

Efektivitas Pembelajaran Mendalam Berbantuan Geogebra terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Bangun Ruang Sisi Datar

Edy Supratman¹, Daroe Iswatiningsih²

¹SMPN 3 Lingsar, Indonesia

²Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: edysup123@gmail.com

Abstract: This study aims to examine the effectiveness of deep learning assisted by GeoGebra on students' critical thinking skills in the topic of Three-Dimensional Geometry (Polyhedrons) among eighth-grade students at SMPN 3 Lingsar. This research employed a quasi-experimental design with a Pretest-Posttest Control Group Design. The sample consisted of two classes: the experimental class, which received deep learning assisted by GeoGebra, and the control class, which received conventional instruction. The research instrument was an essay test measuring five indicators of critical thinking: interpretation, analysis, evaluation, inference, and conclusion. Data were analyzed using an independent t-test with SPSS version 25. The results revealed a significant difference in critical thinking skills between the experimental and control classes, with a significance value of Sig. (p) = 0.000 < 0.05. This finding indicates that deep learning assisted by GeoGebra is more effective than conventional learning. In addition to improving learning outcomes, this approach promotes active engagement, motivation, and students' reflective abilities. Therefore, GeoGebra has proven to be a powerful tool to enhance 21st-century learning implementation, emphasizing the development of critical, independent, and creative thinking in understanding mathematical concepts more deeply.

Keywords: critical thinking, deep learning, GeoGebra, three-dimensional geometry

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Bangun Ruang Sisi Datar di kelas VIII SMPN 3 Lingsar. Jenis penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan desain Pretest-Posttest Control Group Design. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang diberi perlakuan pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra dan kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional. Instrumen penelitian berupa tes uraian kemampuan berpikir kritis yang meliputi lima indikator, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan menyimpulkan. Data dianalisis menggunakan uji t independen dengan bantuan SPSS v-25. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai Sig. (p) = 0,000 < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional. Selain meningkatkan hasil belajar, pendekatan ini juga mendorong keterlibatan aktif, motivasi, dan kemampuan reflektif siswa. Dengan demikian, GeoGebra terbukti mampu memperkuat implementasi pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pada pengembangan berpikir kritis, mandiri, dan kreatif dalam memahami konsep matematika secara mendalam.

Kata kunci: bangun ruang sisi datar, berpikir kritis, GeoGebra, pembelajaran mendalam.

PENDAHULUAN

Pendidikan di abad ke-21 menuntut proses pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir kritis, kreatif, logis, dan reflektif. Peran guru sangat penting dalam menghadirkan proses belajar yang membuat siswa terlibat aktif dalam mengeksplorasi pengetahuan serta memecahkan masalah dengan kemandirian. Guru berkontribusi besar dalam membangun suasana belajar yang menstimulasi siswa untuk aktif (Umar et al., 2023). Kemampuan berpikir kritis menjadi komponen utama dalam

proses pembelajaran karena memungkinkan peserta didik untuk menganalisis, mengevaluasi, dan membuat keputusan yang rasional berdasarkan bukti (Diva & Purwaningrum, 2023).

Sebagai mata pelajaran pokok, matematika berperan besar dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis. Pembelajaran matematika menuntun siswa untuk berpikir runtut dan menyelesaikan persoalan menggunakan pendekatan berbasis logika (Resti Rosmiati et al., 2023). Namun, karena sifat matematika yang abstrak dan terstruktur, banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep dasar (Malikah et al., 2022). Hal ini menyebabkan pembelajaran cenderung berpusat pada guru dan kurang memberikan ruang bagi siswa untuk berpikir mandiri. Oleh sebab itu, guru perlu mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna agar sesuai dengan semangat Kurikulum Merdeka yang menekankan kemandirian belajar.

Salah satu materi penting dalam pembelajaran matematika di jenjang SMP adalah Bangun Ruang Sisi Datar, karena menjadi dasar bagi pemahaman konsep geometri yang lebih kompleks. Pemahaman konsep pada materi ini membutuhkan kemampuan visualisasi spasial dan penalaran yang baik. Namun, banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam membayangkan bentuk tiga dimensi dan menerapkannya dalam konteks pemecahan masalah nyata (Ruhmana et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang memungkinkan siswa belajar secara mendalam dan aktif membangun pengetahuannya.

