

Pengaruh Model Pembelajaran STEM Berbantuan Aplikasi Geogebra Terhadap *Spatial Thinking Skill* Dan Kerja Sama Siswa Sekolah Dasar

Frista Savitri, Wanda Nugroho Yanuarto

Universitas Muhammadiyah Purwokerto
wandanugrohoyanuarto@ump.ac.id

Article History

accepted 1/6/2026

approved 1/7/2026

published 17/8/2026

Abstract

The development of 21st-century education requires innovative learning models that can improve elementary school students' spatial thinking skills and collaboration. This study aimed to analyze the effect of a GeoGebra-assisted STEM learning model on students' spatial thinking skills and collaboration in mathematics learning. The study employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a nonequivalent control group design. The participants were fourth-grade students of SD Negeri Banjarsari Kidul, consisting of an experimental class and a control class. Data were collected through observations, tests, questionnaires, and documentation. The findings revealed that the GeoGebra-assisted STEM learning model had a significant effect on students' spatial thinking skills and collaboration. In addition, a positive relationship was found between spatial thinking skills and collaboration. Therefore, GeoGebra-assisted STEM learning can serve as an innovative alternative for improving elementary school students' cognitive and social abilities in mathematics learning.

Keywords: *STEM learning, GeoGebra, spatial thinking skill, collaboration, elementary school*

Abstrak

Perkembangan pendidikan abad ke-21 menuntut inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan *spatial thinking skill* dan kerja sama siswa sekolah dasar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model pembelajaran STEM berbantuan aplikasi GeoGebra terhadap *spatial thinking skill* dan kerja sama siswa sekolah dasar. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experiment* melalui desain *nonequivalent control group design*. Subjek penelitian terdiri atas siswa kelas IV SD Negeri Banjarsari Kidul yang melibatkan kelas eksperimen dan kelas control. Data dikumpulkan melalui observasi, tes, angket, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra berpengaruh signifikan terhadap *spatial thinking skill* serta kerja sama siswa dalam pembelajaran Matematika sekolah dasar. Penelitian ini juga menemukan adanya hubungan positif antara *spatial thinking skill* dan kerja sama siswa. Dengan demikian, pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra dapat digunakan sebagai alternatif pembelajaran inovatif untuk meningkatkan kemampuan kognitif dan sosial siswa sekolah dasar.

Kata kunci: *pembelajaran STEM, GeoGebra, spatial thinking skill, kerja sama, sekolah dasar*



PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 menuntut dunia pendidikan untuk tidak hanya berfokus pada pencapaian aspek kognitif, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kemampuan kolaborasi, dan literasi digital. Pada jenjang sekolah dasar, kebutuhan ini menjadi semakin penting karena fase tersebut merupakan fondasi pembentukan kemampuan berpikir dan sosial peserta didik (Dzurriyya et al., 2025). Salah satu kemampuan yang perlu dikembangkan sejak dini adalah *spatial thinking skill* yang merupakan kemampuan untuk memahami, merepresentasikan, dan menggunakan hubungan keruangan dalam proses pemecahan masalah sehingga menjadi kompetensi penting dalam pembelajaran matematika dan sains (National Research Council, 2006).

Namun, pembelajaran matematika di sekolah dasar masih sering berlangsung secara konvensional. Siswa cenderung menerima rumus dan prosedur secara pasif tanpa memperoleh pengalaman belajar yang konkret dan bermakna. Kondisi ini menyebabkan *spatial thinking skill* siswa belum berkembang secara optimal. Selain itu, proses pembelajaran juga belum sepenuhnya memfasilitasi siswa untuk bekerja sama secara aktif dalam menyelesaikan masalah belajar. Padahal, kerja sama merupakan salah satu keterampilan penting abad ke-21 yang perlu ditanamkan sejak sekolah dasar (Adzani et al., 2023).

