperimen berada pada kategori tinggi dan tidak terdapat siswa dalam kategori rendah, sedangkan pada kelompok kontrol hanya 6,67% siswa yang mencapai kategori tinggi dan 13,33% berada pada kategori rendah. Pola ini menunjukkan bahwa PBL terintegrasi STEM mampu menghasilkan peningkatan yang lebih konsisten ke arah capaian yang lebih tinggi.

Secara substantif, temuan tersebut dapat dijelaskan melalui karakteristik PBL yang menempatkan masalah sebagai titik awal dan penggerak proses belajar. Siswa tidak memperoleh penyelesaian masalah secara langsung, melainkan diarahkan untuk memahami situasi yang dihadapi, mengidentifikasi permasalahan, menentukan informasi yang diperlukan, menyusun strategi, serta mengembangkan dan mengevaluasi solusi. Proses tersebut memberikan pengalaman kepada siswa untuk menggunakan pengetahuan secara fungsional, bukan sekadar mengingat konsep. Dalam konteks kemampuan pemecahan masalah, pengalaman semacam ini penting karena siswa berlatih menghadapi permasalahan yang membutuhkan proses berpikir bertahap dan pengambilan keputusan.

Integrasi STEM memberikan dimensi tambahan terhadap proses tersebut. Permasalahan yang dihadapi siswa dapat dikaji melalui keterkaitan antara science, technology, engineering, dan mathematics, sehingga penyelesaiannya tidak berhenti pada pencarian jawaban, tetapi dapat berkembang menjadi proses merancang, menguji, menganalisis, dan memperbaiki solusi. Dengan demikian, PBL menyediakan struktur berupa masalah yang harus diselesaikan (Rehmat & Hartley, 2020; Shongwe, 2024), sedangkan STEM memperkaya sumber pengetahuan dan pendekatan yang dapat digunakan siswa untuk menghasilkan Solusi (Astuti et al., 2021). Keterpaduan keduanya memungkinkan proses pemecahan masalah berlangsung dalam konteks yang lebih kompleks dan autentik (Abell & Lederman, 2013; Ernaningsih et al., 2026).

Peningkatan tersebut juga menunjukkan bahwa PBL terintegrasi STEM memberikan ruang yang lebih besar bagi siswa untuk mengalami proses belajar secara aktif. Ketika siswa dihadapkan pada permasalahan, mereka perlu menentukan sendiri langkah yang harus dilakukan dan mempertanggungjawabkan solusi yang dihasilkan. Proses ini berbeda dari pembelajaran yang lebih berpusat pada pemberian informasi, karena keberhasilan siswa tidak hanya ditentukan oleh kemampuan memperoleh jawaban, tetapi juga oleh kemampuan menjelaskan alasan, memilih strategi, menggunakan bukti, dan mengevaluasi hasil penyelesaian. Aktivitas tersebut secara langsung berkaitan dengan perkembangan kemampuan pemecahan masalah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ramadhni & Ely Djulia (2025) yang menunjukkan bahwa penerapan PBL dengan pendekatan STEM memberikan pengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Kesamaan temuan tersebut memperkuat argumentasi bahwa integrasi PBL dan STEM dapat menciptakan lingkungan belajar yang mendorong siswa terlibat dalam penyelidikan dan penyelesaian masalah secara aktif (Ramadhni & Ely Djulia, 2025).

Temuan penelitian juga dapat dipahami dalam kaitannya dengan hasil penelitian yang menggunakan pendekatan STEM untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hasanah, Faradilla, dan Marvida (2025), misalnya, menemukan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama pada aspek inference dan explanation. Meskipun fokus kemampuan dalam penelitian tersebut berbeda dengan penelitian ini, hasil tersebut memberikan dukungan bahwa pembelajaran STEM dapat menyediakan pengalaman yang mendorong siswa melakukan penalaran, menarik kesimpulan, dan memberikan penjelasan berdasarkan proses berpikirnya. Kemampuan-kemampuan tersebut merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses pemecahan masalah (Hasanah et al., 2024, 2025).

