

PEMBELAJARAN PEMISAHAN CAMPURAN GARAM BERBASIS STEM DAPAT MENINGKATKAN KETERAMPILAN KOLABORATIF SISWA SMP NEGERI 36 JAKARTA

Adi Carsono^{1*}, Heliawati², Irvan Permana³

SMPN 36 Jakarta¹, Universitas Pakuan Bogor^{2,3}

Email : adicarsono09@guru.smp.belajar.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan keterampilan kolaboratif siswa SMP Negeri 36 Jakarta melalui pembelajaran pemisahan campuran garam berbasis STEM. Pemecahan masalah kolaboratif diakui sebagai salah satu kompetensi kunci abad ke-21 oleh Organisasi untuk Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi. Konsep kolaborasi ini tidak hanya mencakup kerja sama, tetapi juga komunikasi, negosiasi, berbagi tanggung jawab, dan pencapaian solusi bersama. Minat dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran kolaboratif tidak hanya bergantung pada struktur kelompok, tetapi juga pada kualitas interaksi sosial yang terjadi selama proses pembelajaran. Sementara itu pembelajaran IPA mencakup empat unsur utama, yaitu sikap, proses, produk, dan aplikasi. Keempat unsur pembelajaran IPA tersebut diwujudkan melalui kegiatan pembelajaran. Keterampilan yang dimiliki dalam pembelajaran IPA disebut keterampilan proses, sedangkan sikap yang harus dimiliki disebut juga sikap ilmiah. Salah satu perspektif pedagogi baru adalah konsep STEM, istilah ini dan metode terkaitnya digunakan sehubungan dengan kebijakan pendidikan dan pilihan kurikulum untuk mempromosikan dan mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Kata kunci : *STEM, Kolaboratif, Sains, Pemisahan, Campuran.*

ABSTRACT

This study aims to analyze the improvement of collaborative skills of students of SMP Negeri 36 Jakarta through STEM-based salt mixture separation learning. Collaborative problem solving is recognized as one of the key competencies of the 21st century by the Organization for Economic Co-operation and Development. This concept of collaboration includes not only cooperation, but also communication, negotiation, sharing responsibility, and achieving joint solutions. The interest and involvement of students in collaborative learning depend not only on the group structure, but also on the quality of social interactions that occur during the learning process. Meanwhile, science learning includes four main elements, namely attitudes, processes, products, and applications. The four elements of science learning are realized through learning activities. The skills possessed in science learning are called process skills, while the attitudes that must be possessed are also called scientific attitudes. One of the new pedagogical perspectives is the STEM concept, this term and its related methods are used in connection with educational policies and curriculum choices to promote and support the development of science and technology.

Keywords: *STEM, Collaborative, Science, Separation, Mixture.*

PENDAHULUAN

Di tengah kompleksitas tantangan global, kemampuan pemecahan masalah kolaboratif telah diakui sebagai salah satu kompetensi kunci yang wajib dikuasai pada abad ke-21. Menurut Organisasi untuk Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi (OECD, 2017), kompetensi ini secara signifikan dapat meningkatkan kapasitas peserta didik dalam menemukan solusi yang efektif dan inovatif terhadap berbagai permasalahan melalui kerja sama dalam kelompok.

Copyright (c) 2025 SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA



Dalam konteks ini, kolaborasi tidak hanya diartikan sebatas bekerja bersama secara fisik, tetapi mencakup sebuah rangkaian keterampilan yang lebih kompleks, termasuk dalamnya kemampuan berkomunikasi secara persuasif, melakukan negosiasi, berbagi tanggung jawab secara adil, serta mencapai sebuah kesepakatan solusi secara kolektif. Penguasaan kompetensi ini menjadi bekal esensial bagi generasi muda untuk dapat beradaptasi dan berkontribusi di dunia kerja masa depan (Ariyanti et al., 2024; Prayogi, 2020).