Salah satu pendekatan yang dinilai relevan untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pembelajaran STEM menekankan integrasi antardisiplin ilmu untuk memecahkan masalah autentik melalui proses desain, investigasi, dan inovasi (Kelley & Knowles, 2016). Melalui model ini, siswa didorong untuk mengidentifikasi masalah, mencari informasi, merancang solusi, mengembangkan produk atau gagasan, mengevaluasi hasil, dan mengomunikasikan temuannya. Dengan demikian, STEM tidak hanya mendukung pemahaman konsep, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif (Uttal et al., 2024).

Penguatan pembelajaran STEM dapat dilakukan melalui pemanfaatan teknologi pendidikan, salah satunya aplikasi GeoGebra. GeoGebra merupakan perangkat lunak matematika dinamis yang memungkinkan siswa memvisualisasikan objek geometri, melakukan transformasi, dan memahami hubungan antarbentuk secara lebih konkret. Penggunaan GeoGebra mendukung proses pembelajaran yang interaktif, visual, dan eksploratif, sehingga sangat potensial untuk meningkatkan *spatial thinking skill* siswa. Selain itu, penggunaan aplikasi ini dalam kegiatan kelompok juga dapat memperkuat interaksi dan kerja sama antarsiswa selama proses pembelajaran (Wardini et al., 2024).

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan abad ke-21, sedangkan GeoGebra efektif mendukung kemampuan spasial dan pemahaman konsep matematika. Akan tetapi, sebagian besar penelitian masih berfokus pada salah satu variabel saja dan belum banyak yang mengkaji secara simultan pengaruh pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra terhadap *spatial thinking skill* dan kerja sama siswa sekolah dasar. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut (Yıldız & Ecevit, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menguji pengaruh model pembelajaran STEM berbantuan aplikasi GeoGebra terhadap *spatial thinking skill* siswa sekolah dasar; (2) menguji pengaruh model pembelajaran STEM berbantuan aplikasi GeoGebra terhadap kemampuan kerja sama siswa sekolah dasar; dan (3) menguji keterkaitan antara *spatial thinking skill* dan kerja sama siswa sekolah dasar.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode quasi experiment dan desain *nonequivalent control group design*. Desain ini digunakan karena

subjek penelitian tidak dipilih secara acak penuh (Sugiyono, 2018). Penelitian dilaksanakan pada tahun ajaran 2025/2026 di kelas IV SD Negeri Banjarsari Kidul, Kecamatan Sokaraja, Kabupaten Banyumas. Sampel ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu kelas IVA sebagai kelas eksperimen berjumlah 21 siswa dan kelas IVB sebagai kelas kontrol berjumlah 22 siswa. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran STEM berbantuan aplikasi GeoGebra, sedangkan kelas kontrol menggunakan media konvensional. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, tes, angket, dan dokumentasi. Tes digunakan untuk mengukur *spatial thinking skill*, sedangkan angket digunakan untuk mengukur kemampuan kerja sama siswa. Instrumen penelitian telah diuji validitas menggunakan korelasi product moment dan reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha dengan hasil reliabel ($>0,70$). Analisis data dilakukan melalui uji normalitas dan homogenitas, kemudian dilanjutkan dengan independent sample t-test, regresi linear sederhana, dan korelasi Pearson menggunakan bantuan SPSS versi 27 pada taraf signifikansi 0,05 (Subagis et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Model Pembelajaran STEM Berbantuan GeoGebra terhadap *Spatial Thinking Skill*

Hasil analisis data menunjukkan bahwa nilai rata-rata *posttest spatial thinking skill* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh rata-rata sebesar 84,71 sedangkan kelas kontrol sebesar 64,24. Hasil independent sample t-test menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga terdapat pengaruh signifikan model pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra terhadap *spatial thinking skill* siswa sekolah dasar.

Tabel 1. Hasil uji-t Pengaruh STEM Berbantuan GeoGebra terhadap *spatial thinking skill*.