Keunggulan PBL terintegrasi STEM dalam penelitian ini juga terlihat dari distribusi peningkatan kemampuan siswa. Rata-rata N-gain yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen memang menunjukkan peningkatan yang lebih besar, tetapi informasi yang lebih menarik justru terdapat pada distribusi kategorinya. Hampir setengah siswa eksperimen, yaitu 13 dari 28 siswa, mencapai kategori N-gain tinggi. Sebaliknya, pada kelompok kontrol hanya 2 dari 30 siswa yang mencapai kategori tersebut. Bahkan, terdapat empat siswa pada kelompok kontrol yang berada pada kategori rendah, sedangkan kelompok eksperimen tidak memiliki siswa dalam kategori tersebut. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan PBL terintegrasi STEM tidak hanya meningkatkan capaian rata-rata, tetapi juga berpotensi mengurangi kesenjangan peningkatan antarsiswa.

Pola tersebut dapat dikaitkan dengan karakteristik aktivitas pembelajaran PBL-STEM yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar melalui pengalaman langsung dan kolaboratif. Siswa dapat saling bertukar gagasan, membandingkan strategi, menguji alternatif penyelesaian, dan memperoleh umpan balik selama proses pembelajaran. Interaksi semacam ini memungkinkan siswa dengan tingkat penguasaan awal yang berbeda memperoleh kesempatan untuk memperbaiki pemahamannya melalui proses penyelidikan dan diskusi. Oleh karena itu, peningkatan kemampuan pemecahan masalah tidak hanya terjadi pada siswa yang telah memiliki kemampuan awal tinggi, tetapi juga dapat berkembang pada siswa dengan kemampuan awal yang lebih rendah.

Namun, hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa N-gain kelompok eksperimen masih berada pada kategori sedang, bukan tinggi. Hal ini penting untuk dikemukakan karena efektivitas pembelajaran tidak seharusnya hanya dilihat dari keberhasilan memperoleh perbedaan yang signifikan secara statistik. Nilai N-gain sebesar 0,685 menunjukkan bahwa masih terdapat ruang untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran agar perubahan kemampuan siswa dapat mencapai tingkat yang lebih optimal. Dengan kata lain, PBL

terintegrasi STEM menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan kelompok kontrol, tetapi implementasinya masih dapat disempurnakan.

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah kompleksitas pembelajaran PBL terintegrasi STEM. Siswa tidak hanya dituntut memahami materi, tetapi juga harus melakukan penyelidikan, mengintegrasikan pengetahuan lintas bidang, menentukan strategi, dan mengembangkan solusi (Thibaut et al., 2018). Kompleksitas tersebut dapat menjadi tantangan apabila siswa belum terbiasa dengan pembelajaran yang menuntut kemandirian dan aktivitas pemecahan masalah (Gutierrez-Berraondo et al., 2025). Selain itu, proses investigasi, perancangan, pengujian, dan evaluasi solusi membutuhkan pengelolaan waktu yang baik. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa keterbatasan waktu merupakan salah satu tantangan dalam penerapan pembelajaran STEM (Abu Khurma et al., 2023; Wan et al., 2021).