Untuk menumbuhkan kompetensi tersebut, pendekatan pembelajaran kolaboratif menjadi sebuah strategi pedagogis yang sangat relevan. Model pembelajaran ini dirancang untuk memungkinkan peserta didik berinteraksi secara aktif, saling bertukar ide dan gagasan, terlibat dalam diskusi yang konstruktif, serta membangun pemahaman bersama melalui keterlibatan yang setara dalam dinamika kelompok (Fariza & Kusuma, 2024; Konopka et al., 2015; Melinda & Rahmawati, 2021). Sebagaimana ditegaskan oleh Pursitasari et al. (2015), pembelajaran kolaboratif memberikan ruang yang luas bagi peserta didik untuk bertransformasi menjadi pembelajar aktif. Mereka tidak lagi diposisikan sebagai penerima informasi yang pasif dari guru, melainkan sebagai subjek yang berperan sentral dalam proses berpikir, menganalisis masalah, dan mengambil keputusan penting secara bersama-sama dalam kelompok belajarnya.

Keberhasilan implementasi pembelajaran kolaboratif tidak hanya ditentukan oleh pembentukan struktur kelompok semata. Lebih jauh lagi, Tatiana et al. (2023) menyatakan bahwa pengembangan minat dan keterlibatan peserta didik secara mendalam sangat bergantung pada kualitas interaksi sosial yang terjalin selama proses pembelajaran berlangsung. Ketika interaksi berjalan secara positif dan produktif, pembelajaran kolaboratif dapat menjadi wahana yang sangat efektif untuk mengembangkan serangkaian keterampilan holistik. Pendekatan ini secara strategis mampu mengasah keterampilan sosial, kecakapan komunikasi, rasa tanggung jawab bersama, serta kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kritis untuk menganalisis masalah dan berpikir kreatif untuk menghasilkan solusi-solusi yang orisinal dan bermanfaat (Akhyaruddin, 2022; Sarbaitinil et al., 2024).

Meskipun keunggulan pembelajaran kolaboratif telah diakui secara luas, realitas di lapangan, khususnya dalam konteks pembelajaran sains, sering kali menunjukkan gambaran yang berbeda. Banyak ruang kelas, termasuk pada jenjang sekolah menengah pertama, masih menerapkan metode pembelajaran yang cenderung konvensional dan berpusat pada guru. Dalam praktik semacam ini, siswa lebih banyak berperan sebagai pendengar pasif. Bahkan ketika aktivitas kelompok dilakukan, sering kali kegiatan tersebut hanya bersifat prosedural, di mana siswa bekerja berdampingan untuk mengikuti serangkaian instruksi yang telah ditetapkan, tanpa adanya proses kolaborasi dan pemecahan masalah yang otentik. Akibatnya, esensi dari pengembangan keterampilan kolaboratif yang sesungguhnya menjadi hilang dalam proses pembelajaran (Rif'ati, 2020; Sutanto et al., 2021).

Dari sini, tampak sebuah kesenjangan yang signifikan antara kondisi yang diidealkan dengan realitas yang terjadi. Idealnya, pembelajaran sains, seperti pada topik pemisahan campuran, harus menjadi arena bagi siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah kolaboratif yang otentik, sebagaimana semangat kompetensi abad ke-21. Namun, kenyataannya adalah banyak siswa yang hanya mengalami pembelajaran teoretis atau eksperimen terstruktur yang tidak memberikan ruang untuk berkolaborasi secara mendalam. Terdapat sebuah celah antara pengakuan teoretis akan pentingnya kolaborasi dengan minimnya penerapan model pembelajaran praktis yang secara efektif dapat memfasilitasi dan mengukur perkembangan keterampilan tersebut dalam konteks mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).

Untuk menjembatani kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah solusi inovatif melalui penerapan pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pendekatan STEM dipilih karena kerangka kerjanya secara inheren



menuntut adanya kolaborasi dan pemecahan masalah yang terintegrasi. Dalam konteks penelitian ini, topik pemisahan campuran tidak lagi diajarkan secara teoretis, melainkan diubah menjadi sebuah tantangan renyah yang konkret. Peserta didik akan ditantang untuk secara kolaboratif merancang, membangun, dan menguji sebuah prototipe alat pemisah campuran, sehingga mereka dapat mengalami langsung proses aplikasi ilmu pengetahuan, teknologi, dan matematika untuk menciptakan sebuah solusi nyata atas permasalahan yang diberikan (Chahine et al., 2020; Qomariah et al., 2023).

