

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS

The Influence of the STEM Learning Model (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) on Students' Mathematical Communication Skills

**Boy Arwin Zebua^{1*}, Yakin Niat Telaumbanua¹, Netti Kariani Mendrofa¹,
 Ratna Natalia Mendrofa¹**

¹ Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Nias

*zebuaboy17@gmail.com

Diterima: 15 Agustus 2025; Direvisi: 02 November 2025; Dipublikasi: 05 November 2025



ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) learning model on students' mathematical communication skills in Grade VII at UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli. The research was motivated by students' low ability to express ideas and interpret mathematical symbols in real-life contexts. This study employed a quantitative method with a quasi-experimental design using a pretest-posttest control group. The sample consisted of 54 students divided into an experimental class and a control class. The instrument used was an essay test measuring mathematical communication skills. The results showed a significant effect of the STEM model, with a t -value of $5.373 > t$ -table 1.675 and a coefficient of determination of 35.7% . The average post-test score of the experimental class (70.00) was higher than that of the control class (52.59). These findings indicate that the STEM learning model is more effective than conventional teaching methods in enhancing students' mathematical communication skills.

Keywords: *Mathematical Communication Skills, Learning Model, STEM*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VII di UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada rendahnya kemampuan siswa dalam mengungkapkan ide dan memahami simbol matematika dalam konteks kehidupan nyata. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain *quasi experimental* tipe *pretest-posttest control group*. Sampel berjumlah 54 siswa yang dibagi dalam kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen yang digunakan berupa tes uraian kemampuan komunikasi matematis. Hasil analisis

menunjukkan adanya pengaruh signifikan model STEM terhadap kemampuan komunikasi matematis, dengan $t_{hitung} = 5,373 > t_{tabel} = 1,675$ dan koefisien determinasi sebesar 35,7%. Rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen (70,00) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (52,59). Temuan ini membuktikan bahwa model pembelajaran STEM lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Kata Kunci: Kemampuan Komunikasi Matematis, Model Pembelajaran, STEM

1. PENDAHULUAN

Dalam pembelajaran matematika, siswa diarahkan untuk berpikir kritis dan mampu menghasilkan ide-ide baru dalam menghadapi berbagai permasalahan. Proses pembelajaran ini berlangsung di kelas dan difasilitasi oleh guru dengan tujuan mengembangkan kreativitas berpikir serta kemampuan siswa dalam membangun pengetahuan baru guna meningkatkan penguasaan konsep matematika secara mendalam (Hakim & Adirakasiwi, 2021).

Salah satu kompetensi mendasar yang harus dimiliki siswa adalah kemampuan komunikasi matematis. Menurut Sholihin et al., (2024), komunikasi matematis mencakup kemampuan menyampaikan pemikiran matematika secara lisan maupun tulisan melalui berbagai representasi seperti diagram, grafik, dan tabel. Kemampuan ini memungkinkan siswa memahami konsep, berinteraksi, serta mengomunikasikan ide-ide matematika secara efektif, dan merupakan aspek penting dalam penguasaan materi matematika.

Pada kenyataannya, kemampuan komunikasi matematis masih menjadi permasalahan dalam proses pembelajaran. Hasil studi pendahuluan di UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli menunjukkan bahwa siswa kesulitan memecahkan masalah kontekstual serta kurang mampu menginterpretasikan ide dan simbol matematika, baik secara lisan maupun tulisan. Guru juga mengungkapkan bahwa sebagian besar siswa belum berani menyampaikan pendapat karena rasa takut saat pembelajaran berlangsung. Hal ini diperburuk dengan dominasi penggunaan model pembelajaran tradisional yang berpusat pada guru, sehingga siswa jarang diberi ruang untuk mengungkapkan ide secara individu maupun kelompok. Akibatnya, siswa kurang terlatih dalam mengaitkan bahasa matematika dengan situasi nyata.

