

Pengaruh penggunaan GeoGebra dengan model Discovery Learning terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik SMP pada materi transformasi geometri

Winda Astuti , Dedi Nurjamil, Hetty Patmawati*

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya, Indonesia

*Korespondensi: hettypatmawati@unsil.ac.id

© Astuti dkk., 2026

Abstract

The primary objective of this study was to examine the impact of integrating GeoGebra within the Discovery Learning model on the mathematical conceptual understanding of junior high school students, specifically regarding transformation geometry. A quasi-experimental method was employed, utilizing a posttest-only nonequivalent control group design. The study population comprised all 9th-grade students at SMP Negeri 2 Tasikmalaya, with classes IX J and IX I selected as the experimental and control groups, respectively, through a random sampling technique. Data were collected using an essay test designed to measure mathematical conceptual understanding, which had been rigorously tested for validity and reliability. Based on the hypothesis test results using the Independent Sample T-Test, the average mathematical concept understanding ability of the students in the experimental class is significantly higher than that of the control class in the topic of transformation geometry. Consequently, it can be concluded that the use of GeoGebra within the Discovery Learning model has a significant influence on the mathematical concept understanding ability of junior high school students in transformation geometry.

Keywords: GeoGebra, Discovery learning, Mathematical concept understanding ability, Transformation geometry

Abstrak

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik SMP pada materi transformasi geometri. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain penelitian *posttest-only nonequivalent control group design*. Populasi penelitian mencakup seluruh peserta didik kelas IX SMP Negeri 2 Tasikmalaya, dengan sampel penelitian kelas IX J (eksperimen) dan kelas IX I (kontrol) yang dipilih melalui teknik *random sampling*. Instrumen penelitian berupa tes uraian kemampuan pemahaman konsep matematis yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan *Independent Sample T-Test*, rata-rata kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik kelas eksperimen lebih baik secara signifikan dibandingkan kelas kontrol pada materi transformasi geometri. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* berpengaruh terhadap

kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik SMP pada materi transformasi geometri.

Kata kunci: GeoGebra, *Discovery learning*, Kemampuan pemahaman konsep matematis, Transformasi geometri

How to Cite: Astuti, W., Nurjamil, D., & Patmawati, H. (2026). Pengaruh penggunaan GeoGebra dengan model Discovery Learning terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik SMP pada materi transformasi geometri. *Primatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(1), 125–140. <https://doi.org/10.30872/primatika.v15i1.6526>

PENDAHULUAN

Selaras dengan mandat UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pendidikan dimaknai sebagai instruksi terstruktur dan terukur guna membangun suasana pembelajaran yang suportif. Tujuannya agar pelajar mampu mengasah kapabilitas diri secara holistik, yang mencakup kecerdasan spiritual, pengendalian diri, serta keahlian praktis demi kemaslahatan individu dan lingkungan sosial. Dalam konteks pendidikan, matematika menempati posisi penting karena tidak hanya mengajarkan pengetahuan, tetapi juga mengembangkan cara berpikir yang logis, kritis, dan kreatif bagi peserta didik. Sebagaimana dikemukakan oleh Jannah & Hayati, (2024), matematika berperan instrumen utama dalam mengasah pola pikir sistematis yang krusial untuk aktivitas harian. Selain itu, penguasaan disiplin ilmu ini menjadi fondasi penting bagi individu dalam beradaptasi dengan akselerasi teknologi dan kemajuan sains di era modern. Sebagai mata pelajaran, matematika memegang andil besar dalam mengarahkan peserta didik untuk mengonstruksi pemahaman terhadap ide-ide matematis secara terstruktur, karena konsep dan prosedur dalam matematika disusun secara runtut dan saling berkaitan. Oleh karena itu, pembelajaran matematika perlu dirancang sedemikian rupa agar peserta didik dapat terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Esensi dari pembelajaran matematika terletak pada desain lingkungan belajar yang sengaja dibentuk agar peserta didik terlibat aktif dalam kegiatan matematika dengan bimbingan guru sebagai pengarah proses pembelajaran (Mardhiyana & Izar, 2020). Pembelajaran matematika di sekolah seharusnya membantu peserta didik menguasai pengetahuan konseptual dan prosedural secara tepat (Sari & Putri, 2024). *National Council of Teachers of Mathematics* merumuskan tujuan pembelajaran matematika yang mencakup kemampuan mengaitkan ide, menggunakan representasi, dan memahami hubungan antarkonsep, yang seluruhnya memerlukan penguasaan konsep matematika sebagai landasan utama (Rizqullah dkk., 2023). Sejalan dengan itu, Panduan mata pelajaran matematika kurikulum merdeka menegaskan bahwa pembelajaran matematika diarahkan agar peserta didik mampu memahami konsep, prinsip, dan keterkaitan antarkonsep matematika serta menggunakan representasi matematika secara tepat dan bermakna (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Dengan demikian, pencapaian tujuan pembelajaran matematika

secara optimal sangat bergantung pada penguasaan konsep peserta didik sebagai landasan kognitif utama.