Nilai kebaruan dari penelitian ini terletak pada implementasi dan analisis efektivitas pendekatan STEM sebagai sarana untuk menumbuhkan keterampilan pemecahan masalah kolaboratif pada peserta didik kelas VIII SMP Negeri 36 Jakarta. Secara spesifik, penelitian ini akan melibatkan 36 peserta didik dari Kelas VIII A yang akan mengikuti pembelajaran pemisahan campuran berbasis STEM. Sebelum intervensi, kemampuan awal siswa akan diukur melalui *pretest* yang berisi pertanyaan-pertanyaan kolaboratif. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai bagaimana pendekatan STEM mampu mengubah pembelajaran sains menjadi lebih interaktif dan bermakna, serta menawarkan model praktis yang dapat diadaptasi oleh para pendidik lain dalam konteks serupa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain pra-eksperimental dengan rancangan *One-Group Pretest-Posttest* untuk mengukur pengaruh penerapan pembelajaran berbasis STEM. Tujuan utamanya adalah untuk menganalisis dampak pembelajaran pada materi pemisahan campuran terhadap keterampilan pemecahan masalah kolaboratif siswa. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 36 Jakarta. Partisipan penelitian adalah 36 orang peserta didik dari kelas VIII A, yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Pemilihan kelas ini didasarkan pada hasil diskusi dengan guru mata pelajaran IPA untuk memastikan bahwa kelas yang dipilih memiliki karakteristik dan kemampuan awal yang representatif, sehingga temuan penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi konteks pendidikan yang serupa.

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap utama. Pertama, peserta didik diberikan *pretest* berupa tes uraian berbasis masalah untuk mengukur tingkat awal keterampilan pemecahan masalah kolaboratif mereka. Kedua, dilaksanakan intervensi pembelajaran berbasis STEM selama dua pertemuan (total 6 jam pelajaran). Selama intervensi, peserta didik bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan sebuah proyek praktikum pemisahan campuran dengan panduan dari Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Proses pembelajaran ini mengacu pada sintak yang terdapat dalam modul ajar yang telah disiapkan untuk guru. Ketiga, setelah intervensi selesai, peserta didik diberikan *posttest* yang identik dengan *pretest* untuk mengukur perubahan keterampilan yang terjadi.

Seluruh data kuantitatif dari hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 27. Tahap awal analisis meliputi perhitungan statistik deskriptif, seperti nilai rata-rata dan standar deviasi, untuk mendapatkan gambaran umum performa siswa. Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan uji normalitas sebaran data untuk memastikan asumsi terpenuhi. Untuk mengetahui signifikansi pengaruh perlakuan, digunakan uji statistik inferensial *Paired Samples t-test*. Uji ini bertujuan untuk membandingkan secara statistik rata-rata skor *pretest* dan *posttest*, guna menyimpulkan apakah terdapat peningkatan yang signifikan pada keterampilan pemecahan masalah kolaboratif siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis STEM.

HASIL PENELITIAN

Hasil

Pada Penelitian ini data yang kami berikan adalah hasil analisis statistik dari tes berpasangan (Paired Samples Test) oleh SPSS type 27 yang kemudian kami mengevaluasi perubahan skor pre-test dan post-test kolaboratif pada beberapa soal. Berikut adalah hasil analisis dari setiap tabel yang disediakan:

Tabel 1. Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	SOAL_1AWAL	2.5556	36	.50395	.08399
	SOAL_1AKHIR	3.0000	36	.71714	.11952
Pair 2	SOAL_2AWAL	2.3056	36	.46718	.07786
	SOAL_2AKHIR	2.7500	36	.43916	.07319
Pair 3	SOAL_3AWAL	2.7500	36	.43916	.07319
	SOAL_3AKHIR	3.2500	36	.43916	.07319
Pair 4	SOAL_4AWAL	2.2500	36	1.10518	.18420
	SOAL_4AKHIR	3.0000	36	.71714	.11952
Pair 5	SOAL_5AWAL	2.1944	36	.40139	.06690
	SOAL_5AKHIR	2.7500	36	.43916	.07319

