

## INTEGRASI GEOGEBRA DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN VISUALISASI SPASIAL SISWA SMP

Abdurahman Hamid<sup>1\*</sup>, Agusalm Juhari<sup>2</sup>  
Program Studi Pendidikan Matematika<sup>1,2</sup>, Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam<sup>1,2</sup>, Universitas Negeri Makassar<sup>1,2</sup>  
abdurahman.hamid@unm.ac.id<sup>1\*</sup>, agusalmjuhari@unm.ac.id<sup>2</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh integrasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri terhadap kemampuan visualisasi spasial siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi-eksperimen dan desain Non-Equivalent Control Group Design. Subjek penelitian ditentukan melalui teknik purposive sampling, yaitu dua kelas VIII yang memiliki karakteristik akademik relatif setara berdasarkan nilai matematika sebelumnya dan rekomendasi guru. Satu kelas ditetapkan sebagai kelompok eksperimen yang mengikuti pembelajaran geometri berbantuan GeoGebra, sedangkan kelas lainnya sebagai kelompok kontrol dengan pembelajaran konvensional. Instrumen penelitian berupa tes kemampuan visualisasi spasial yang diberikan dalam bentuk pretest dan posttest. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji prasyarat (normalitas dan homogenitas), uji independent samples t-test, serta perhitungan normalized gain (N-gain). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan visualisasi spasial siswa pada kedua kelompok. Peningkatan kemampuan visualisasi spasial pada kelompok eksperimen berada pada kategori sedang–tinggi, sedangkan kelompok kontrol berada pada kategori rendah–sedang. Dengan demikian, integrasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri efektif dalam meningkatkan kemampuan visualisasi spasial siswa SMP.

Kata kunci: GeoGebra, Pembelajaran Geometri, Visualisasi Spasial

### A. Pendahuluan

Geometri merupakan salah satu cabang utama dalam pembelajaran matematika yang memiliki peran penting dalam mengembangkan cara berpikir visual, logis, dan spasial siswa. Pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP), pembelajaran geometri tidak hanya bertujuan untuk memahami konsep bangun datar dan bangun ruang, tetapi juga untuk melatih kemampuan visualisasi spasial sebagai fondasi bagi pembelajaran matematika lanjutan dan bidang STEM. Kemampuan visualisasi spasial mencakup kemampuan memanipulasi,

merepresentasikan, serta memahami hubungan objek dalam ruang, yang terbukti berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan belajar matematika siswa (Lowrie et al., 2020; Uttal et al., 2020).

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran geometri di sekolah masih menghadapi tantangan serius. Proses pembelajaran sering kali didominasi oleh pendekatan konvensional yang menekankan prosedur dan simbol formal, dengan dukungan visual yang terbatas. Kondisi ini menyebabkan siswa kesulitan membangun representasi mental terhadap objek geometri, sehingga kemampuan visualisasi spasial mereka berkembang secara kurang optimal (Jones, 2020; Presmeg, 2020). Masalah tersebut menjadi semakin kompleks ketika materi geometri bersifat abstrak, seperti transformasi geometri dan bangun ruang tiga dimensi, yang membutuhkan kemampuan visualisasi tingkat tinggi.

Perkembangan teknologi digital membuka peluang baru untuk mengatasi permasalahan tersebut. Integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika memungkinkan penyajian konsep geometri secara dinamis, interaktif, dan visual. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dan diteliti dalam pembelajaran geometri adalah GeoGebra. GeoGebra merupakan dynamic mathematics software yang mengintegrasikan geometri, aljabar, dan visualisasi secara simultan, sehingga memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep geometri melalui manipulasi langsung objek matematis (Sinclair & Yerushalmy, 2020; Hohenwarter & Lavicza, 2021).

Sejumlah penelitian mutakhir menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran geometri memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep dan keterlibatan siswa. GeoGebra memungkinkan siswa mengamati perubahan sifat geometri secara real time, sehingga mendukung pembentukan representasi visual yang lebih kuat dibandingkan pembelajaran statis berbasis gambar dua dimensi (Özdemir, 2020; Yildiz & Baltaci, 2021). Selain itu, lingkungan geometri digital juga terbukti efektif dalam menstimulasi penalaran spasial dan meningkatkan kemampuan visualisasi melalui aktivitas eksploratif dan investigatif (Ladel & Kortenkamp, 2021).