Berdasarkan tes pendahuluan terhadap 28 siswa menggunakan tiga soal, ditemukan bahwa sebagian besar siswa memiliki kemampuan komunikasi matematis yang rendah, sebagaimana tergambar dari salah satu lembar jawaban berikut.

Soal

1. $3x + 5 = 20$
 Langkah 1 : $3x + 5 = 20$
 Langkah 2 : $3x = 15$
 Langkah 3 : $x = 10$

2. $2(x + 4) = 18$
 Langkah 1 : $2x + 4 = 18$
 Langkah 2 : $2x = 9$
 Langkah 3 : $x = 3$

3. $3x + 4y$
 $= (3 + 4)xy$
 $= 7xy$

Gambar 1. Jawaban Tes Kemampuan Komunikasi Siswa

Dari hasil tes kemampuan komunikasi matematis siswa UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli di atas, dapat dilihat bahwa siswa memiliki kesulitan dalam penyelesaian soal – soal tes kemampuan komunikasi matematis. Dari jawaban tersebut diperoleh bahwa rata – rata nilai tes kemampuan komunikasi matematis dengan jumlah siswa sebanyak 28 orang ialah 20.39 dengan kriteria sangat rendah. Pada soal dan jawaban di atas juga menunjukkan bahwa dalam penyelesaian soal– soal berbasis masalah siswa tidak mampu memecahkannya.

Hasil observasi awal peneliti pada Penilaian Akhir Semester (PAS) ganjil di UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli menunjukkan nilai rata-rata siswa sebesar 47,5, di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) 65, yang mengindikasikan hasil belajar rendah. Wawancara dengan guru matematika mengungkapkan bahwa banyak siswa kurang aktif dalam pembelajaran, kesulitan memahami materi, serta sulit menyampaikan ide atau gagasan. Kemampuan dasar matematika sebagian siswa juga masih rendah, terlihat dari ketidakmampuan melakukan perkalian dan pembagian secara tepat. Guru juga menyampaikan bahwa siswa cenderung pasif, takut bertanya, dan kesulitan menyelesaikan latihan, bahkan untuk soal yang konsepnya sama dengan contoh di kelas. Hal ini disebabkan ketergantungan penuh pada guru serta rendahnya rasa ingin tahu. Selain itu, siswa kurang memperhatikan materi karena menganggap matematika sulit dan membosankan, sehingga minat dan motivasi belajar rendah. Pengamatan peneliti juga menemukan partisipasi siswa yang minim, misalnya tidak mampu menjawab pertanyaan guru akibat kurangnya persiapan. Rendahnya motivasi dan minat belajar ini diperkuat dengan hasil angket yang dibagikan peneliti, meliputi angket minat, motivasi, dan diagnostik kesulitan belajar.

Untuk mengatasi rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa, diperlukan perbaikan proses pembelajaran dari metode tradisional yang dominan ceramah menjadi model yang lebih kreatif dan inovatif. Pendekatan ini memberi ruang bagi siswa untuk menyampaikan ide, berpikir kritis, serta berperan aktif dalam pembelajaran. Keterampilan komunikasi matematis sendiri penting karena membantu siswa terbiasa mengungkapkan gagasan, mengubah situasi nyata menjadi bahasa matematika, dan memecahkan masalah secara logis.

Model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) mengintegrasikan empat disiplin ilmu untuk membantu siswa memecahkan masalah nyata dalam kehidupan dan dunia kerja (Aini, 2024; Riyanto et al., 2021). STEM juga mendorong keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan inovatif (Khalishah & Umi, 2022), serta pembelajaran aktif yang relevan dengan konteks sehari-hari (Ramadhani et al., 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa STEM dapat meningkatkan kompetensi bidang sains dan matematika, termasuk kemampuan berpikir kreatif (Mardatillah & Kristayulita, 2024) dan komunikasi matematis (Harahap et al., 2021).