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Hasil Pretest	Equal variances assumed	0,452	0,505	-0,343	40	0,733	-0,524	1,525	-3,606	2,559
	Equal variances not assumed			-0,343	39,529	0,733	-0,524	1,525	-3,607	2,560
Hasil Posttest	Equal variances assumed	0,117	0,734	11,674	40	0,000	20,476	1,754	16,931	24,021
	Equal variances not assumed			11,674	39,235	0,000	20,476	1,754	16,929	24,023

Peningkatan *spatial thinking skill* terjadi karena pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra memberikan pengalaman belajar yang konkret, interaktif, dan kontekstual. Implementasi STEM yang efektif tidak hanya mengintegrasikan konten, tetapi juga keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah (Roehrig et al., 2021). *Spatial skill* memiliki hubungan yang kuat dengan prestasi matematika siswa, terutama pada materi geometri dan pemecahan masalah yang memerlukan visualisasi ruang (Atit et al., 2012). *Spatial thinking skill* merupakan komponen penting dalam pembelajaran matematika karena membantu siswa memahami representasi visual, hubungan geometris, dan pemecahan masalah secara lebih efektif (Gilligan-Lee et al., 2022). Dalam proses pembelajaran, siswa tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi juga aktif mengidentifikasi masalah, mengeksplorasi konsep, merancang solusi, dan memvisualisasikan objek geometri melalui GeoGebra. Aktivitas tersebut membantu siswa memahami hubungan spasial secara lebih mendalam. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa integrasi STEM mampu meningkatkan kemampuan representasi spasial dan

pemecahan masalah melalui aktivitas pembelajaran yang autentik dan berbasis proyek (Yıldız & Ecevit, 2024).

GeoGebra dikembangkan sebagai perangkat lunak matematika dinamis yang mengintegrasikan geometri, aljabar, dan kalkulus dalam satu lingkungan belajar interaktif (Hohenwarter & Fuchs, 2004). GeoGebra berperan penting dalam mendukung visualisasi konsep matematika secara dinamis sehingga siswa dapat mengamati perubahan bentuk, ukuran, posisi, dan orientasi objek secara langsung. (Ikhsan et al., 2024). Temuan ini sejalan dengan penelitian Marasabeissy yang menunjukkan bahwa GeoGebra efektif meningkatkan spatial visualization siswa. Selain itu, hasil penelitian ini juga mendukung teori konstruktivisme Bruner yang menekankan pentingnya pengalaman konkret dan visual dalam membangun pemahaman siswa (Suparman et al., 2024).

2. Pengaruh Model Pembelajaran STEM Berbantuan GeoGebra terhadap Kerja Sama

Hasil analisis data menunjukkan bahwa rata-rata skor kerja sama siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh rata-rata sebesar 82,10 sedangkan kelas kontrol sebesar 55,76. Hasil uji t menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,001 < 0,05$ sehingga model pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra berpengaruh signifikan terhadap kerja sama siswa sekolah dasar.

Tabel 2. Hasil uji t Pengaruh Model Pembelajaran STEM Berbantuan GeoGebra terhadap Kerja Sama

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Kerja sama	Equal variances assumed	3,367	0,074	16,984	40	0,000	26,333	1,550	23,200	29,467
	Equal variances not assumed			16,984	35,883	0,000	26,333	1,550	23,189	29,478

Peningkatan kemampuan kerja sama terjadi karena pembelajaran STEM dilaksanakan melalui aktivitas kelompok yang menuntut siswa berdiskusi, berbagi tugas, menyampaikan ide, dan menyelesaikan masalah bersama. Penggunaan GeoGebra juga mendukung proses interaksi kelompok karena siswa mengamati dan mendiskusikan objek visual secara bersama-sama. Siswa yang belajar menggunakan GeoGebra menunjukkan peningkatan *spatial thinking skill* yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional (Izzati et al., 2024).