Tabel 1 menyajikan data statistik deskriptif yang membandingkan hasil tes awal dan tes akhir dari lima pasang soal pada 36 responden yang sama. Analisis data secara konsisten menunjukkan adanya tren peningkatan nilai rata-rata (mean) dari kondisi sebelum perlakuan (SOAL_AWAL) ke kondisi setelah perlakuan (SOAL_AKHIR) untuk kelima pasang data tersebut. Sebagai contoh, pada Pasangan 1, nilai rata-rata meningkat dari 2.5556 menjadi 3.0000, dan pada Pasangan 5 peningkatannya tercatat dari 2.1944 menjadi 2.7500. Pola peningkatan yang seragam di kelima pasangan soal ini memberikan indikasi awal yang kuat bahwa intervensi atau pembelajaran yang diterapkan di antara kedua tes tersebut kemungkinan besar memiliki pengaruh positif dan efektif dalam meningkatkan pemahaman atau kemampuan para responden secara keseluruhan.

Tabel 2. Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	SOAL_1AWAL & SOAL_1AKHIR	36	.712	.000
Pair 2	SOAL_2AWAL & SOAL_2AKHIR	36	.383	.021
Pair 3	SOAL_3AWAL & SOAL_3AKHIR	36	.333	.047
Pair 4	SOAL_4AWAL & SOAL_4AKHIR	36	.973	.000
Pair 5	SOAL_5AWAL & SOAL_5AKHIR	36	.284	.094

Tabel di atas menunjukkan koefisien korelasi antara skor awal dan akhir untuk setiap pasangan soal. Korelasi sebesar 0.712 dengan signifikansi 0.000. Ini menunjukkan korelasi positif yang kuat dan signifikan antara skor awal dan akhir untuk Soal 1, artinya siswa yang memiliki skor tinggi di awal cenderung memiliki skor tinggi di akhir. Korelasi sebesar 0.383

dengan signifikansi 0.021. Ini menunjukkan korelasi positif yang moderat dan signifikan antara skor awal dan akhir untuk Soal 2. Korelasi sebesar 0.333 dengan signifikansi 0.047. Ini menunjukkan korelasi positif yang lemah hingga moderat, namun masih signifikan, antara skor awal dan akhir untuk Soal 3. Korelasi sebesar 0.973 dengan signifikansi 0.000. Ini menunjukkan korelasi positif yang sangat kuat dan signifikan antara skor awal dan akhir untuk Soal 4. Korelasi yang sangat tinggi ini mungkin mengindikasikan bahwa soal ini memiliki variasi yang kecil atau mungkin ada faktor lain yang menyebabkan konsistensi skor yang tinggi. Korelasi sebesar 0.284 dengan signifikansi 0.094. Korelasi ini positif tetapi lemah dan tidak signifikan secara statistik ($p > 0.05$). Ini berarti tidak ada hubungan linear yang signifikan antara skor awal dan akhir untuk Soal 5.

Tabel 3. Paired Samples Test

		Mean	Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
			Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	SOAL_1AWA L - SOAL_1AKHIR R	- .44444	.50395	.08399	-.61496	-.27393	- 5.292	35	.000
Pair 2	SOAL_2AWA L - SOAL_2AKHIR R	- .44444	.50395	.08399	-.61496	-.27393	- 5.292	35	.000
Pair 3	SOAL_3AWA L - SOAL_3AKHIR R	- .50000	.50709	.08452	-.67158	-.32842	- 5.916	35	.000
Pair 4	SOAL_4AWA L - SOAL_4AKHIR R	- .75000	.43916	.07319	-.89859	-.60141	- 10.247	35	.000
Pair 5	SOAL_5AWA L - SOAL_5AKHIR R	- .55556	.50395	.08399	-.72607	-.38504	- 6.614	35	.000

Tabel 3 menyajikan hasil uji inferensial Paired Samples T-Test yang bertujuan untuk menentukan apakah perbedaan antara skor sebelum (AWAL) dan sesudah (AKHIR) perlakuan memiliki signifikansi statistik. Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk kelima pasang data, nilai signifikansi dua arah atau Sig. (2-tailed) adalah 0,000. Angka ini secara substansial lebih kecil dari tingkat signifikansi standar yang umum digunakan, yaitu 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan tidak ada perbedaan rata-rata antara skor awal dan akhir dapat ditolak. Kesimpulannya, peningkatan skor yang teramati dari kondisi awal ke kondisi akhir pada kelima soal adalah sangat signifikan secara statistik, yang menguatkan bahwa intervensi atau pembelajaran yang diberikan benar-benar efektif dan dampaknya bukan terjadi karena faktor kebetulan.