Berdasarkan kajian literatur yang tersedia, terdapat penelitian yang signifikan terkait pengaruh model pembelajaran STEM terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa, khususnya. Penelitian oleh Mawaddah & Mahmudi (2021) telah menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran *Project Based Learning* terintegrasi STEM dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematika siswa dengan tingkat ketuntasan mencapai 78,125%, namun penelitian tersebut dilakukan pada jenjang sekolah dasar di Yogyakarta. Demikian pula, Harahap et al.,

(2021) membuktikan efektivitas pendekatan STEAM terhadap kemampuan komunikasi matematis dengan peningkatan rata-rata dari 62,73 menjadi 80,05, tetapi penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 9 Padangsidimpuan dengan fokus pada materi keuntungan dan kerugian.

Dengan demikian, kesenjangan penelitian yang teridentifikasi meliputi: pertama, belum adanya penelitian spesifik yang mengkaji implementasi model pembelajaran STEM murni (tanpa integrasi dengan model lain) terhadap kemampuan komunikasi matematis di tingkat SMP. Kedua, konteks geografis dan demografi UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli yang belum pernah diteliti, padahal faktor kontekstual sangat mempengaruhi efektivitas penerapan model pembelajaran. Ketiga, Nurfirani & Kristayulita (2024) hanya mengkaji pengaruh STEM terhadap hasil belajar secara umum, bukan secara spesifik pada kemampuan komunikasi matematis. Keempat, penelitian-penelitian sebelumnya lebih banyak menggunakan model pembelajaran berbasis masalah seperti Marbun & Simamora (2022) atau model pembelajaran lainnya, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif tentang efektivitas STEM sebagai model pembelajaran mandiri dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP.

Berdasarkan teori dan temuan tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh model pembelajaran STEM terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa di UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memperkaya literatur pembelajaran matematika berbasis STEM.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan eksperimen kuantitatif dengan desain *quasi experimental tipe pretest-posttest control group design* (Abraham & Supriyati, 2022), yang bertujuan membandingkan pengaruh model pembelajaran STEM dengan pembelajaran konvensional terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Variabel bebas adalah model pembelajaran STEM, variabel terikat kemampuan komunikasi matematis, dan variabel kontrol meliputi guru, materi, waktu, media, buku, motivasi, kehadiran siswa, dan sarana prasarana. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas VII UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli tahun ajaran 2024/2025 sebanyak 54 siswa yang dijadikan sampel melalui teknik sampling jenuh (Sugiyono, 2020). Instrumen yang digunakan berupa tes uraian yakni *pre-test* (5 soal) dan *post-test* (3 soal) yang telah divalidasi secara ahli. Perbedaan butir soal pada *pre-test* dan *post-test* dilakukan untuk mencegah efek hafalan atau pengulangan soal yang dapat memengaruhi objektivitas hasil belajar siswa (Salim, 2018). Instrumen yang digunakan akan di uji coba untuk keperluan uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, serta daya pembeda (Sugiyono, 2020). Prosedur penelitian meliputi pelaksanaan *pre-test*, pemberian perlakuan, *post-test*, serta uji normalitas, homogenitas, dan uji hipotesis. Data dianalisis secara kuantitatif melalui penskoran menggunakan rubrik kemampuan komunikasi matematis, perhitungan statistik deskriptif, serta uji *t-independen* pada taraf signifikansi 5% (Suhirman & Yusuf., 2019). Penelitian dilakukan di UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli, Jln. Meteorologi, Desa Onowaembo, Kota Gunungsitoli.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