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Siller & Ahmad, 2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran matematika berbasis kolaboratif mampu meningkatkan partisipasi dan komunikasi siswa. Selain itu, penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran kolaboratif dapat meningkatkan interaksi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika (Rivaldiansyah et al., 2023).

3. Hubungan antara Spatial Thinking Skill dan Kerja Sama

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,464 dengan signifikansi $0,000 < 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif yang kuat antara *spatial thinking skill* dan kerja sama siswa sekolah dasar.

Tabel 3. Hasil analisis korelasi Pearson antara *spatial thinking skill* dan kerja sama

Correlations					
		Posttest Eksperimen	Posttest Kontrol	Kerja sama Eksperimen	Kerja sama Kontrol
Posttest Eksperimen	Pearson Correlation	1	-0,103	0,464*	-0,017
	Sig. (2-tailed)		0,658	0,034	0,942
	N	21	21	21	21
Posttest Kontrol	Pearson Correlation	-0,103	1	-0,004	-0,255
	Sig. (2-tailed)	0,658		0,986	0,265
	N	21	21	21	21
Kerja sama Eksperimen	Pearson Correlation	0,464*	-0,004	1	0,096
	Sig. (2-tailed)	0,034	0,986		0,680
	N	21	21	21	21
Kerja sama Kontrol	Pearson Correlation	-0,017	-0,255	0,096	1
	Sig. (2-tailed)	0,942	0,265	0,680	
	N	21	21	21	21

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Hubungan tersebut menunjukkan bahwa siswa yang memiliki *spatial thinking skill* lebih baik, cenderung lebih aktif dalam berdiskusi dan membantu teman sekelompok dalam memahami konsep geometri. Sebaliknya, aktivitas kerja sama dalam kelompok juga membantu siswa memperkuat pemahaman spasial melalui proses pertukaran ide dan diskusi (Webb et al., 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *spatial thinking skill* siswa pada kelas eksperimen mengalami peningkatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Rata-rata nilai posttest kelas eksperimen (84,71) secara substansial melampaui kelas kontrol (64,24). Perbedaan ini secara statistik diperkuat melalui uji independent samples t-test yang menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi GeoGebra dalam pembelajaran STEM mampu memfasilitasi proses visualisasi, manipulasi objek, dan eksplorasi spasial secara lebih konkret, sehingga membantu siswa memahami relasi antarbangun datar secara lebih mendalam.

Secara teoretis, peningkatan *spatial thinking skill* pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa siswa memperoleh kesempatan yang lebih luas untuk mengeksplorasi objek geometri melalui visualisasi dinamis. Kemampuan ini sangat penting karena *spatial thinking skill* merupakan salah satu keterampilan dasar yang mendukung pemahaman konsep matematika dan penyelesaian masalah geometris (Harris, 2023).

Dari perspektif teori belajar kognitif, peningkatan kemampuan spasial siswa dapat dijelaskan melalui teori Jerome Bruner. Proses pembelajaran akan lebih efektif ketika siswa memperoleh pengalaman belajar melalui representasi visual dan eksplorasi aktif terhadap objek yang dipelajari. GeoGebra menyediakan lingkungan belajar yang memungkinkan proses tersebut terjadi secara optimal (Metsämuuronen & Räsänen, 2018).

Peningkatan *spatial thinking skill* ini dapat dijelaskan melalui karakteristik pembelajaran STEM yang menekankan pada pemecahan masalah, desain solusi, dan eksplorasi konsep secara aktif. GeoGebra berperan sebagai alat kognitif (*cognitive tool*) yang memperkuat representasi visual dan spasial siswa. Ketika siswa dapat memanipulasi bangun datar secara dinamis, proses mental seperti visualisasi spasial, rotasi mental, dan relasi ruang menjadi lebih terlatih (Gurmu et al., 2024). Multimedia interaktif berbasis GeoGebra memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan spasial siswa sekolah dasar (Aminah et al., 2025). Penggunaan media virtual berbasis geometri terbukti meningkatkan *spatial thinking* siswa sekolah dasar secara signifikan (Astriani & Andini, 2025).