Implikasinya, keberhasilan PBL terintegrasi STEM tidak hanya bergantung pada pemilihan model pembelajaran, tetapi juga pada kualitas desain masalah dan scaffolding yang diberikan guru. Masalah yang digunakan perlu cukup kompleks untuk menantang siswa, tetapi tetap berada dalam jangkauan kemampuan mereka. Guru juga perlu memberikan bantuan secara bertahap agar siswa tidak kehilangan arah selama proses penyelidikan. Dengan demikian, siswa tetap memiliki ruang untuk berpikir mandiri tanpa mengalami beban kognitif yang berlebihan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian memberikan bukti bahwa Problem Based Learning terintegrasi STEM merupakan pendekatan yang potensial untuk memperkuat kemampuan pemecahan masalah siswa. Keunggulannya tidak hanya terlihat pada peningkatan rata-rata skor dari 53,96 menjadi 85,66, tetapi juga pada N-gain sebesar 0,685, proporsi siswa kategori tinggi sebesar 46,43%, serta perbedaan posttest yang sangat signifikan dengan $p < 0,001$. Temuan tersebut menunjukkan bahwa integrasi PBL dan STEM mampu menciptakan pengalaman belajar yang mengarahkan siswa untuk memahami masalah, menggunakan pengetahuan lintas disiplin, mengembangkan solusi, dan mengevaluasi hasilnya. Dengan demikian, PBL terintegrasi STEM dapat dipertimbangkan sebagai salah satu strategi pembelajaran yang relevan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dalam pembelajaran yang menuntut keterlibatan aktif dan berpikir tingkat tinggi.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEM dapat memperkuat kemampuan pemecahan masalah siswa. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata kemampuan pemecahan masalah pada kelompok eksperimen dari 53,96 pada pretest menjadi 85,66 pada posttest, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 53,07 menjadi 72,97. Hasil uji independent-samples t-test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan awal yang signifikan antara kedua kelompok ($p = 0,613$), sedangkan setelah pembelajaran terdapat perbedaan yang sangat signifikan ($t = 7,795$; $p < 0,001$). Peningkatan tersebut juga tercermin pada nilai N-gain, yaitu 0,685 pada kelompok eksperimen dan 0,413 pada kelompok kontrol. Meskipun kedua kelompok berada pada kategori sedang, kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan yang lebih besar serta proporsi siswa dengan N-gain kategori tinggi yang jauh lebih besar. Dengan demikian, penerapan PBL terintegrasi STEM memberikan hasil yang lebih baik dalam memperkuat kemampuan pemecahan masalah siswa dibandingkan pembelajaran pada kelompok kontrol.

Saran

Guru disarankan menerapkan PBL terintegrasi STEM melalui masalah kontekstual yang mendorong siswa menyelidiki, merancang, menguji, dan mengevaluasi solusi dengan

scaffolding dan pengelolaan waktu yang tepat. Sekolah perlu mendukung melalui fasilitas yang memadai. Peneliti selanjutnya dapat memperluas sampel, memperpanjang waktu perlakuan, dan menganalisis setiap indikator kemampuan pemecahan masalah secara lebih mendalam.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah, guru, siswa, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan serta berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini hingga artikel dapat diselesaikan.