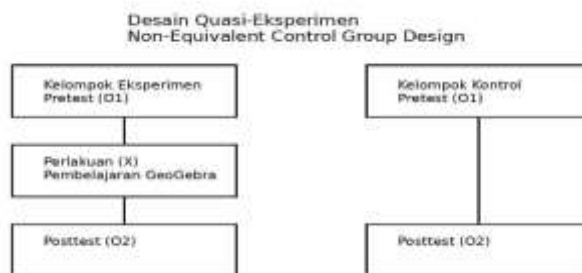
Meskipun demikian, kajian literatur menunjukkan bahwa tidak semua penelitian secara spesifik mengaitkan penggunaan GeoGebra dengan peningkatan kemampuan visualisasi spasial siswa SMP. Sebagian penelitian lebih menekankan pada hasil belajar kognitif secara umum atau pemahaman konsep geometri, tanpa mengukur aspek visualisasi spasial sebagai konstruk tersendiri (Ramful et al., 2021; Newcombe, 2022). Selain itu, dalam konteks pembelajaran matematika di Indonesia, penelitian yang mengkaji integrasi GeoGebra secara sistematis untuk mengembangkan kemampuan visualisasi spasial siswa SMP masih relatif terbatas (Suryadi & Herman, 2022; Hidayat & Sariningsih, 2022).

Padahal, kemampuan visualisasi spasial bersifat malleable dan dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang dirancang secara tepat, khususnya dengan dukungan teknologi digital yang memungkinkan interaksi visual yang kaya (Uttal et al., 2020; Clements & Sarama, 2023). Oleh karena itu, diperlukan penelitian empiris yang secara khusus mengkaji efektivitas integrasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri terhadap peningkatan kemampuan visualisasi spasial siswa SMP.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh integrasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri terhadap kemampuan visualisasi spasial siswa SMP. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan kajian pembelajaran geometri berbasis teknologi, serta kontribusi praktis bagi guru matematika dalam merancang pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna.

## **B. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode quasi-eksperimen, karena peneliti tidak memungkinkan untuk melakukan pengacakan subjek secara penuh. Desain penelitian yang digunakan adalah Non-Equivalent Control Group Design, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok diberikan pretest dan posttest untuk mengukur perubahan kemampuan visualisasi spasial siswa sebelum dan setelah perlakuan. Secara umum, desain penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 1.** Desain Penelitian

Keterangan:

$O_1$  = pretest kemampuan visualisasi spasial

$O_2$  = posttest kemampuan visualisasi spasial

X = pembelajaran geometri dengan integrasi GeoGebra

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu Sekolah Menengah Pertama (SMP) pada semester genap tahun ajaran berjalan. Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII yang terdiri atas dua kelas paralel dengan karakteristik akademik yang relatif setara.

Pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, dengan pertimbangan kesetaraan kurikulum, guru pengampu, serta rata-rata kemampuan awal matematika siswa. Satu kelas ditetapkan sebagai kelompok eksperimen, sedangkan satu kelas lainnya sebagai kelompok kontrol. Jumlah subjek pada masing-masing kelompok disesuaikan dengan kondisi kelas, dengan jumlah siswa yang relatif seimbang.

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas, yaitu integrasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri dan variabel terikat, yaitu kemampuan visualisasi spasial siswa SMP.

Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Pada tahap Persiapan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), serta bahan ajar yang terintegrasi dengan GeoGebra untuk kelompok eksperimen. Selain itu, peneliti juga menyusun dan memvalidasi instrumen tes kemampuan visualisasi spasial. Tahap Pelaksanaan sebelum perlakuan, kedua kelompok diberikan pretest untuk mengukur kemampuan visualisasi spasial awal siswa. Selanjutnya, kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran geometri dengan integrasi GeoGebra, di mana siswa secara aktif

mengeksplorasi objek geometri melalui manipulasi dinamis, seperti menggeser, memutar, dan mengubah ukuran bangun geometri. Sementara itu, kelompok kontrol mengikuti pembelajaran geometri dengan pendekatan konvensional yang berpusat pada penjelasan guru dan penggunaan media statis, seperti buku teks dan gambar dua dimensi. Perlakuan diberikan selama beberapa pertemuan dengan alokasi waktu yang sama pada kedua kelompok. Tahap Akhir, setelah seluruh perlakuan selesai, kedua kelompok diberikan posttest untuk mengukur kemampuan visualisasi spasial siswa setelah pembelajaran.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah tes kemampuan visualisasi spasial yang berbentuk soal uraian dan/atau pilihan ganda beralasan. Instrumen disusun berdasarkan indikator kemampuan visualisasi spasial yang meliputi:

1. Kemampuan memvisualisasikan objek geometri dalam berbagai representasi,
2. Kemampuan rotasi mental dan transformasi objek,
3. Kemampuan memahami hubungan spasial antarobjek, dan
4. Kemampuan merepresentasikan bangun geometri secara tepat.

Sebelum digunakan, instrumen divalidasi oleh ahli materi dan ahli evaluasi pembelajaran matematika. Uji validitas empiris dilakukan menggunakan analisis korelasi butir, sedangkan reliabilitas instrumen dihitung menggunakan koefisien reliabilitas yang sesuai dengan bentuk tes. Instrumen dinyatakan layak digunakan apabila memenuhi kriteria valid dan reliabel.

Data penelitian dikumpulkan melalui tes pretest dan posttest kemampuan visualisasi spasial, dan dokumentasi proses pembelajaran sebagai data pendukung.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif melalui tahapan sebagai berikut:

1. Analisis statistik deskriptif untuk mengetahui nilai rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum, dan minimum kemampuan visualisasi spasial siswa;
2. Uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas data;
3. Uji hipotesis menggunakan uji statistik inferensial yang sesuai, seperti uji independent samples t-test atau uji nonparametrik apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas.

Selain itu, untuk mengetahui besarnya peningkatan kemampuan visualisasi spasial siswa, dilakukan perhitungan gain ternormalisasi (N-gain) pada kedua

kelompok. Kriteria peningkatan ditentukan berdasarkan kategori rendah, sedang, dan tinggi.

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah  $H_0$ : Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan visualisasi spasial antara siswa yang mengikuti pembelajaran geometri dengan integrasi GeoGebra dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Dan  $H_1$ : Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan visualisasi spasial antara siswa yang mengikuti pembelajaran geometri dengan integrasi GeoGebra dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

### **C. Hasil dan Pembahasan**

#### **Hasil**

Data kemampuan visualisasi spasial siswa diperoleh melalui pretest dan posttest pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil analisis statistik deskriptif disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Statistik Deskriptif Skor Kemampuan Visualisasi Spasial

<b>Kelompok</b>	<b>Tes</b>	<b>N</b>	<b>Rata-rata</b>	<b>Standar Deviasi</b>	<b>Skor Minimum</b>	<b>Skor Maksimum</b>
Eksperimen	Pretest	32	56,84	8,72	40	72
Eksperimen	Posttest	32	78,31	7,65	62	92
Kontrol	Pretest	31	55,97	9,01	38	70
Kontrol	Posttest	31	66,45	8,54	50	82

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata skor pretest pada kedua kelompok menunjukkan kemampuan awal yang relatif setara. Namun, setelah perlakuan, kelompok eksperimen mengalami peningkatan skor yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

Sebelum dilakukan uji hipotesis, data diuji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data posttest pada kedua kelompok berdistribusi normal (nilai  $p > 0,05$ ). Selanjutnya, hasil uji homogenitas

varians menunjukkan bahwa varians kedua kelompok homogen (nilai  $p > 0,05$ ). Dengan demikian, data memenuhi syarat untuk dilakukan uji statistik parametrik.

Untuk mengetahui perbedaan peningkatan kemampuan visualisasi spasial antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dilakukan uji independent samples t-test terhadap skor posttest.