Integrasi STEM dan GeoGebra mampu meningkatkan kemampuan berpikir spasial, representasi matematis, visualisasi, serta kolaborasi siswa (Lokollo et al., 2024). Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran memungkinkan siswa mengamati hubungan antarobjek geometri secara langsung sehingga konsep yang sebelumnya bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Siswa memanipulasi objek geometri secara dinamis sehingga meningkatkan kemampuan visualisasi, rotasi mental, dan pemecahan masalah spasial menggunakan GeoGebra (Aminah et al., 2025). Penggunaan media virtual berbasis geometri dapat meningkatkan kemampuan berpikir spasial siswa karena membantu proses visualisasi bentuk dan hubungan ruang secara lebih konkret (Astriani & Andini, 2025). Temuan ini sejalan dengan penelitian (Utami et al., 2023) yang menyatakan bahwa pemanfaatan GeoGebra dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian ini memperkuat pandangan bahwa perangkat pembelajaran matematika berbantuan GeoGebra mampu meningkatkan keterlibatan dan aktivitas siswa dalam pembelajaran geometri (Gabriella Buria et al., 2024).

Selain itu, pembelajaran STEM berbasis proyek dan kolaborasi mampu memperkuat kemampuan kerja sama, komunikasi, dan keterlibatan siswa dalam menyelesaikan masalah (Herlina et al., 2023). Penelitian ini juga menemukan bahwa kemampuan kerja sama siswa pada kelas eksperimen secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Nilai rata-rata kerja sama kelas eksperimen (82,10) jauh melampaui kelas kontrol (55,76). Uji statistik menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, yang menegaskan bahwa perbedaan tersebut bukan terjadi secara kebetulan. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra secara efektif menciptakan lingkungan belajar kolaboratif yang mendorong interaksi, komunikasi, dan pembagian peran antar siswa.

Peningkatan kemampuan kerja sama tersebut sesuai dengan karakteristik pembelajaran STEM yang menempatkan siswa sebagai pusat kegiatan belajar. Menurut Ali Al-Mutawah et al., (2021), implementasi STEM pada pendidikan dasar mendorong kolaborasi, komunikasi, dan partisipasi aktif siswa dalam menyelesaikan berbagai tantangan pembelajaran. Peningkatan kerja sama ini selaras dengan prinsip dasar STEM yang berorientasi pada kerja tim dan penyelesaian masalah secara kolektif. Aktivitas seperti perancangan solusi, diskusi desain, dan evaluasi produk menuntut keterlibatan aktif seluruh anggota kelompok. GeoGebra dalam konteks ini tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga sebagai pemicu diskusi dan negosiasi ide. Siswa terdorong untuk saling bertukar gagasan, memberikan argumentasi, serta mencapai kesepakatan bersama, yang pada akhirnya memperkuat keterampilan sosial mereka (Viet et al., 2024).

Lebih lanjut, hasil uji korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan positif dan signifikan antara *spatial thinking skill* dan kerja sama siswa pada kelas eksperimen ($r = 0,464$; sig. = $0,034 < 0,05$). Hubungan ini mengindikasikan bahwa perkembangan kemampuan kognitif dan sosial berjalan secara paralel dalam pembelajaran STEM. Siswa dengan kemampuan spasial yang baik cenderung lebih aktif dalam diskusi kelompok, lebih mudah menjelaskan ide visual, dan lebih efektif berkontribusi dalam penyelesaian tugas bersama. Temuan ini menguatkan perspektif konstruktivistik yang menekankan bahwa interaksi sosial berperan penting dalam pengembangan pemahaman konseptual. (Nur Rarastika et al., 2024)