Kilpatrick dkk. (2001) menjelaskan bahwa kemampuan pemahaman terhadap konsep-konsep matematis merupakan satu dari lima komponen utama dalam *mathematical proficiency*, yang memungkinkan peserta didik tidak hanya menguasai fakta dan prosedur secara terpisah, tetapi juga memahami hubungan antaride serta dapat menghubungkannya dengan konteks yang lebih luas dalam menyelesaikan masalah. Kemampuan pemahaman konsep merupakan parameter krusial dalam keberhasilan pembelajaran matematika, karena pemahaman yang mendalam terhadap konsep dasar menjadi prasyarat mutlak yang harus dipenuhi peserta sebelum mereka melangkah ke tahapan atau aktivitas matematika yang lebih kompleks (Meidianti dkk., 2022). Yuliandari & Anggraini (2021) menyatakan bahwa kemampuan penguasaan konsep matematis mendorong peserta didik berpikir secara terstruktur dalam menemukan solusi atas persoalan. Pemahaman konsep yang baik memudahkan peserta didik menyelesaikan soal, sementara pemahaman yang rendah menjadi hambatan dalam belajar (Meidianti dkk., 2022). Sejalan dengan itu, apabila peserta didik tidak mencapai pemahaman konsep dalam pembelajaran matematika, maka dapat menurunkan minat mereka terhadap mata pelajaran tersebut dan membuat matematika dianggap sulit (Darmin & Kasmawati, 2022). Oleh karena itu, kemampuan dalam memahami konsep-konsep matematika menjadi fondasi krusial dalam membangun kerangka berpikir yang tidak hanya bermanfaat untuk memecahkan persoalan di kelas, tetapi juga aplikatif dalam menghadapi berbagai tantangan logis di kehidupan nyata (Darmin & Kasmawati, 2022).

Namun demikian, pentingnya kemampuan pemahaman konsep matematis belum sepenuhnya diikuti oleh kemampuan peserta didik dalam memahami materi matematika yang bersifat abstrak, seperti transformasi geometri. Hasil penelitian Anggraini (2024) berbasis teori *Action, Process, Object, Schema* (APOS) menunjukkan bahwa dari total 24 subjek penelitian, tercatat sebanyak 7 individu menempati kategori tinggi, sementara kelompok kategori sedang menjadi yang dominan dengan 12 peserta didik, dan sisanya sebanyak 5 orang berada di kategori rendah. Sebaran frekuensi ini memberikan gambaran bahwa kompetensi pemahaman konsep pada sebagian besar subjek penelitian belum berada pada titik maksimal. Mayoritas pelajar tampak masih berada pada tahap penguasaan yang memerlukan penguatan lebih lanjut. Fenomena tersebut diperkuat oleh data lapangan yang diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan salah satu guru matematika di SMPN 2 Tasikmalaya. Berdasarkan hasil wawancara, masih ditemukan kesulitan peserta didik dalam memahami konsep matematis pada materi transformasi geometri, khususnya pada submateri rotasi dan dilatasi. Ketiadaan media pendukung atau alat peraga dalam proses belajar sering kali menjadi hambatan peserta didik dalam mengoptimalkan intuisi matematis saat memecahkan persoalan (Melati dkk., 2024). Oleh karena itu, sangat krusial bagi tenaga pendidik untuk mengintegrasikan instrumen digital guna memfasilitasi visualisasi konsep matematika yang abstrak (Novilanti & Suripah, 2021).

Sejalan dengan hal tersebut, beberapa penelitian terdahulu telah mencoba mengatasi permasalahan tersebut melalui pemanfaatan teknologi pembelajaran, salah satunya GeoGebra. Ndagijimana dkk. (2024) menemukan bahwa penggunaan GeoGebra berkontribusi positif dalam penguasaan konsep matematis subjek penelitian pada topik titik, garis, dan sudut. GeoGebra menjadi media yang relevan karena mampu menampilkan objek matematika secara dinamis serta memungkinkan peserta didik melakukan manipulasi langsung terhadap konsep materi transformasi geometri. Namun, pemanfaatan GeoGebra akan lebih optimal apabila dipadukan dengan kerangka pembelajaran yang mendorong keaktifan peserta didik dalam mengonstruksi serta menemukan prinsip-prinsip matematis. Seperti yang diungkapkan Diro dkk. (2024), pembelajaran matematika tidak terlepas dari konsep-konsep yang saling berkaitan dan bersifat abstrak, sehingga diperlukan instruksional yang mampu menjembatani peserta didik dalam mengintegrasikan berbagai keterhubungan konsep matematis tersebut. Argumentasi tersebut senada dengan laporan riset Gurmu dkk. (2024), yang menunjukkan bahwa integrasi metode penemuan terbimbing dengan media GeoGebra terbukti menghasilkan dampak yang jauh lebih besar terhadap penguasaan konsep matematis peserta didik dibandingkan cara belajar yang bersifat searah. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum mengkaji penerapan model *Discovery Learning* secara utuh sesuai dengan keenam sintaksnya. Pemilihan model *Discovery Learning* ini didasarkan pada pendapat Kharismawati dkk. (2020) yang mengatakan bahwa kerangka kerja ini mendorong peserta didik untuk mengonstruksi prinsip-prinsip matematis secara mandiri atau pengetahuan lewat pengalaman belajar yang aktif, bukan hanya menerima instruksi guru.