**Tabel 2.** Hasil Uji Independent Samples t-Test

Kelompok	Rata-rata Posttest	t	df	Sig. (p)
Eksperimen	78,31	5,27	61	0,000
Kontrol	66,45			

Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi  $p < 0,05$ , sehingga hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan visualisasi spasial siswa yang mengikuti pembelajaran geometri dengan integrasi GeoGebra dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan visualisasi spasial siswa, dilakukan analisis normalized gain (N-gain).

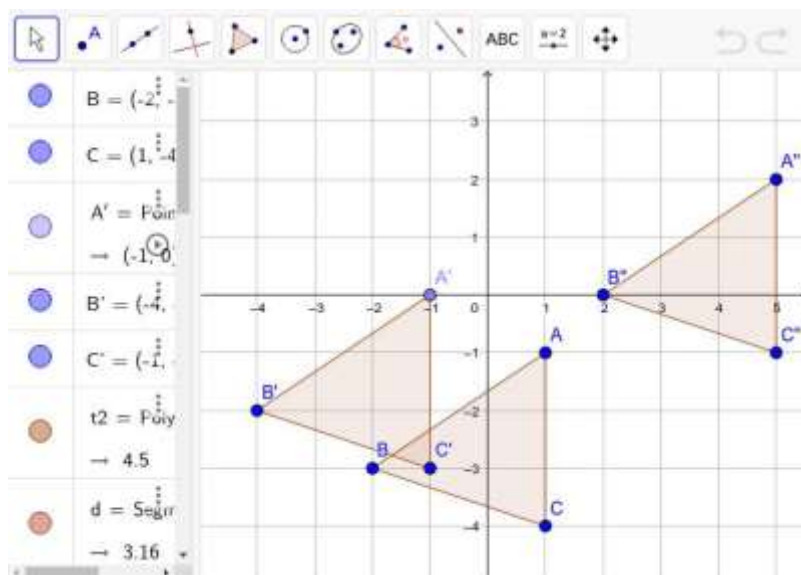
**Tabel 3.** Rata-rata N-gain Kemampuan Visualisasi Spasial

Kelompok	Rata-rata N-gain	Kategori
Eksperimen	0,62	Sedang–Tinggi
Kontrol	0,31	Rendah–Sedang

Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan visualisasi spasial siswa pada kelompok eksperimen berada pada kategori sedang–tinggi, sedangkan kelompok kontrol berada pada kategori rendah–sedang.

## Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan kemampuan visualisasi spasial siswa SMP. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian mutakhir yang menyatakan bahwa kemampuan visualisasi spasial dapat dikembangkan secara efektif melalui lingkungan pembelajaran berbasis teknologi yang interaktif dan dinamis (Lowrie et al., 2020; Uttal et al., 2020).



**Gambar 1.** Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran geometri

Peningkatan kemampuan visualisasi spasial yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen dapat dijelaskan melalui karakteristik GeoGebra sebagai dynamic geometry environment. Melalui GeoGebra, siswa dapat memanipulasi objek geometri secara langsung, seperti menggeser, memutar, dan mengubah ukuran bangun, sehingga membantu siswa membangun representasi mental yang lebih kuat terhadap konsep geometri. Hal ini mendukung pandangan bahwa visualisasi matematis berkembang optimal ketika siswa terlibat dalam aktivitas eksploratif yang memungkinkan hubungan spasial diamati secara real time (Sinclair & Yerushalmy, 2020; Ladel & Kortenkamp, 2021).

Temuan ini juga konsisten dengan penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konseptual dan penalaran spasial siswa pada pembelajaran geometri (Özdemir, 2020; Yildiz & Baltaci, 2021). Dalam penelitian ini, siswa pada kelompok eksperimen tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi secara aktif mengonstruksi pengetahuan melalui interaksi dengan objek geometri digital, sehingga proses visualisasi spasial berlangsung lebih bermakna.