Sebaliknya, pada kelas kontrol tidak ditemukan hubungan signifikan antara kedua variabel. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional cenderung mengembangkan kemampuan kognitif dan sosial secara terpisah. Minimnya aktivitas eksploratif dan kolaboratif menyebabkan interaksi antar siswa kurang optimal, sehingga keterkaitan antara *spatial thinking skill* dan kerja sama tidak terbentuk secara kuat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pembelajaran STEM berbantuan aplikasi GeoGebra memiliki keunggulan pedagogis yang komprehensif (Fitrianingsih & Rizqoh, 2020). Pembelajaran ini tidak hanya meningkatkan *spatial thinking skill*, tetapi juga memperkuat kemampuan kerja sama siswa (Korkmaz & Yilmaz, 2022). Integrasi teknologi interaktif dalam kerangka STEM terbukti mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada keterampilan abad ke-21 (Gagnier et al., 2022). Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa integrasi STEM, teknologi digital, dan pembelajaran kolaboratif mampu mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 pada peserta didik (Yıldız & Ecevit, 2024). Dengan demikian, pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra tidak hanya meningkatkan kemampuan kognitif siswa, tetapi juga mendukung perkembangan keterampilan sosial siswa.

SIMPULAN

Model pembelajaran STEM berbantuan aplikasi GeoGebra memberikan pengaruh signifikan terhadap *spatial thinking skill* dan kerja sama siswa sekolah dasar. Integrasi pendekatan STEM dengan media visual-interaktif mampu menciptakan pembelajaran matematika yang lebih konkret, bermakna, dan mendorong keterlibatan aktif siswa. Dalam konteks ini, GeoGebra membantu siswa memahami konsep spasial secara lebih baik, sedangkan aktivitas pembelajaran berbasis kelompok memperkuat kemampuan kerja sama. Selain itu, *spatial thinking skill* dan kerja sama menunjukkan keterkaitan yang saling mendukung dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, penggunaan model pembelajaran STEM berbantuan GeoGebra dapat direkomendasikan sebagai alternatif strategi pembelajaran inovatif pada materi geometri di sekolah dasar. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan cakupan sampel yang lebih luas dan materi pembelajaran yang lebih beragam agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzani, P., Eka, N., Setyasih, I., Vita, M., Ningrum, R., Kunci, K., Kemampuan, :, Spasial, B., Ips, K. X., Ipa, K. X., & Balikpapan, K. (2023). Kemampuan Berpikir Spasial Siswa Sma Negeri Di Kota Balikpapan Spatial Thinking Ability At Public Senior High Schools In Balikpapan City. In *Jurnal Geoedusains* (Vol. 4, Number 1).
- Ali Al-Mutawah, M., Alghazo, Y. M., Mahmoud, E. Y., Preji, N., & Thomas, R. (2021). Designing A Need-Based Integrated Steam Framework For Primary Schools In Bahrain. *International Journal Of Education And Practice*, 9(3), 602–612. <https://doi.org/10.18488/Journal.61.2021.93.602.612>
- Aminah, S., Rokhman, F., Pramono, S. E., Subali, B., & Widiarti, N. (2025). The Use Of Geogebra Interactive Multimedia On Spatial Ability Of Elementary Students In 2020-2024 Period. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 12(2), 318. <https://doi.org/10.30659/Pendas.12.2.318-342>
- Astriani, L., & Andini, N. M. (2025). The Impact Of Virtual Geoboard-Based Learning Media On Elementary School Students' Spatial Thinking. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 31–46. <https://doi.org/10.22236/Kalamatika.Vol10no1.2025pp31-46>
- Atit, K., Power, J. R., Pigott, T., Lee, J., Geer, E. A., Uttal, D. H., Ganley, C. M., & Sorby, S. A. (2012). *Examining The Relations Between Spatial Skills And Mathematical Performance: A Meta-Analysis*. <https://doi.org/10.3758/S13423-021-02012-W/Published>
- Dzurriyya, R., Mufidah, I., Sari Devi, K., & Gardner Rafiq Dzurriyya, H. (2025). Penerapan Teori Multiple Intelligence Howard Gardner Dalam Pembelajaran.