Berbeda dengan studi sebelumnya, penelitian ini mengintegrasikan GeoGebra sebagai *digital scaffolding* yang diterapkan secara komprehensif pada setiap tahapan model *Discovery Learning*. Melalui integrasi tersebut, setiap langkah pembelajaran dirancang untuk mengarahkan subjek didik dalam melakukan eksplorasi mandiri secara lebih terstruktur sehingga dapat mengonstruksi dan menemukan konsep transformasi geometri secara lebih bermakna.

METODE

Melalui desain *posttest-only control group* dalam kerangka penelitian kuasi eksperimen, studi kuantitatif ini menguji pengaruh penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik SMP pada materi transformasi geometri. Desain penelitian yang digunakan diadopsi dari Sugiyono (2023) yang terangkum pada Tabel 1, perlakuan khusus (*treatment*) disimbolkan X, sementara O1 dan O2 merepresentasikan perolehan skor akhir (*posttest*) masing-masing dari kelas eksperimen dan *posttest* kelas kontrol.

Subjek penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas IX SMP Negeri 2 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026 semester genap. Sampel penelitian dipilih

menggunakan teknik *cluster random sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang sama kepada setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel (Sugiyono, 2023). Teknik ini digunakan untuk meminimalkan bias seleksi sehingga hasil penelitian dapat digeneralisasikan secara lebih valid pada populasi yang lebih luas. Berdasarkan teknik tersebut, terpilih kelas IX J sebagai kelas eksperimen dan kelas IX I sebagai kelas kontrol. Penelitian dilaksanakan pada 19 Januari 2026 sampai dengan 4 Februari 2026. Proses pembelajaran pada kedua kelas dilaksanakan dalam lima pertemuan yang terdiri atas empat kali pembelajaran dan satu kali *posttest*. Diferensiasi perlakuan terletak pada penggunaan GeoGebra; di mana kelas eksperimen mengintegrasikan media tersebut ke dalam model *Discovery Learning*, sementara kelas kontrol menerapkan model yang sama tanpa GeoGebra.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	X	01
Kontrol	-	02

Kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik diukur menggunakan instrumen tes uraian yang diberikan pada tahap *posttest*. Butir soal disusun dengan mengintegrasikan enam indikator kemampuan pemahaman konsep yang dirumuskan oleh Kilpatrick dkk. (2001), yaitu: 1) Menyatakan ulang konsep yang telah dipelajari; 2) Mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan suatu konsep; 3) Menerapkan konsep secara algoritma; 4) Memberikan contoh dan bukan contoh dari konsep yang dipelajari; 5) Menyajikan konsep dalam berbagai representasi; dan 6) Mengaitkan berbagai konsep. Instrumen berbentuk uraian digunakan untuk meninjau kemampuan peserta didik dalam mengonstruksi penyelesaian secara komprehensif. Oleh karena itu, setiap butir soal perlu dianalisis untuk memastikan kemampuannya dalam mengukur konstruk yang sama secara tepat. Untuk menjamin kelayakan instrumen, dilakukan uji validitas butir menggunakan *Corrected Item–Total Correlation*, serta uji reliabilitas menggunakan koefisien *Cronbach’s Alpha*.

Keseluruhan instrumen tes uraian yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Instrumen Tes Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis

No. Soal	Soal
1	Di sebuah taman kota terdapat sebuah tiang lampu utama yang dijadikan titik acuan pengukuran. Salah satu lampu hias dipasang dengan jarak 3 satuan ke arah timur dan 4 satuan ke arah utara dari tiang utama tersebut. Pada saat renovasi taman, posisi lampu hias itu diubah dengan cara diputar 90° berlawanan arah jarum jam mengelilingi tiang utama agar tata letaknya tampak lebih simetris. Berdasarkan peristiwa tersebut, tunjukkan bahwa jaraknya terhadap tiang utama tidak berubah, serta nyatakan kembali bagaimana perpindahan posisi lampu hias terjadi pada transformasi rotasi!