Pembelajaran mendalam (*deep learning*) merupakan salah satu pendekatan yang relevan untuk menjawab tantangan tersebut. Melalui pembelajaran mendalam, siswa tidak hanya menghafal rumus atau prosedur, tetapi juga memahami makna dan hubungan antar konsep secara menyeluruh. Pendekatan ini mengarahkan siswa untuk berpikir kritis, memecahkan masalah kompleks, serta mengaitkan pengetahuan dengan pengalaman nyata (Wahusna et al., 2022). Untuk mendukung implementasinya, guru dapat memanfaatkan media berbasis teknologi yang interaktif dan visual.

GeoGebra merupakan salah satu perangkat lunak matematika dinamis yang sangat efektif untuk membantu proses pembelajaran mendalam, khususnya pada materi geometri dan bangun ruang (Nurhayati et al., 2021). Dengan GeoGebra, siswa dapat memanipulasi objek tiga dimensi, mengamati perubahan secara langsung, serta memahami hubungan antar unsur bangun ruang melalui visualisasi yang konkret (Siregar et al., 2023). Media ini juga mendorong siswa untuk mengeksplorasi dan menemukan konsep secara mandiri, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konseptual (Suciati et al., 2022).

Meskipun demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia masih relatif rendah. Berdasarkan hasil Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), siswa Indonesia masih tertinggal dalam hal kemampuan menyelesaikan soal-soal dengan level kognitif tinggi yang menuntut analisis dan penalaran logis (Syafitri et al., 2021). Kondisi serupa ditemukan di SMPN 3 Lingsar, di mana hasil observasi menunjukkan bahwa siswa masih cenderung pasif dalam pembelajaran matematika, kurang terbiasa berpikir kritis, serta belum mampu

mengaitkan konsep dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Guru pun masih banyak menggunakan metode konvensional seperti ceramah dan latihan soal tanpa memberikan kesempatan bagi siswa untuk bereksplorasi secara mandiri.

Dengan demikian, penerapan pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra diharapkan dapat menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama dalam memahami konsep Bangun Ruang Sisi Datar. Melalui pendekatan ini, siswa diharapkan lebih aktif dalam mengonstruksi pengetahuan, mengembangkan kemampuan visualisasi, serta menumbuhkan kebiasaan berpikir reflektif dan logis berdasarkan 3 prinsip pembelajaran mendalam (berkesadaran, bermakna, menggembirakan) dan 3 tahap pengalaman belajar (memahami, menerapkan, merefleksikan) (Kemendikdasmen, 2025).

Efektivitas GeoGebra dalam meningkatkan kualitas pembelajaran telah dibuktikan melalui berbagai penelitian empiris. (Ruhmana et al., 2023) melaporkan bahwa penggunaan GeoGebra secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep geometri serta prestasi matematika siswa dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian serupa oleh Suciati et al., (2022) juga menunjukkan bahwa penerapan GeoGebra pada pembelajaran geometri di kelas VIII SMP mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah secara signifikan. Selain itu, penelitian Nur, (2020) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbantuan GeoGebra berpengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan spasial visual dan orientasi ruang siswa dalam memahami konsep dimensi tiga. Temuan-temuan tersebut memberikan bukti empiris bahwa GeoGebra tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga sebagai media inovatif yang mampu mentransformasi pengalaman belajar geometri menjadi lebih interaktif dan bermakna.

Pemanfaatan GeoGebra diharapkan mampu mengubah konsep abstrak bangun ruang menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Melalui interaksi langsung dengan objek geometri yang dapat diputar, diukur, dan dibongkar pasang, siswa terlibat dalam pembelajaran yang aktif, eksploratif, dan bermakna. Proses tersebut sejalan dengan teori konstruktivisme Piaget, Subadre (2024) yang menegaskan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui pengalaman belajar langsung. Dengan demikian, pembelajaran berbantuan GeoGebra menempatkan siswa bukan lagi sebagai penerima informasi pasif, melainkan sebagai pembelajar aktif yang mengonstruksi pengetahuan melalui eksplorasi mandiri.

Selain memperkuat pemahaman konsep, pembelajaran menggunakan GeoGebra juga diyakini dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Novita Sari Maria et al., (2025) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi mampu menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan menantang, sehingga mengurangi kecemasan terhadap matematika dan meningkatkan partisipasi siswa. Motivasi belajar yang tinggi merupakan faktor pendukung penting dalam mencapai keberhasilan proses pembelajaran secara menyeluruh.

Berdasarkan uraian tersebut dan didukung oleh hasil-hasil penelitian terdahulu, maka penting dilakukan penelitian untuk mengkaji efektivitas penggunaan GeoGebra

dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa di konteks yang lebih spesifik, yaitu SMP Negeri 3 Lingsar Kabupaten Lombok Barat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris tambahan mengenai kontribusi GeoGebra terhadap peningkatan kemampuan spasial siswa pada materi bangun ruang sisi datar. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi guru matematika, khususnya di Lombok Barat, dalam mengintegrasikan teknologi pembelajaran guna mengatasi kesulitan belajar siswa dan meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di sekolah.