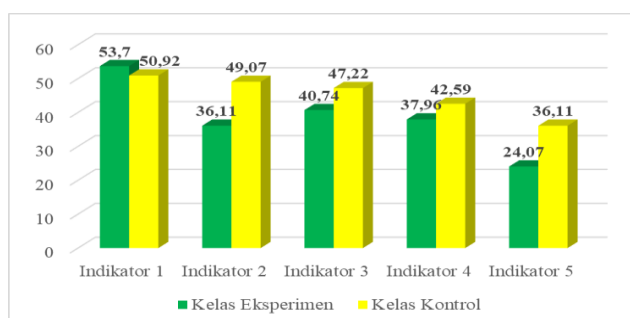
a. Pengolahan Nilai Tes Awal

Sebelum perlakuan diberikan, dilakukan tes awal pada dua kelompok, yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol, masing-masing terdiri dari 27 siswa (total 54 siswa). Tes ini bertujuan untuk mengetahui kesetaraan karakteristik awal dan kemampuan komunikasi matematis siswa sebelum penelitian dimulai. Hasilnya disajikan dalam bentuk statistik deskriptif pada tabel berikut.

Tabel 1. Nilai *Pretest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	N	Mean	Std. Dev	Variance
Eksperimen	27	38,52	16.397	268.875
Kontrol	27	45,19	14.444	208.618

Tabel 1 menyajikan statistik deskriptif nilai pretest untuk dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, yang masing-masing terdiri dari 27 siswa. Rata-rata (mean) nilai pretest pada kelas eksperimen adalah 38,52 dengan standar deviasi sebesar 16,397 dan varians sebesar 268,875. Sementara itu, kelas kontrol memiliki rata-rata nilai pretest yang lebih tinggi, yaitu 45,19 dengan standar deviasi 14,444 dan varians sebesar 208,618. Data ini menunjukkan bahwa sebelum perlakuan diberikan, terdapat perbedaan awal dalam rata-rata dan sebaran nilai antara kedua kelompok. Berdasarkan perhitungan nilai tes awal setiap indikator kemampuan komunikasi matematis baik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol maka diagram perolehan nilai rata-rata untuk setiap indikator disajikan sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Perolehan Nilai Rata-Rata Tes Awal Komunikasi Matematis

Grafik di atas menunjukkan perbandingan rata-rata capaian lima indikator kemampuan komunikasi matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Secara umum, nilai kedua kelas berada pada kategori "Cukup" dan "Kurang", tanpa ada yang mencapai kategori "Baik" maupun "Sangat Baik". Indikator 1 menunjukkan hasil tertinggi dengan kategori "Cukup" untuk kedua kelas (53,7 dan 50,92). Namun, pada indikator lainnya, sebagian besar capaian kelas eksperimen berada pada kategori "Kurang", sementara kelas kontrol lebih sering berada pada kategori "Cukup". Temuan ini mengindikasikan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa pada tahap awal masih tergolong rendah hingga sedang.

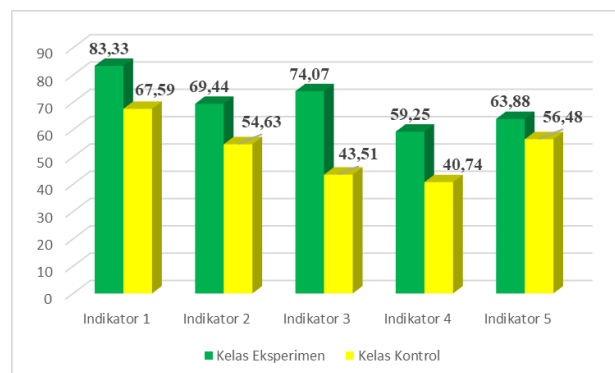
b. Pengolahan Nilai Hasil Tes Akhir

Berdasarkan hasil pengolahan data tes akhir, statistik deskriptif kemampuan literasi numerasi siswa tiap kelas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Nilai *Postest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	N	Mean	Std. Deviasi	Varsians
Eksperimen	27	70,00	10,652	113,462
Kontrol	27	52,59	15,073	227,208

Berdasarkan hasil pengolahan data tes akhir, diperoleh bahwa nilai rata-rata kemampuan literasi numerasi siswa pada kelas eksperimen sebesar 70,00 dengan standar deviasi 10,652 dan varians 113,462, sedangkan pada kelas kontrol rata-rata sebesar 52,59 dengan standar deviasi 15,073 dan varians 227,208. Nilai rata-rata kelas eksperimen termasuk dalam kategori "Baik", sedangkan kelas kontrol dalam kategori "Cukup". Perbedaan ini menunjukkan adanya peningkatan yang lebih signifikan pada kelas eksperimen setelah penerapan model pembelajaran. Selanjutnya, rincian nilai rata-rata berdasarkan setiap indikator kemampuan komunikasi matematis siswa ditampilkan dalam diagram berikut.