-
- 2 Pada kegiatan pembuatan pola lantai untuk ruang pameran di sekolah, sebuah ubin dekoratif berbentuk persegi panjang diletakkan pada lantai berpola koordinat. Ubin tersebut memiliki panjang 2 satuan dan lebar 2 satuan. Salah satu sudutnya berada 1 satuan ke timur dan 2 satuan ke utara dari titik asal serta sisi-sisinya sejajar dengan sumbu-sumbu koordinat. Untuk keperluan desain, ubin tersebut dicetak ulang dengan tiga cara berikut:
1. Cetakan A: Seluruh bagian ubin dipindahkan 3 satuan ke timur dan 1 satuan ke selatan.
 2. Cetakan B: Seluruh bagian ubin dipindahkan sehingga setiap bagian ubin berada pada jarak yang sama terhadap sumbu-Y seperti semula, tetapi berada di sisi yang berlawanan dari sumbu tersebut.
 3. Cetakan C: Seluruh bagian ubin dipindahkan sehingga jaraknya terhadap titik pusat menjadi dua kali jarak semula.
- Tentukan koordinat posisi awal ubin dan posisi ubin pada hasil Cetakan A, B, dan C, kemudian klasifikasikan jenis transformasi yang terjadi pada masing-masing cetakan dengan memberikan alasan matematis berdasarkan kesesuaian sifat-sifat transformasi tersebut.
-
- 3 Pada sebuah alun-alun kota terdapat sebuah patung kecil yang dijadikan penanda arah. Posisi patung tersebut mula-mula berada 5 satuan ke arah barat dan 1 satuan ke arah selatan dari pusat alun-alun. Dalam rangka penataan ulang, patung tersebut terlebih dahulu dipindahkan 5 satuan ke arah timur dan 3 satuan ke arah utara. Setelah itu, patung diputar 180° terhadap pusat alun-alun agar menghadap arah yang berbeda.
- Tentukan posisi akhir patung tersebut dengan menunjukkan urutan transformasi yang dilakukan secara sistematis.
-
- 4 Seorang desainer grafis sedang mempelajari kembali konsep refleksi pada sistem koordinat agar tidak salah dalam mengedit gambar. Ia merasa masih ragu membedakan perubahan posisi yang termasuk refleksi dan yang bukan refleksi.
- Sebagai bantuan kepadanya, buatlah masing-masing satu contoh perubahan posisi objek yang merupakan refleksi dan yang bukan refleksi menggunakan aturan koordinat, kemudian tunjukkan alasan matematis dari kedua contoh tersebut.
-
- 5 Di sebuah persimpangan jalan terdapat papan informasi berbentuk persegi panjang yang dipasang sebagai penunjuk arah. Posisi papan informasi tersebut dapat direpresentasikan oleh dua titik sudut, yaitu:
- sudut kiri bawah berada 1 satuan ke arah timur dan 3 satuan ke arah utara dari titik pusat persimpangan,
 - sudut kanan bawah berada 3 satuan ke arah timur dan 3 satuan ke arah utara dari titik pusat persimpangan.
- Untuk keperluan penataan ulang, posisi papan tersebut dicerminkan terhadap garis mendatar yang melalui titik pusat persimpangan sehingga tampak simetris terhadap garis tersebut.
- Tentukan posisi papan informasi setelah pencerminan, kemudian sajikan hasil pencerminan tersebut dalam bentuk tabel koordinat dan sketsa gambar pada bidang koordinat.
-
- 6 Pada sebuah pameran arsitektur, ditampilkan sebuah miniatur gedung yang ditempatkan pada posisi 2 satuan ke arah timur dan 1 satuan ke arah selatan dari pusat ruangan pameran. Untuk menyesuaikan tampilan, miniatur tersebut terlebih dahulu diperbesar dengan faktor skala 3 terhadap pusat ruangan. Setelah proses pembesaran, miniatur dipindahkan kembali 4 satuan ke arah barat dan 2 satuan ke arah utara agar sesuai dengan tata letak ruangan.
-

Tentukan posisi akhir miniatur gedung tersebut, kemudian hubungkan pengaruh dilatasi dan translasi terhadap ukuran dan posisinya berdasarkan hasil perhitungan.

Instrumen penelitian yang telah disusun untuk mengukur tes kemampuan pemahaman konsep matematis memerlukan pedoman penskoran. Setiap butir soal uraian dinilai berdasarkan rubrik penskoran modifikasi dari Suciati (2019) yang disajikan ke dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pedoman Penskoran

No. Soal	Indikator	Keterangan	Skor
1	Menyatakan ulang konsep transformasi	Dapat menyatakan ulang konsep dengan tepat	4
		Dapat menyatakan ulang konsep namun kurang tepat	3
		Dapat menyatakan ulang konsep namun masih menunjukkan banyak kesalahan	2
		Tidak dapat menyatakan ulang konsep	1
		Tidak ada Jawaban	0
2	Mengklasifikasikan objek berdasarkan jenis transformasi	Dapat mengklasifikasikan objek berdasarkan jenis transformasi dengan tepat	4
		Dapat mengklasifikasikan objek berdasarkan jenis transformasi namun kurang tepat	3
		Dapat mengklasifikasikan objek berdasarkan jenis transformasi namun masih menunjukkan banyak kesalahan	2
		Tidak dapat mengklasifikasikan objek berdasarkan jenis transformasi	1
		Tidak ada Jawaban	0
3	Menerapkan konsep transformasi secara algoritmis	Dapat menerapkan konsep transformasi secara algoritmis dengan tepat	4
		Dapat menerapkan konsep transformasi secara algoritmis namun kurang tepat	3
		Dapat menerapkan konsep transformasi secara algoritmis namun masih menunjukkan banyak kesalahan	2
		Tidak dapat menerapkan konsep transformasi secara algoritmis	1
		Tidak ada Jawaban	0
4	Memberikan contoh dan bukan contoh transformasi	Dapat memberikan contoh dan bukan contoh transformasi dengan tepat	4
		Dapat memberikan contoh dan bukan contoh transformasi namun kurang tepat	3
		Dapat memberikan contoh dan bukan contoh transformasi namun masih menunjukkan banyak kesalahan	2
		Tidak dapat memberikan contoh dan bukan contoh transformasi	1
		Tidak ada Jawaban	0
5	Merepresentasikan konsep dalam berbagai bentuk	Dapat merepresentasikan konsep dalam berbagai bentuk dengan tepat	4
		Dapat merepresentasikan konsep dalam berbagai bentuk namun kurang tepat	3