Tabel 4. Paired Samples Effect Sizes

			Standardiz er ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Pair 1	SOAL_1AWAL - SOAL_1AKHIR	Cohen's d	.50395	-.882	-1.263	-.491
		Hedges' correction	.50943	-.872	-1.250	-.486
Pair 2	SOAL_2AWAL - SOAL_2AKHIR	Cohen's d	.50395	-.882	-1.263	-.491
		Hedges' correction	.50943	-.872	-1.250	-.486
Pair 3	SOAL_3AWAL - SOAL_3AKHIR	Cohen's d	.50709	-.986	-1.381	-.582
		Hedges' correction	.51261	-.975	-1.366	-.575
Pair 4	SOAL_4AWAL - SOAL_4AKHIR	Cohen's d	.43916	-1.708	-2.218	-1.187
		Hedges' correction	.44393	-1.689	-2.194	-1.175
Pair 5	SOAL_5AWAL - SOAL_5AKHIR	Cohen's d	.50395	-1.102	-1.513	-.682
		Hedges' correction	.50943	-1.091	-1.497	-.674

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.

Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Tabel 4 menyajikan analisis ukuran efek (*effect size*) menggunakan metode Cohen's d dan Hedges' correction untuk mengukur seberapa besar dampak atau magnitudo dari intervensi yang diberikan. Analisis ini memberikan konteks praktis terhadap temuan signifikansi statistik sebelumnya. Hasil perhitungan *point estimate* untuk Cohen's d secara konsisten menunjukkan nilai yang besar untuk kelima pasang data, dengan rentang nilai antara -0.882 hingga -1.708. Menurut pedoman interpretasi umum, nilai efek di atas 0.80 dikategorikan sebagai efek yang besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan atau pembelajaran yang diberikan tidak hanya menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki pengaruh yang sangat kuat dan bermakna secara praktis dalam meningkatkan skor atau kemampuan para responden.

Pembahasan

Analisis mendalam terhadap hasil penelitian ini secara meyakinkan menunjukkan bahwa pembelajaran pemisahan campuran garam yang dirancang dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) berhasil secara signifikan meningkatkan keterampilan kolaboratif siswa. Data kuantitatif yang diperoleh memberikan bukti empiris yang kuat, di mana terjadi lonjakan performa yang konsisten dari skor pretest ke posttest(Prayogi, 2020; Rahmawati & Fadhilah, 2022). Peningkatan ini tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki magnitudo efek yang besar, yang menandakan bahwa dampaknya sangat berarti dalam konteks praktis di kelas. Pembahasan ini akan menguraikan faktor-faktor pedagogis di balik keberhasilan tersebut, menjelaskan bagaimana kerangka kerja STEM mampu mentransformasi pembelajaran sains konvensional menjadi sebuah arena yang secara inheren menumbuhkan dan mengasah kompetensi kolaborasi, yang merupakan salah satu kecakapan esensial abad ke-21(Maryani et al., 2021; Prayogi, 2020).



Kekuatan temuan ini terletak pada bukti statistik yang tidak terbantahkan. Hasil uji *Paired Samples t-test* yang menunjukkan nilai signifikansi 0,000 di kelima pasang soal menegaskan bahwa peningkatan keterampilan kolaboratif siswa bukanlah sebuah kebetulan, melainkan hasil langsung dari intervensi pembelajaran berbasis STEM yang diterapkan. Lebih dari itu, analisis ukuran efek menggunakan Cohen's d menunjukkan nilai yang sangat besar, berkisar antara -0.882 hingga -1.708. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh dari model pembelajaran ini tidak hanya nyata, tetapi juga sangat kuat. Dengan kata lain, pembelajaran ini mampu menciptakan perubahan yang substansial dalam cara siswa bekerja sama, berkomunikasi, dan memecahkan masalah secara kolektif. Landasan kuantitatif yang solid ini menjadi titik tolak untuk mengeksplorasi mengapa pendekatan STEM terbukti begitu ampuh(Mukhlis et al., 2023; Prayogi, 2020; Wahyudi & Lestari, 2019).