Gambar 3. Diagram Perolehan Nilai Rata-Rata Tes Akhir Komunikasi Matematis

Grafik menunjukkan peningkatan capaian kemampuan komunikasi matematis pada lima indikator setelah perlakuan. Kelas eksperimen menunjukkan nilai lebih tinggi pada seluruh indikator dibanding kelas kontrol. Indikator 1 dan 3 pada kelas eksperimen mencapai kategori "Baik" hingga "Sangat Baik" (masing-masing 83,33 dan 74,07), sedangkan kelas kontrol masih berada pada kategori "Cukup". Indikator lainnya juga menunjukkan hasil lebih baik di kelas eksperimen, dengan sebagian besar berada pada kategori "Cukup" hingga "Baik", sementara kelas kontrol cenderung berada pada kategori "Cukup" atau mendekati "Kurang". Temuan ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen berdampak positif terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa.

c. Uji Hipotesis Statistik

Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil dari uji prasyarat analisis tersebut disajikan pada tabel berikut.

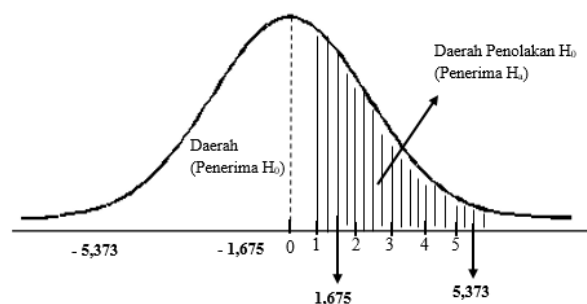
Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Kelas	L_{hitung}	L_{tabel}	Keterangan
Eksperimen	0,093	0,171	Berdistribusi Normal
Kontrol	0,085	0,171	Berdistribusi Normal

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Kelas	F_{hitung}	F_{tabel}	Keterangan
Eksperimen	1,20	1,93	Homogen
Kontrol			Homogen

Berdasarkan tabel tersebut, data yang diperoleh berdistribusi normal dan homogen. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji-*t-independen* satu pihak pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai t_{hitung} sebesar 5,373, sedangkan nilai t_{tabel} pada derajat kebebasan ($dk = 52$) adalah 1,675. Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($5,373 > 1,675$), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan model pembelajaran STEM terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Pengujian ini mengikuti kurva distribusi normal satu sisi, di mana daerah penolakan H_0 berada di sebelah kanan, sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4. Kurva penerimaan H_a

Persentase pengaruh model pembelajaran STEM terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa berdasarkan hasil uji regresi linear sederhana dengan bantuan *IBM SPSS Statistics 26* disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Koefisien Determinasi

Model summary				
Model	R	R square	Adjusted square	r Std. Error of the estimate
1	.597 ^a	.357	.345	.409
A. Predictors: (constant), model pembelajaran stem				

Berdasarkan hasil analisis regresi linear sederhana yang disajikan pada Tabel 5, diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,597, yang menunjukkan adanya hubungan positif antara model pembelajaran STEM dan kemampuan komunikasi matematis siswa. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,357 mengindikasikan bahwa model pembelajaran STEM memberikan kontribusi sebesar 35,7% terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model yang digunakan.