		Dapat merepresentasikan konsep dalam berbagai bentuk namun masih menunjukkan banyak kesalahan	2
		Tidak dapat merepresentasikan konsep dalam berbagai bentuk	1
		Tidak ada Jawaban	0
6	Mengaitkan berbagai konsep transformasi	Dapat mengaitkan berbagai konsep transformasi dengan tepat	4
		Dapat mengaitkan berbagai konsep transformasi namun kurang tepat	3
		Dapat mengaitkan berbagai konsep transformasi namun masih menunjukkan banyak kesalahan	2
		Tidak dapat mengaitkan berbagai konsep transformasi dengan tepat	1
		Tidak ada Jawaban	0

Pengaruh penggunaan GeoGebra dalam model *Discovery Learning* dianalisis menggunakan uji hipotesis *Independent Sample t-Test*. Uji tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Guna memastikan kelayakan penggunaan statistik parametrik, dilakukan serangkaian uji prasyarat yang mencakup uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*. Seluruh proses analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *IBM SPSS Statistics 26*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data skor *posttest* kelas eksperimen yang pembelajarannya mengintegrasikan GeoGebra dalam sintaks *Discovery Learning* sementara kelas kontrol diposisikan sebagai kelompok pembanding yang belajar tanpa intervensi media digital, diperoleh hasil analisis statistik deskriptif sebagai gambaran umum mengenai sejauh mana peserta didik mampu memahami konsep matematis. Peninjauan ini dilakukan melalui parameter nilai rata-rata, skor tertinggi dan terendah, serta simpangan baku dari data yang diperoleh. Rincian hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 4.

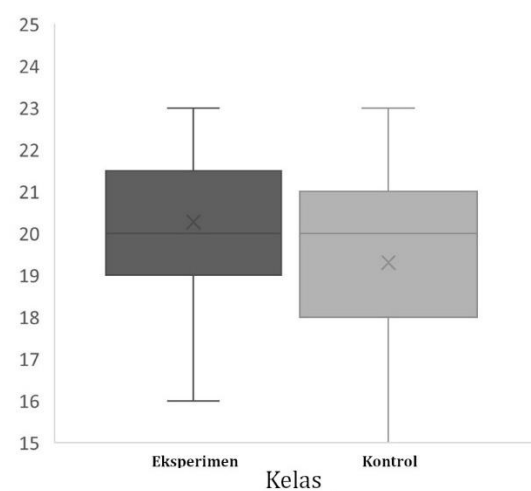
Tabel 4. Statistik Deskriptif Skor *Posttest*

Kelas	<i>n</i>	\bar{X}	X_{max}	X_{min}	σ
Eksperimen	33	20,27	23	16	1,773
Kontrol	33	19,30	23	15	1,895

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh adanya selisih pada capaian rerata penguasaan konsep matematis siswa di kedua kelompok penelitian. Kelas eksperimen memperoleh skor rerata sebesar 20,27, sementara kelas kontrol hanya mencapai skor rerata 19,30. Temuan tersebut memberikan gambaran melalui sudut pandang statistik deskriptif bahwa perolehan skor rerata (mean) kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik pada kelas eksperimen dengan intervensi GeoGebra ditemukan lebih

baik secara konsisten jika dibandingkan dengan kelas kontrol.

Visualisasi sebaran data *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, diagram boxplot secara komparatif menyajikan ringkasan sebaran data yang meliputi median, kuartil, dan deteksi *outlier*. Median skor *posttest* kelas eksperimen terlihat lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, yang mengindikasikan hasil kemampuan pemahaman konsep matematis yang lebih baik pada kelas eksperimen. Sebaran data pada rentang kuartil kelas eksperimen juga tampak lebih homogen, yang menunjukkan distribusi skor *posttest* yang relatif konsisten. Selain itu, visualisasi boxplot menunjukkan tidak adanya titik data yang berada di luar garis pembatas (*whisker*), sehingga mengindikasikan bahwa data pada kedua kelas tidak mengandung nilai ekstrem (*outlier*).



Gambar 1. Bloxpot skor *posttest* kemampuan pemahaman konsep matematis

Penerapan uji normalitas dimaksudkan untuk mengevaluasi apakah sebaran data *posttest* pada kedua kelompok penelitian mengikuti pola distribusi normal. Guna memastikan data terdistribusi secara normal, dilakukan uji *Shapiro-Wilk* yang relevan untuk ukuran sampel kecil (di bawah 50 peserta didik). Hasil analisis mengenai kapabilitas konseptual peserta didik pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ tersaji pada Tabel 5. Hasil pengujian pada Tabel 5, menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki angka probabilitas yang berada di atas ambang 0,05, yaitu sebesar 0,132 (eksperimen) dan 0,244 (kontrol). Dengan demikian, data kemampuan pemahaman konsep matematis tersebut dapat dinyatakan telah memenuhi kriteria distribusi normal.

Tabel 5. Uji Normalitas

Kelas	<i>n</i>	Sig.	Keputusan	Keterangan
Eksperimen	33	0,132	H_0 diterima	Berdistribusi Normal
Kontrol	33	0,244	H_0 diterima	Berdistribusi Normal

Evaluasi terhadap kesamaan varians data *posttest* dari kedua subjek penelitian dilakukan melalui uji homogenitas. Keseragaman varians dianalisis melalui uji *Levene's Test* pada taraf signifikansi 5%. Hasil analisis tersebut dapat dicermati melalui Tabel 6

berikut. Merujuk pada hasil analisis di Tabel 6, menunjukkan perolehan nilai probabilitas (Sig.) sebesar 0,545. Mengingat perolehan tersebut melampaui ambang batas 0,05, dapat dikonfirmasi bahwa keragaman (varians) data penguasaan konsep matematis peserta didik pada kedua kelompok bersifat homogen.