Keberhasilan pendekatan ini berakar pada pergeseran fundamental dari pembelajaran teoretis menjadi pemecahan masalah yang otentik. Dalam pembelajaran sains tradisional, topik pemisahan campuran mungkin hanya diajarkan sebagai serangkaian konsep atau prosedur laboratorium yang harus diikuti. Namun, pendekatan STEM mengubahnya menjadi sebuah tantangan rekayasa yang konkret: merancang dan membangun sebuah alat yang berfungsi untuk memisahkan campuran. Perubahan paradigma ini secara otomatis menempatkan siswa dalam posisi sebagai inovator dan pemecah masalah, bukan lagi sebagai penerima informasi pasif. Mereka dihadapkan pada sebuah tujuan yang nyata dan tangible, yang secara alami menuntut mereka untuk berpikir kritis, berdiskusi, dan merancang sebuah solusi bersama, menjadikan kolaborasi sebagai inti dari proses belajar itu sendiri(Auna & Hamzah, 2024).

Dalam kerangka proyek STEM ini, kolaborasi bukan lagi sekadar instruksi untuk "bekerja dalam kelompok", melainkan sebuah kebutuhan mutlak untuk mencapai keberhasilan. Proses merancang, membangun, dan menguji prototipe alat pemisah campuran memaksa siswa untuk terlibat dalam interaksi yang intens dan bermakna. Mereka tidak bisa lagi sekadar membagi tugas dan bekerja sendiri-sendiri. Sebaliknya, mereka harus secara konstan berkomunikasi untuk menyatukan ide, bernegosiasi untuk memilih desain terbaik, berbagi tanggung jawab dalam pelaksanaan setiap komponen, dan secara kolektif menganalisis kegagalan untuk menemukan solusi perbaikan. Keberhasilan produk akhir mereka secara langsung bergantung pada kualitas kerja sama tim, sehingga setiap individu termotivasi untuk berkontribusi secara aktif dan memastikan sinergi kelompok berjalan dengan baik(Aisyah, 2020; Okoronkwo, 2017).

Pendekatan STEM ini juga secara efektif mengasah berbagai sub-keterampilan yang terkandung dalam kompetensi kolaborasi secara terintegrasi. Siswa tidak hanya belajar bekerja sama, tetapi juga secara aktif mempraktikkan komunikasi persuasif saat mempertahankan ide desain mereka. Mereka belajar bernegosiasi ketika terjadi perbedaan pendapat mengenai material atau mekanisme alat. Mereka mempraktikkan tanggung jawab bersama karena kegagalan satu komponen akan memengaruhi keseluruhan fungsi prototipe. Yang terpenting, mereka terlibat dalam pemecahan masalah kolektif tingkat tinggi setiap kali menghadapi kendala teknis. Pengalaman otentik dalam mempraktikkan seluruh rangkaian keterampilan ini secara simultan dalam satu proyek yang bermakna jauh lebih berdampak daripada mempelajari setiap keterampilan secara terpisah dan teoretis (Greenberg, 2024; Qomariah et al., 2023; Sunarto et al., 2017; Zhang et al., 2019).

Peran guru dalam model pembelajaran ini juga mengalami transformasi yang krusial. Guru tidak lagi bertindak sebagai sumber utama pengetahuan yang mentransfer informasi secara satu arah, melainkan bertransformasi menjadi seorang fasilitator pembelajaran. Dalam proyek STEM ini, guru berperan sebagai pemantik yang memberikan tantangan awal, menyediakan sumber daya yang dibutuhkan, mengajukan pertanyaan-pertanyaan pemicu untuk

merangsang pemikiran kritis, dan mengelola dinamika kelompok agar tetap produktif. Dengan mengambil posisi sebagai "pembimbing di sisi", guru memberikan otonomi kepada siswa untuk mengeksplorasi, bereksperimen, dan bahkan mengalami kegagalan sebagai bagian dari proses belajar. Lingkungan yang aman dan suportif ini sangat penting untuk menumbuhkan kepercayaan diri siswa dalam berkolaborasi dan mengambil risiko intelektual(Bhardwaj et al., 2025).