6. DAFTAR RUJUKAN

- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2013). Handbook of Research on Science Education. *Handbook of Research on Science Education*, 4(1), 1–1330. <https://doi.org/10.4324/9780203824696>
- Abu Khurma, O., Al Darayseh, A., & Alramamneh, Y. (2023). A Framework for Incorporating the “Learning How to Learn” Approach in Teaching STEM Education. *Education Sciences*, 13(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/educsci13010001>
- Astuti, N. H., Rusilowati, A., & Subali, B. (2021). STEM-Based Learning Analysis to Improve Students’ Problem Solving Abilities in Science Subject: a Literature Review. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 79–86. <https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.38505>
- Brears, L., MacIntyre, B., & O’Sullivan, G. (2011). Preparing Teachers for the 21st Century Using PBL as an Integrating Strategy in Science and Technology Education. *Design and Technology Education*, 16(1), 36–46. <http://eric.ed.gov/?q=An+investigation+of+the+use+of+the+World+Wide+Web+for+on-line+inquiry+in+a+science+classroom&ft=on&pg=5&id=EJ916495%5Cnhttp://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ916495.pdf>
- Ernaningsih, D., Saduk, T., & Sada, M. (2026). Enhancing Problem-Solving Skills in Science through STEM-Based Learning. *Jurnal Praktik Baik Pembelajaran Sekolah Dan Pesantren*, 5(01), 47–56. <https://doi.org/10.56741/iistr.pbbsp.002006>
- Gutierrez-Berraondo, J., Iturbe-Zabalo, E., Arregi, N., & Guisasola, J. (2025). Influence on Students’ Learning in a Problem- and Project-Based Approach to Implement STEM Projects in Engineering Curriculum. *Education Sciences*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/educsci15050534>
- Hasanah, M., Faradilla, M., & Marvida, T. (2025). Using the STEM Approach to Improve Students’ Critical Thinking Abilities in an Integrated Flipped Classroom in Physics Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(7), 926–933. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i7.10660>
- Hasanah, M., Faradilla, M., & Rizki, D. (2024). *Enhancing Students’ Understanding and Application of Physics Through Stem-Based Learning*. 1050–1058.
- Ismail, M., Utami, B., Gunawan, K. D. H., Suciati, S., & Bramastia, B. (2025). The Effectiveness of the STEM Integrated PBL Model on Science Collaboration and Problem-Solving Skills. *Unnes Science Education Journal*, 14(3), 471–482. <https://doi.org/10.15294/usej.v14i3.33160>
- Janwar Hippy, Fitran Amrain, M. K. K. K. (2022). Jurnal Riset Ilmiah. *Jurnal Riset Ilmiah*, 1(01), 15–18.
- Kim, H., & Kim, J. (2026). Problem Design Characteristics in School-Based PBL: A PRISMA-Informed Review of Korean K-12 Cases. *Education Sciences*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/educsci16040553>

- Lonergan, R., Cumming, T. M., & O'Neill, S. C. (2022). Exploring the efficacy of problem-based learning in diverse secondary school classrooms: Characteristics and goals of problem-based learning. *International Journal of Educational Research*, 112, 0–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101945>
- Mahanal, S., Zubaidah, S., Setiawan, D., Maghfiroh, H., & Muhaimin, F. G. (2022). Empowering College Students' Problem-Solving Skills through RICOSRE. *Education Sciences*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/educsci12030196>
- Nuzulia Hanif, N. H. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk. *Nuzulia Hanif, Nyoto Harjono*, 1(3), 2025. <https://ojs.jurnalstuditindakan.id/jste/>
- Rahimah, J., Nor Haslinda, M. S., Mohd Hazwan, M. P., Enio Kang, M. S. K., & Rosnani, J. (2023). The Integration of Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) in Home Science : Teachers ' Understanding and Challenges. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 31(2), 42–50.
- Ramadhni, M., & Ely Djulia. (2025). Pengaruh Problem Based Learning dengan Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Sikap Ilmiah Siswa Materi Ekologi. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)*, 12(1), 68–74. <https://doi.org/10.29407/jbp.v12i1.25047>
- 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>
- Rizkiyanto, A., Purnamasari, V., & Sary, R. M. (2021). DIKDAS MATAPPA : Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar Analisis Kemampuan `` Menyelesaikan Soal Cerita Pada. 2020, 641–647. <http://journal.stkip-andi-matappa.ac.id/index.php/dikdas>
- Shongwe, B. (2024). The effect of STEM problem-based learning on students' mathematical problem-solving beliefs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(8). <https://doi.org/10.29333/ejmste/14879>
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., Mansfield, J., Ellerton, P., & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. *Education Sciences*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/educsci12100728>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-De Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van De Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Entegre STEM eğitimi : Orta öğretimdeki öğretim uygulamalarının sistematik bir incelemesi . *Of STEM Education*, 3(1), 2. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1178347>
- Wan, Z. H., Jiang, Y., & Zhan, Y. (2021). STEM Education in Early Childhood: A Review of Empirical Studies. *Early Education and Development*, 32(7), 940–962. <https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1814986>