Tabel 6. Uji Homogenitas

<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.	Keputusan	Keterangan
0,370	1	64	0,545	H_0 diterima	Data Homogen

Setelah uji prasyarat analisis terpenuhi, analisis dilanjutkan melalui prosedur *Independent Sample T-Test* dengan ambang batas $\alpha = 0,05$. Langkah ini diimplementasikan guna mengevaluasi diferensiasi capaian antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam menguasai konsep matematika. Hasil pengujian hipotesis disajikan melalui Tabel 7.

Tabel 7. Uji *Independent Sample T-Test*

df	Sig.(2-tailed)	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
64	0,036	2,146	1,669	H_0 ditolak

Berdasarkan Tabel 7, diperoleh bahwa nilai $t_{hitung} (2,146) > t_{tabel} (1,669)$ dengan nilai signifikansi (sig. 1-tailed) $0,018 < 0,05$. Hasil ini menjadi dasar kuat untuk menolak H_0 dan menerima H_1 . Kondisi tersebut membuktikan bahwa rata-rata kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik di kelas eksperimen lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol. Analisis ini memvalidasi bahwa penggunaan GeoGebra dalam tahapan *Discovery Learning* memberikan pengaruh positif terhadap output kognitif peserta didik SMP pada materi transformasi geometri.

Berdasarkan analisis data, pengujian hipotesis menunjukkan bahwa peserta didik yang mengintegrasikan GeoGebra dalam kerangka *Discovery Learning* menunjukkan penguasaan konsep matematis yang lebih unggul dibandingkan mereka yang hanya mengikuti pembelajaran tanpa dukungan media digital. Temuan ini membuktikan bahwa penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* berpengaruh terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik SMP pada materi transformasi geometri. Hal ini sekaligus mengonfirmasi bahwa penggunaan media teknologi dinamis mampu mengatasi keterbatasan visualisasi yang sering ditemui dalam pembelajaran geometri konvensional.

Penerapan model *Discovery Learning* di kedua kelas pada dasarnya telah memfasilitasi peserta didik untuk mengonstruksi pemahaman mereka secara mandiri. Pernyataan ini diperkuat oleh pendapat Kharismawati dkk. (2020) bahwa esensi *Discovery Learning* terletak pada pengalaman belajar aktif yang memungkinkan peserta didik mengonstruksi pengetahuannya sendiri. Namun, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi perangkat lunak GeoGebra dalam sintaks *Discovery Learning* memberikan kontribusi yang lebih optimal terhadap kemampuan

pemahaman konsep matematis peserta didik kelas eksperimen. Kontribusi tersebut terlihat dari kemampuan peserta didik dalam memvisualisasikan transformasi geometri secara dinamis, mengamati perubahan posisi dan bentuk objek secara langsung, serta mengeksplorasi hubungan antar konsep melalui manipulasi objek matematis. Melalui fitur visual dan interaktif tersebut, peserta didik menjadi lebih mudah memahami konsep abstrak seperti rotasi dan dilatasi dibandingkan hanya melalui penjelasan konvensional. Suciati dkk., (2022) mengatakan bahwa aplikasi GeoGebra sangat efektif sebagai media pembelajaran geometri untuk menjembatani ide-ide abstrak. Secara teoretis, aplikasi ini mendukung Teori Bruner pada tahap ikonik untuk memperkuat pemahaman simbolik (Suzana & Jayanto, 2021). Selain itu, dalam kerangka Teori Vygotsky, integrasi GeoGebra dalam *Discovery Learning* berfungsi sebagai *scaffolding* digital yang membantu peserta didik mencapai *Zone of Proximal Development* (ZPD) (Baharuddin & Wahyuni, 2015).

Dalam penelitian ini, GeoGebra tidak hanya digunakan sebagai media visualisasi, tetapi juga berperan sebagai *scaffolding* digital yang memberikan bantuan bertahap kepada peserta didik selama proses penemuan konsep berlangsung. Sebagaimana disampaikan oleh Rohman (2011), GeoGebra merupakan perangkat lunak interaktif dalam bidang matematika yang berfungsi sebagai sarana pendukung proses pembelajaran matematika. Selain itu, Rahmah & Yahfizham (2024) juga menyatakan bahwa GeoGebra memfasilitasi penyajian objek-objek matematika secara responsif serta memiliki tingkat presisi yang tinggi. Kemampuan ini membantu siswa menangkap esensi materi geometri tanpa hambatan teknis yang berarti. Keunggulan tersebut sangat mendukung implementasi *Discovery Learning* yang menurut Salamun dkk. (2023) harus membuka ruang bagi peserta didik untuk mengambil peran sentral dalam proses investigasi dan mengonstruksi pengetahuannya sendiri. Pada tahap stimulasi, penggunaan GeoGebra melalui objek geometri dinamis mampu meningkatkan rasa ingin tahu peserta didik di kelas eksperimen. Berbeda dengan kelas kontrol yang menggunakan media statis, visualisasi dinamis pada GeoGebra mendorong peserta didik untuk mulai mengeksplorasi konsep matematika secara mandiri. Hal ini sejalan dengan tujuan tahap stimulasi menurut Syamsidah dkk., (2022), yaitu menyusun skenario belajar yang kondusif yang dapat mendorong peserta didik untuk melakukan eksplorasi mandiri terhadap konten pembelajaran. Pada tahap identifikasi masalah, visualisasi GeoGebra membantu peserta didik merumuskan masalah dengan lebih mudah karena objek geometri dapat diamati secara konkret dan dinamis.