Pembahasan

Penelitian ini menerapkan model pembelajaran STEM untuk mengukur pengaruhnya terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Pada kelas eksperimen, materi disajikan dengan mengintegrasikan empat bidang: sains, teknologi, teknik, dan matematika. Contohnya, siswa mengamati jenis sudut dalam kehidupan sehari-hari (sains), menggunakan media presentasi (teknologi), menggambar sudut pada bidang datar (teknik), dan menyelesaikan soal matematika (matematika). Kelas kontrol menggunakan metode pembelajaran konvensional. Proses pembelajaran berlangsung selama enam pertemuan: satu kali tes awal, empat kali pembelajaran, dan satu kali tes akhir. Hasil tes akhir menunjukkan rata-rata nilai kelas eksperimen sebesar 70,00 (kategori baik), sedangkan kelas kontrol 52,59 (kategori cukup).

Hasil uji t dengan nilai $5,373 > 1,675$ menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan secara statistik, yang diperkuat oleh berbagai penelitian serupa. Harahap et al., (2021) melaporkan peningkatan dramatis kemampuan komunikasi matematis dari rata-rata 62,73 (kategori cukup) menjadi 80,05 (kategori sangat baik) setelah penerapan pendekatan STEAM. Mawaddah & Mahmudi (2021) menunjukkan bahwa 78,125% siswa mencapai ketuntasan berdasarkan KKM, mengindikasikan dampak praktis yang substansial. Selain itu, Penelitian mengungkapkan bahwa STEM meningkatkan tiga aspek kunci komunikasi matematis: (1) menghubungkan ide matematis melalui representasi visual dan matematis, (2) menggunakan representasi yang tepat untuk menyampaikan konsep, dan (3) menerapkan bahasa matematika dalam penyelesaian masalah. Penelitian lain menunjukkan bahwa pendekatan STEM meningkatkan kapasitas siswa untuk memahami dan mengartikulasikan ide-ide matematika secara lebih efektif daripada metode konvensional (Rahmadhani et al., 2023).

Selain itu, STEM tidak hanya meningkatkan komunikasi matematis, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, memecahkan masalah, berpikir kritis, dan penalaran matematis. Hal ini sejalan dengan Wijayanti & Rochmad (2023) yang mendemonstrasikan bahwa PBL berbantuan modul STEM tidak hanya mencapai ketuntasan klasikal tetapi juga menunjukkan pengaruh positif kepercayaan diri terhadap kemampuan komunikasi matematis. Nurfirani & Kristayulita (2024) menegaskan bahwa STEM memberikan kontribusi signifikan sebagai acuan pembelajaran kontemporer untuk model evaluasi, metode, dan strategi pembelajaran matematika. Dengan demikian, Konvergensi bukti empiris dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa STEM bukan sekadar alternatif pedagogis, melainkan paradigma pembelajaran yang secara fundamental mentransformasi cara siswa memahami, mengkomunikasikan, dan menerapkan konsep matematis dalam konteks yang bermakna dan terintegrasi.

4. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) berpengaruh signifikan terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VII UPTD SMP Negeri 2 Gunungsitoli. Hasil uji t pada data *post-test* menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, dengan nilai $t_{hitung} = 5,373 > t_{tabel} = 1,675$ pada taraf signifikansi 5%. Selain itu, analisis regresi sederhana menghasilkan nilai R Square sebesar 0,357 yang berarti model STEM memberikan kontribusi sebesar 35,7% terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Dengan demikian, penggunaan model pembelajaran STEM terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa dibandingkan pembelajaran konvensional.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada rekan penulis atas kerja sama dan kontribusi yang diberikan dalam penyelesaian penelitian ini, serta kepada pengelola jurnal yang telah memberikan kesempatan untuk mempublikasikan karya ini. Semoga segala dukungan dan kerja sama yang terjalin dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