Sebagai kesimpulan, penelitian ini menyajikan bukti kuat bahwa integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran sains merupakan strategi pedagogis yang sangat efektif untuk mengembangkan keterampilan kolaboratif siswa. Dengan mengubah pembelajaran konsep menjadi sebuah tantangan rekayasa yang nyata, model ini berhasil menciptakan sebuah ekosistem belajar yang menempatkan kerja sama, komunikasi, dan pemecahan masalah kolektif sebagai pusat dari seluruh aktivitas. Peningkatan keterampilan kolaboratif yang signifikan dan berskala besar ini menawarkan sebuah cetak biru yang menjanjikan bagi para pendidik. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan abad ke-21, pembelajaran harus bergerak melampaui hafalan teoretis dan menuju pengalaman belajar yang aktif, otentik, dan terintegrasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yang kuat bahwa intervensi menggunakan pendekatan STEM secara efektif mampu meningkatkan keterampilan kolaboratif peserta didik. Bukti utama dari keberhasilan ini terlihat dari dampak yang substansial terhadap peningkatan skor pada hampir semua butir soal yang diujikan. Secara konsisten, rata-rata skor post-test yang diperoleh peserta didik menunjukkan angka yang secara signifikan lebih tinggi jika dibandingkan dengan rata-rata skor pre-test untuk keseluruhan soal. Peningkatan ini bukan hanya sekadar perubahan kecil, melainkan sebuah lompatan kuantitatif yang mengindikasikan bahwa intervensi yang diberikan benar-benar memberikan pengaruh positif yang nyata dan merata. Temuan ini menggarisbawahi bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran menjadi strategi yang sangat menjanjikan untuk mengembangkan kemampuan kerja sama siswa secara terukur dan efektif di dalam kelas.

Untuk memperkuat kesimpulan tersebut, analisis statistik lebih lanjut menunjukkan ukuran efek (effect size) yang tergolong besar hingga sangat besar, yang mendukung temuan ini secara kuantitatif. Ukuran efek ini mengonfirmasi bahwa peningkatan skor dari pre-test ke post-test bukan terjadi karena kebetulan, melainkan merupakan hasil langsung dari intervensi yang diterapkan. Meskipun demikian, ditemukan satu pengecualian menarik pada data, yaitu terkait korelasi antara skor awal dan akhir untuk Soal 5. Korelasi pada soal ini tidak signifikan secara statistik, yang mungkin menunjukkan bahwa pola peningkatan individu pada soal tersebut tidak sekonsisten soal lainnya. Namun, perlu dicatat bahwa rata-rata skor untuk Soal 5 itu sendiri tetap menunjukkan peningkatan yang signifikan berdasarkan hasil uji-t, menegaskan bahwa secara kelompok, peserta didik tetap mendapat manfaat dari intervensi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. (2020). Analisa laporan keuangan dan indikator kebangkrutan pada PT. Mayora Indah Tbk. *Business UHO Jurnal Administrasi Bisnis*, 5(1), 496. <https://doi.org/10.52423/bujab.v5i1.13677>
- Akhyaruddin, A. (2022). Implementasi Project Based Learning-Case Method (PjBL-CM) dalam pembelajaran morfologi Bahasa Indonesia. *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.33087/dikdaya.v12i1.243>