Pada tahap pengumpulan data, peserta didik mengeksplorasi hubungan konsep melalui tampilan aljabar dan grafis secara simultan, sehingga proses investigasi tidak hanya bergantung pada perhitungan manual. Selanjutnya, pada tahap pengolahan data, manipulasi objek secara dinamis membantu peserta didik menemukan pola dan hubungan antar konsep. Tahap ini sangat mendukung tahap ikonik dalam Teori Bruner, di mana pemahaman konsep terbentuk melalui representasi gambar yang kuat (Suzana & Jayanto, 2021). Pada tahap verifikasi, peserta didik menguji hasil temuannya secara langsung menggunakan fitur GeoGebra untuk memastikan

kesesuaian antara hasil eksplorasi dengan konsep atau rumus matematika. Proses tersebut membantu memperkuat keyakinan konseptual peserta didik terhadap materi yang dipelajari. Pada tahap generalisasi, bantuan visual yang konsisten melalui GeoGebra membantu peserta didik menarik kesimpulan secara lebih komprehensif dan tidak terbatas pada hafalan rumus. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran bermakna (*meaningful learning*) dapat tercapai ketika peserta didik terlibat langsung dalam proses penemuan dan pembuktian konsep, sejalan dengan pendapat Syamsidah dkk. (2022).

Implementasi GeoGebra pada setiap tahapan *Discovery Learning* tersebut memberikan kontribusi positif terhadap kemampuan peserta didik dalam menginternalisasi konsep-konsep matematis. Kontribusi tersebut terlihat dari kemampuan peserta didik dalam memvisualisasikan transformasi geometri secara dinamis, mengidentifikasi hubungan antar koordinat, menemukan pola perubahan objek, serta memverifikasi hasil temuannya secara mandiri melalui fitur GeoGebra. Melalui tampilan visual dan manipulasi objek secara langsung, peserta didik tidak hanya menghafal rumus transformasi, tetapi juga memahami proses terbentuknya konsep melalui eksplorasi yang dilakukan selama pembelajaran. GeoGebra berperan sebagai *scaffolding* digital dengan menyediakan bantuan visual dan interaktif yang mempermudah peserta didik dalam memahami konsep abstrak, khususnya pada materi rotasi dan dilatasi. Ketika peserta didik menggeser, memutar, atau memperbesar objek secara langsung, mereka dapat mengamati perubahan koordinat dan bentuk bangun secara real time. Proses tersebut membantu peserta didik membangun hubungan antara representasi visual dan representasi simbolik sehingga pemahaman konsep menjadi lebih mendalam.

Temuan empiris dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa peserta didik pada kelas eksperimen lebih mampu mengidentifikasi hubungan koordinat dan menjelaskan proses transformasi dibandingkan kelas kontrol. Hasil tersebut memperkuat penelitian Suritno (2022), yang menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar berakar dari pemahaman konsep yang terbentuk melalui bantuan visualisasi dinamis. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Gurmu dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa pendekatan penemuan terbimbing dengan dukungan GeoGebra memberikan kontribusi paling optimal dalam memperkuat penguasaan konsep matematis. Selain itu, hasil penelitian Ikhlas dkk. (2023) menunjukkan adanya peningkatan capaian rata-rata peserta didik setelah penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan GeoGebra sebagai *scaffolding* digital merupakan alternatif yang relevan dalam membantu peserta didik memahami konsep-konsep matematis yang bersifat abstrak, khususnya pada topik transformasi geometri.

KESIMPULAN

Temuan dalam riset ini memberikan penegasan bahwa penggunaan GeoGebra dalam kerangka *Discovery Learning* berpengaruh terhadap kemampuan pemahaman konsep