Selain itu, hasil analisis N-gain menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan visualisasi spasial pada kelompok eksperimen berada pada kategori sedang–tinggi. Hal ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa kemampuan spasial bersifat malleable dan dapat ditingkatkan melalui pembelajaran yang dirancang secara sistematis dengan dukungan teknologi (Uttal et al., 2020; Newcombe, 2022).

Sebaliknya, peningkatan yang relatif rendah pada kelompok kontrol mengindikasikan bahwa pembelajaran konvensional dengan media statis kurang optimal dalam memfasilitasi pengembangan kemampuan visualisasi spasial.

Dalam konteks pembelajaran matematika di Indonesia, hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Suryadi dan Herman (2022) serta Hidayat dan Sariningsih (2022) yang menekankan pentingnya integrasi teknologi digital untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Penelitian ini memberikan bukti empiris tambahan bahwa GeoGebra tidak hanya efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga secara spesifik berkontribusi terhadap pengembangan kemampuan visualisasi spasial siswa SMP.

Dengan demikian, integrasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri dapat dipandang sebagai strategi pembelajaran yang efektif untuk mendukung pengembangan kemampuan visualisasi spasial siswa, yang merupakan salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran matematika abad ke-21 (Clements & Sarama, 2023).

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa integrasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan kemampuan visualisasi spasial siswa SMP. Siswa yang mengikuti pembelajaran geometri dengan integrasi GeoGebra menunjukkan peningkatan kemampuan visualisasi spasial yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Peningkatan tersebut terlihat baik dari perbedaan skor posttest maupun dari nilai *normalized gain* (N-gain), yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis GeoGebra mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan visualisasi spasial secara lebih efektif. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan lingkungan geometri dinamis memungkinkan siswa membangun representasi mental yang lebih kuat melalui aktivitas eksploratif dan manipulatif terhadap objek geometri.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa GeoGebra bukan hanya berfungsi sebagai media pendukung visual, tetapi sebagai alat pedagogis

yang berperan aktif dalam mengembangkan kemampuan visualisasi spasial siswa pada pembelajaran geometri di jenjang SMP.

### **Daftar Pustaka**

- Clements, Douglas H., & Sarama, Julie. (2023). Geometry and spatial thinking in school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 54(2), 123–145.
- Hidayat, Wahyu, & Sariningsih, R. (2022). GeoGebra-assisted geometry learning and students' spatial ability. *Infinity Journal*, 11(1), 1–12.
- Hohenwarter, Markus, & Lavicza, Zsolt. (2021). The future of mathematics education with GeoGebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(4), 1–12.
- Jones, Keith. (2020). Learning and teaching geometry. *Research in Mathematics Education*, 22(2), 121–135.
- Ladel, Silke, & Kortenkamp, U. (2021). Digital tools and spatial reasoning in geometry learning. *ZDM Mathematics Education*, 53, 627–640.
- Lowrie, Tom, Logan, T., & Ramful, A. (2020). Spatial reasoning influences students' mathematics achievement. *Mathematical Thinking and Learning*, 22(3), 1–17.
- Newcombe, Nora S.. (2022). The puzzle of spatial skills and mathematics. *npj Science of Learning*, 7(1), 1–7.
- Özdemir, Erkan. (2020). The effect of GeoGebra-supported instruction on students' spatial visualization ability. *Education and Information Technologies*, 25, 2399–2415.
- Presmeg, Norma C.. (2020). Visualization and learning in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 103, 1–8.
- Ramful, Anand, Lowrie, T., & Logan, T. (2021). Measurement of spatial reasoning and its influence on geometry learning. *Mathematics Education Research Journal*, 33, 1–20.
- Sinclair, Nathalie, & Yerushalmy, M. (2020). Digital technology in geometry education. *ZDM Mathematics Education*, 52, 709–723.
- Suryadi, Didi, & Herman, T. (2022). Technology-enhanced mathematics learning in Indonesia. *Journal on Mathematics Education*, 13(2), 197–212.

- Uttal, David H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2020). Spatial skills training and STEM outcomes: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32, 1–31.
- Yildiz, Ahmet, & Baltaci, S. (2021). The effect of GeoGebra software on middle school students' conceptual understanding of geometry. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 1–14.