- Jurnal Pengembangan Dan Evaluasi Pendidikan*, 2(2), 40–49. <https://doi.org/10.61692/jpep.v2i2.298>
- Fitrianingsih, E. M., & Rizqoh, W. A. F. (2020). Pemanfaatan Aplikasi Geogebra Pada Materi Geometri. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(1).
- Gabriella Buria, Rahmatullah Bin Arsyad, & Arie Anang Setyo. (2024). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Pbl Berbantuan Geogebra. *Kambik: Journal Of Mathematics Education*, 2(2), 151–160. <https://doi.org/10.33506/jme.v2i2.4023>
- Gagnier, K. M., Holochwost, S. J., & Fisher, K. R. (2022). Spatial Thinking In Science, Technology, Engineering, And Mathematics: Elementary Teachers' Beliefs, Perceptions, And Self-Efficacy. *Journal Of Research In Science Teaching*, 59(1), 95–126. <https://doi.org/10.1002/tea.21722>
- Gilligan-Lee, K. A., Hawes, Z. C. K., & Mix, K. S. (2022). Spatial Thinking As The Missing Piece In Mathematics Curricula. In *Npj Science Of Learning* (Vol. 7, Number 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1038/s41539-022-00128-9>
- Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects Of Geogebra-Assisted Instructional Methods On Students' Conceptual Understanding Of Geometry. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2024.2379745>
- Harris, D. (2023). Spatial Reasoning In Context: Bridging Cognitive And Educational Perspectives Of Spatial-Mathematics Relations. In *Frontiers In Education* (Vol. 8). Frontiers Media Sa. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1302099>
- Herlina, A., Nirmala, S. D., & Rahayu, U. (2023). Creative Thinking And Collaborative Ability Of Elementary Students With The Implementation Of The Stem Integrated Project-Based Learning Model. *Eduhumaniora | Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 15(1), 39–50. <https://doi.org/10.17509/Eh.v15i1.50630>
- Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2004). *Combination Of Dynamic Geometry, Algebra And Calculus In The Software System Geogebra*.
- Ikhsan, M., Rochaminah, S., & Mastura, A. (2024). Development Of Geo-Math Application By Integrating Geo-Gebra Applets To Improve Students' Spatial Ability. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, 12(3), 1129–1154. <https://doi.org/10.26811/Peuradeun.v12i3.1492>
- Izzati, N., Widyastuti, W., & Nurhadiansyah, N. (2024). Improving Students' Mathematical Spatial Ability In The Spatial Geometry Course Using Geogebra. *Journal Of Mathematics Instruction, Social Research And Opinion*, 3(3), 389–398. <https://doi.org/10.58421/misro.v3i3.331>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework For Integrated Stem Education. In *International Journal Of Stem Education* (Vol. 3, Number 1). Springer. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Korkmaz, H. İ., & Yilmaz, A. (2022). Inquiry-Based Mathematics Activities To Improve Children's Geometric And Spatial Thinking Skills. *Turkish Journal Of Education*, 11(3). <https://doi.org/10.19128/turje.949930>
- Lokollo, L. J., Amin Lasaiba, M., Arfa, A. M., & Lasaiba, D. (N.D.). *Mengembangkan Kemampuan Berpikir Spasial Melalui Pendidikan Stem Di Sekolah Dasar Developing Spatial Thinking Abilities Through Stem Education In Elementary Schools* (Vol. 3).
- Metsämuuronen, J., & Räsänen, P. (2018). Cognitive-Linguistic And Constructivist Mnemonic Triggers In Teaching Based On Jerome Bruner's Thinking. *Frontiers In Psychology*, 9(Dec). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02543>
- National Research Council. (2006). *Learning To Think Spatially*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11019>