matematis peserta didik SMP pada materi transformasi geometri. Hal ini dibuktikan dengan perolehan nilai rata-rata pemahaman konseptual pada kelas eksperimen yang melampaui hasil belajar di kelas yang hanya menerapkan model penemuan secara konvensional. Secara ilmiah, temuan ini terjadi karena GeoGebra berfungsi sebagai *scaffolding* digital yang mengubah konsep abstrak menjadi visualisasi dinamis, sehingga peserta didik dapat mengonstruksi pengetahuan secara mandiri dan bermakna.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, V. S. (2024). Analisis Pemahaman Konsep Matematis Siswa pada Materi Transformasi Geometri Berdasarkan Teori APOS (Action, Process, Object, Schema). *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 4(4), 267–278. <https://doi.org/10.51878/teaching.v4i4.3391>
- Baharuddin, & Wahyuni, E. N. (2015). *Teori Belajar dan Pembelajaran* (1st ed.). Ar-Ruzz Media.
- Darmin, S., & Kasmawati. (2022). *Pemahaman Konsep dan Pemecahan Masalah Matematika*. Global Research and Consulting Institute.
- Diro, A., Saprin, M., Kodri, S., Susanti, S., Yudewinarti, Y., Herdiansyah, H., Larawati, L., & Sari, W. (2024). Problematika Pembelajaran Matematika Kelas Tinggi Di Sekolah Dasar. *Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(1), 73–82. <https://doi.org/10.26618/sigma.v16i1.14348>
- Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects of GeoGebra-Assisted Instructional Methods on Students' Conceptual Understanding of Geometry. *Cogent Education*, 11(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379745>
- Ikhlas, A., Rukhmana, T., Liliana, W. O. F., & Sasmita, P. R. (2023). Pengaruh Media Pembelajaran Aplikasi Geogebra Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Journal on Education*, 5(4), 13119–13128. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i4.2313>
- Jannah, M., & Hayati, M. (2024). Pentingnya Kemampuan Literasi Matematika dalam Pembelajaran Matematika. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 4(1), 40–54. <https://doi.org/10.29303/griya.v4i1.416>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (2025). *Panduan Mata Pelajaran Matematika*. Kemendikdasmen.
- Kharismawati, L. R. S., Nirwansyah, Fauziah, S., Puspita, R. A., Gasalba, R. A., & Rabbani, T. A. S. (2020). *HOTS-Oriented Module: Discovery Learning* (1st ed.). SEAMEO QITEP in Language. [https://repositori.kemendikdasmen.go.id/21350/1/Discovery Learning.pdf](https://repositori.kemendikdasmen.go.id/21350/1/Discovery%20Learning.pdf)
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics (2001)*. National Academies Press.
- Mardhiyana, D., & Izar, S. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Scramble Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Siswa Kelas VII SMP Muhammadiyah Bligo. *Delta: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(2), 249–256. <https://doi.org/10.31941/delta.v8i2.1234>

- Meidianti, A., Kholifah, N., & Sari, N. I. (2022). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Peserta Didik dalam Pembelajaran Matematika. *Himpunan: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 2(2), 134–144. <https://jim.unindra.ac.id/index.php/himpunan/article/view/6818>
- Melati, B. P., Nursyahidah, F., Sudargo, S., & Zuhri, M. S. (2024). Menentukan Jarak Titik ke Titik: Pendekatan RME Berbantuan Geogebra. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1135–1147. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.3132>
- Ndagijimana, J. B., Mukama, E., Lakin, L., Khan, S., Munyaruhengeri, J. P. A., Dushimimana, J. C., Habimana, O., Manirakiza, P., Musengimana, J., & Mushimiyimana, H. (2024). Contributions of GeoGebra Software within The Socio-Cultural Proximity on Enhancing Students' Conceptual Understanding of Mathematics. *Cogent Education*, 11(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2436296>
- Novilanti, F. R. E., & Suripah. (2021). Alternatif Pembelajaran Geometri Berbantuan Software GeoGebra di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(01), 357–367. [https://repository.uir.ac.id/7635/1/Fini Rezy Enabela Novilanti.pdf](https://repository.uir.ac.id/7635/1/Fini_Rezy_Enabela_Novilanti.pdf)
- Rahmah, A., & Yahfizham, Y. (2024). Studi Literatur: Penggunaan Software GeoGebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Komputasi Siswa Pada Pembelajaran Matematika. *Journal of Student Research*, 2(4), 24–40. <https://doi.org/10.55606/jsr.v2i4.3081>
- Rizqullah, N., Muhtasyam, A., & Yuhana, Y. (2023). Perkembangan Kurikulum Matematika: Berdasarkan Tujuan Kurikulum. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 517–529. <https://doi.org/10.31100/histogram.v7i1.2520>
- Rohman, M. F. (2011). *Panduan Penggunaan GeoGebra*. Academia Edu. https://www.academia.edu/19382202/Panduan_Penggunaan_GEOGEBRA_Moch_Fatkoer_Rohman
- Salamun, Widyastuti, A., Syawaluddin, Astuti, R. N., Iwan, Simarmata, J., Simarmata, E. J., Yurfiah, Lotulung, C., Arief, M. H., & Suleman, N. (2023). *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Yayasan Kita Menulis.
- Sari, T., & Putri, J. H. (2024). Pembelajaran Matematika sebagai Wadah Meningkatkan Kualitas Proses Belajar Siswa. *OMEGA: Jurnal Keilmuan Pendidikan Matematika*, 3(2), 73–79. <https://doi.org/10.47662/jkpm.v3i2.686>
- Suciati, I., Mailili, W. H., & Hajerina, H. (2022). Implementasi Geogebra Terhadap Kemampuan Matematis Peserta Didik Dalam Pembelajaran: a Systematic Literature Review. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 7(1), 27–42. <https://doi.org/10.25157/teorema.v7i1.5972>
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suritno, S. (2022). Penerapan Model Discovery Learning dengan software Geogebra Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika. *Indonesian Journal of Action Research*, 1(1), 99–105. <https://doi.org/10.14421/ijar.2022.11-15>

-
- Suzana, Y., & Jayanto, I. (2021). *Teori Belajar dan Pembelajaran* (1st ed.). Literasi Nusantara.
- Syamsidah, Jusniar, Ratnawati, & Muhiddin, A. (2022). *Model Discovery Learning*. Deepublish.
- Yuliandari, R. N., & Anggraini, D. M. (2021). Teaching for Understanding in Primary School. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 529, 40–46.