- Ariyanti, A., et al. (2024). Urgensi kompetensi pedagogik guru dalam pembelajaran abad ke-21: Studi kritis pedagogik futuristik. *Ideguru Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 10(1), 389. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v10i1.1417>
- Auna, H. S. A., & Hamzah, N. (2024). Studi perspektif siswa terhadap efektivitas pembelajaran matematika dengan penerapan ChatGPT. *HINEF Jurnal Rumpun Ilmu Pendidikan*, 3(1), 13. <https://doi.org/10.37792/hinef.v3i1.1160>
- Bhardwaj, V., et al. (2025). Redefining learning: Student-centered strategies for academic and personal growth. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1518602>
- Chahine, I. C., et al. (2020). Using robotics and engineering design inquiries to optimize mathematics learning for middle level teachers: A case study. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 319. <https://doi.org/10.22342/jme.11.2.11099.319-332>
- Fariza, N. A., & Kusuma, I. H. (2024). Implementasi model pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan kreativitas siswa sekolah dasar. *Pubmedia Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Indonesia*, 1(3), 10. <https://doi.org/10.47134/ptk.v1i3.453>
- Greenberg, S. (2024). *Problem-solving techniques that work for all types of challenges*. <https://www.clearerthinking.org/post/problem-solving-techniques-that-work-for-all-types-of-challenges>
- Konopka, C. L., et al. (2015). Active teaching and learning methodologies: Some considerations. *Creative Education*, 6(14), 1536. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.614154>
- Maryani, M., et al. (2021). Physics event photo analysis module based on the STEM approach: An effort to enhance critical thinking. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 10(2), 251. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v10i2.8626>
- Melinda, C., & Rahmawati, I. (2021). Penerapan metode problem based learning dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran ilmu pengetahuan sosial. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 31(1), 23. <https://doi.org/10.23917/jpis.v31i1.12557>
- Mukhlis, M., et al. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. *Lantanida Journal*, 11(1), 96. <https://doi.org/10.22373/lj.v11i1.15679>
- OECD. (2017). *PISA 2015 collaborative problem-solving framework july 2017 1. Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 1–5. <https://doi.org/10.1080/02602930802691572>
- Okoronkwo, I. (2017). *Team performance and project success*. Harrisburg University of Science and Technology. https://digitalcommons.harrisburgu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=pmgt_dandt
- Prayogi, R. D. (2020). Kecakapan abad 21: Kompetensi digital pendidik masa depan. *Manajemen Pendidikan*, 14(2). <https://doi.org/10.23917/jmp.v14i2.9486>
- Pursitasari, I. D., et al. (2015). Promoting of thematic-based integrated science learning on the junior high school. *Journal of Education and Practice*, 6(20), 97-101.
- Qomariah, S., et al. (2023). Pelatihan computational thinking bagi guru MI dan MTs Ad Daud Kota Samarinda. *BHAKTI NAGORI (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 3(1), 30. https://doi.org/10.36378/bhakti_nagori.v3i1.3034
- Rahmawati, D., & Fadhilah, R. (2022). The effectiveness of the STEM approach on science process skills in studying reaction rate. *European Journal of Mathematics and Science Education*, 135. <https://doi.org/10.12973/ejmse.3.2.135>

- Rif'ati, B. (2020). Contextual learning strategy in the digital era at Aisyiyah Fullday Elementary School, Klaten. *AL-HAYAT Journal of Islamic Education*, 4(2), 151. <https://doi.org/10.35723/ajie.v4i2.124>
- Sarbaitinil, S., et al. (2024). Menumbuhkan minat belajar siswa melalui metode pembelajaran kreatif. *Deleted Journal*, 2(2), 367. <https://doi.org/10.62504/jimr75xf4w76>
- Sunarto, M. J. D., et al. (2017). Profil proses berpikir mahasiswa tipe kepribadian sensing dalam pemecahan masalah logika matematika. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 36(2). <https://doi.org/10.21831/cp.v36i2.13119>
- Sutanto, A. R., et al. (2021). The profile of collaboration skills of science students in SMA Negeri 07 Surakarta. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1). <https://doi.org/10.24114/jpb.v10i1.22136>
- Tatiana, S., et al. (2023). The relationship between secondary school students' situational interest and their collaborative learning interactions. *SN Social Sciences*, 3(8), 138.
- Wahyudi, W., & Lestari, I. (2019). Pengaruh modul praktikum optika berbasis inkuiiri terhadap keterampilan proses sains dan sikap ilmiah mahasiswa. *JURNAL PENDIDIKAN FISIKA DAN KEILMUAN (JPFK)*, 5(1), 33. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v5i1.3317>
- Zhang, J., et al. (2019). Improvement of students problem-solving skills through project execution planning in civil engineering and construction management education. *Engineering Construction & Architectural Management*, 26(7), 1437. <https://doi.org/10.1108/ecam-08-2018-0321>