- Nur Rarastika, Khairunnisa Nasution, Monalisa Chaira Nainggolan, Dwi Tarisya, Rehan Safira, Isyrofirrahmah Isyrofirrahmah, & Elvi Mailani. (2024). Efektivitas Pendekatan Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Dalam Pembelajaran Matematika Abad Ke-21. *Jurnal Sadewa: Publikasi Ilmu Pendidikan, Pembelajaran Dan Ilmu Sosial*, 3(1), 105–113. <https://doi.org/10.61132/Sadewa.V3i1.1464>
- Rivaldiansyah, M., Akbar, A., & Komalasari, K. (2023). Efektifitas Aplikasi Geogebra Pada Pembelajaran Geometri. *Al-'Adad: Jurnal Tadris Matematika*, 2(1). <https://doi.org/10.24260/Add.V2i1.1565>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond The Basics: A Detailed Conceptual Framework Of Integrated Stem. *Disciplinary And Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/S43031-021-00041-Y>
- Siller, H. S., & Ahmad, S. (2024). Analyzing The Impact Of Collaborative Learning Approach On Grade Six Students' Mathematics Achievement And Attitude Towards Mathemat. *Eurasia Journal Of Mathematics, Science And Technology Education*, 20(2). <https://doi.org/10.29333/Ejmste/14153>
- Subagis, J., Nurkholik, E., Jumiah, J., Setiawan, A., & Martriwati, M. (2023). Pengembangan Instrumen Penilaian Afektif Kerjasama Siswa Sekolah Dasar Assessment Instrument Development Affective Cooperation Of Elementary Students. *Arisen: Assessment And Research On Education*, 5(1), 10–20. <https://doi.org/10.33292/Arisen.V5i1.240>
- Suparman, Marasabessy, R., & Helsa, Y. (2024). Fostering Spatial Visualization In Geogebra-Assisted Geometry Lesson: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Eurasia Journal Of Mathematics, Science And Technology Education*, 20(9). <https://doi.org/10.29333/Ejmste/15170>
- Utami, F., Adiansha, A. A., & Yusuf, M. (2023). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Melalui Pemanfaatan Aplikasi Geogebra Di Smpn 1 Monta. *Diksi: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Sosial*, 4(2), 58–63. <https://doi.org/10.53299/Diksi.V4i2.314>
- Uttal, D. H., Mckee, K., Simms, N., Hegarty, M., & Newcombe, N. S. (2024). How Can We Best Assess Spatial Skills? Practical And Conceptual Challenges. In *Journal Of Intelligence* (Vol. 12, Number 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Mdpi). <https://doi.org/10.3390/Jintelligence12010008>
- Viet, L., Triet, M., Loc, N. P., Nguyen, N., & Ngan, T. (2024). *Effect Of Geogebra-Supported 5e Learning Model On Students' Understanding Of The Area Of A Trapezium: A Quasi-Experimental Study* (Vol. 16, Number 6).
- Wardini, S. G., Kadir, K., & Dimyati, A. (2024). Model Discovery Learning Berbantuan Media Geogebra Dan Kemampuan Literasi Spasial Siswa. *Algoritma: Journal Of Mathematics Education*, 6(2), 135–150. <https://doi.org/10.15408/Ajme.V6i2.43415>
- Webb, N. M., Ing, M., Burnheimer, E., Johnson, N. C., Franke, M. L., & Zimmerman, J. (2021). Is There A Right Way? Productive Patterns Of Interaction During Collaborative Problem Solving. *Education Sciences*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/Educsci11050214>
- Yildiz, M., & Ecevit, T. (2024). Impact Of Stem On Primary School Students' 21st Century Skills, Nos, And Learning Experiences. *Asia Pacific Journal Of Education And Society*, 12(2), 21–37. <https://doi.org/10.47215/Aji.1395298>