6. REKOMENDASI

Penelitian ini berpotensi dikembangkan dengan melibatkan lebih banyak sekolah dan wilayah yang beragam guna meningkatkan generalisasi temuan. Disarankan agar penerapan model pembelajaran STEM dilakukan dalam jangka waktu lebih panjang atau melalui beberapa siklus pembelajaran, agar dampaknya terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa dapat terlihat lebih menyeluruh. Mengingat prosedurnya yang sistematis dan relatif mudah diterapkan, model STEM layak diintegrasikan secara berkelanjutan dalam pembelajaran matematika. Temuan ini juga dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya serta dasar pengembangan inovasi pembelajaran berbasis STEM di berbagai jenjang pendidikan.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, I., & Supriyati, Y. (2022). Desain Kuasi Eksperimen Dalam Pendidikan: Literatur Review. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(3), 2476–2482. <https://doi.org/10.58258/jime.v8i3.3800>
- Aini. (2024). *Inovasi Pembelajaran: Stem-Ilc3 Untuk Mengasah Keterampilan 4c Pada Mahasiswa*.
- Hakim, R. N., & Adirakasiwi, A. G. (2021). Analisis Tingkat Kecemasan Matematis Siswa SMA. 4(4), 809–816. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i4.809-816>
- Harahap, M. S., Nasution, F. H., & Nasution, N. F. (2021). Efektivitas Pendekatan Pembelajaran Science Technology Engineering Art Mathematic (Steam) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 1053. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3633>

- Khalishah, N., & Umi Mahmudah. (2022). Systematic literature review: Peran pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan matematis. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(3), 236–248. <https://jurnal.stkipbjm.ac.id/index.php/math/article/view/1955>
- Marbun, Y. M. R., & Simamora, R. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa. *Jurnal Mathematic Paedagogic*, 7(1), 79–86. <https://doi.org/10.36294/jmp.v7i1.2788>
- Mardatillah, B. L. R., & Kristayulita, K. (2024). Pengaruh Pembelajaran STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(1), 472–482. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i1.1564>
- Mawaddah, S., & Mahmudi, A. (2021). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Melalui Penggunaan Project-Based Learning Terintegrasi Stem. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(1), 167. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i1.3179>
- Nurfirani, P., & Kristayulita, K. (2024). Pengaruh Pembelajaran Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) terhadap Hasil Belajar Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(1), 451–462. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i1.1561>
- Rahmadhani, C., Pujiastuti, H., & Fathurrohman, M. (2023). Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Matematika: Study Literature Review. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(1), 549–557. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i1.1280>
- Ramadhani, R., Reffiane, F., & Baedowi, S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Stem Berbantu Video Pembelajaran Powtoon Terhadap Hasil Belajar Tema 6 Subtema 2 Pembelajaran 1 Kelas V Sd Negeri Sidoluhur 01. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(2), 5067–5080. <https://doi.org/https://doi.org/10.23969/jp.v8i2.9771>
- Riyanto, R., Fauzi, R., Syah, I. M. A., & Muslim, U. B. (2021). *Model STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dalam Pendidikan Widina Bhakti Persada*. Widina Bhakti Persada.
- Salim, M. B. (2018). Pengaruh Pemberian Pre Test Dan Post Test Terhadap Kesiapan Dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas VII Di SMP Negeri 7 Metro Tahun Pelajaran 2015/2016. *Kappa Journal*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.29408/kpj.v2i1.754>
- Sholihin, K. F., Latifah, R., Kiranasari, S. P., & Nu, M. (2024). *Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik pada Pembelajaran Matematika Terintegrasi dengan Kebudayaan*. 4(2), 66–79.
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D Dan Penelitian Pendidikan)*. Alfabeta.
- Suhirman, & Yusuf. (2019). *Penelitian Kuantitatif Sebuah Panduan Praktis* (Vol. 1, Issue 1). Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Mataram. <https://doi.org/https://doi.org/10.64626/snej.v1i3.101>

- Wijayanti, S. N., & Rochmad, R. (2023). Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa MTs Berdasarkan Self-Confidence Pada PBL Berbantuan Modul STEM. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 7(1), 156. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v7i1.7807>