Dengan demikian, peneliti akan meneliti “Efektivitas Pembelajaran Mendalam Berbantuan GeoGebra terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Bangun Ruang Sisi Datar”. Penelitian ini dilakukan di Kelas VIII SMPN 3 Lingsar Kabupaten Lombok Barat”. Dengan rumusan masalah 1) Apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang belajar menggunakan pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra dan siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional di kelas VIII SMPN 3 Lingsar Kabupaten Lombok Barat; 2) Apa saja kendala dan solusi yang dihadapi dalam penerapan pendekatan Pembelajaran Mendalam berbantuan GeoGebra pada materi Bangun Ruang Sisi Datar di kelas VIII SMPN 3 Lingsar?.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen (quasi experimental research) dengan menggunakan quasi-experimental design dengan pendekatan nonequivalent control group design yaitu metode penelitian yang membandingkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yang tidak dipilih secara acak. (Priadana, 2021).

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Pembelajaran Mendalam berbantuan Geogebra (Eksperimen I)	Q1	X1	Q 2
Metode Konvensional (Kontrol)	Q 3	X2	Q 4

Keterangan:

Q₁ dan Q₃ = Tes kemampuan awal berpikir kritis sebelum perlakuan (pretest)

Q₂ dan Q₄ = Tes kemampuan akhir berpikir kritis setelah perlakuan (posttest)

X = Pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra.

Pendekatan penelitian ini bersifat kuantitatif, karena data yang diperoleh berupa angka-angka yang akan dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS V-25.

Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah tes kemampuan berfikir kritis berbentuk tes uraian (essay test) yang terdiri dari beberapa indikator kemampuan berfikir kritis menurut Ardianingtyas et al., (2020) meliputi: 1) interpretasi; 2) analisis; 3) evaluasi; 4) inferensi; dan 5) menyimpulkan.

Selain menggunakan instrumen tes, peneliti juga mengandalkan instrumen non-tes seperti lembar kerja siswa dan lembar observasi. Lembar kerja siswa dimanfaatkan sebagai data pendukung dalam mengukur keterampilan berpikir kritis selama perlakuan berlangsung, sedangkan lembar observasi digunakan untuk menilai keterlibatan siswa selama proses pembelajaran termasuk kendala dan solusi yang dilakukan peneliti. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat lebih jelasnya pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Data dan Sumber data

Jenis Data	Sumber Data	Teknik Pengumpulan Data
<i>Pretest</i>	Siswa	Tes Subjektif
Penilaian pada proses pemberian perlakuan	Siswa kelas eksperimen	LKS Pembelajaran Mendalam Berbantuan GeoGebra
	Siswa kelas kontrol	LKS Metode Konvensional
Penilaian Ketercapaian Langkah Pembelajaran	Guru	Lembar Observasi
Kendala dan Solusi yang dihadapi	Guru	Lembar Observasi
<i>Postest</i>	Siswa	Tes Subjektif

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan Uji Gregory dan software SPSS v-25, melalui beberapa tahap sebagai berikut: 1) Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen; 2) Uji Asumsi Klasik (Uji Normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov dan/atau uji Shapiro-Wilk, sedangkan Uji Homogenitas varians menggunakan Levene's Test; 3) Uji Hipotesis, jika hasil uji asumsi klasik menunjukkan hasil normal dan homogen maka uji hipotesis dilakukan menggunakan uji t independent menggunakan rumus uji-t separated varians dengan kriteria pengujian: H_1 diterima apabila $\text{Sig. (2-tailed)} < 0,05$, dan H_0 ditolak apabila $\text{Sig. (2-tailed)} > 0,05$. Namun jika hasil uji asumsi klasik menunjukkan hasil tidak normal dan/atau tidak homogeny maka uji hipotesis yang digunakan adalah uji nonparametrik (uji Mann-Whitney). Adapun Kriteria Penafsiran Validitas Instrumen, Kriteria Penafsiran Reliabilitas Instrumen, dan Kriteria uji normalitas dan uji homogenitas varians dapat masing-masing dilihat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kriteria Penafsiran Validitas Instrumen

Koefisien	Kriteria
**.	Valid jika $\text{Sig (2-tailed)} < 0.01$
*.	Valid jika $\text{Sig (2-tailed)} < 0.05$

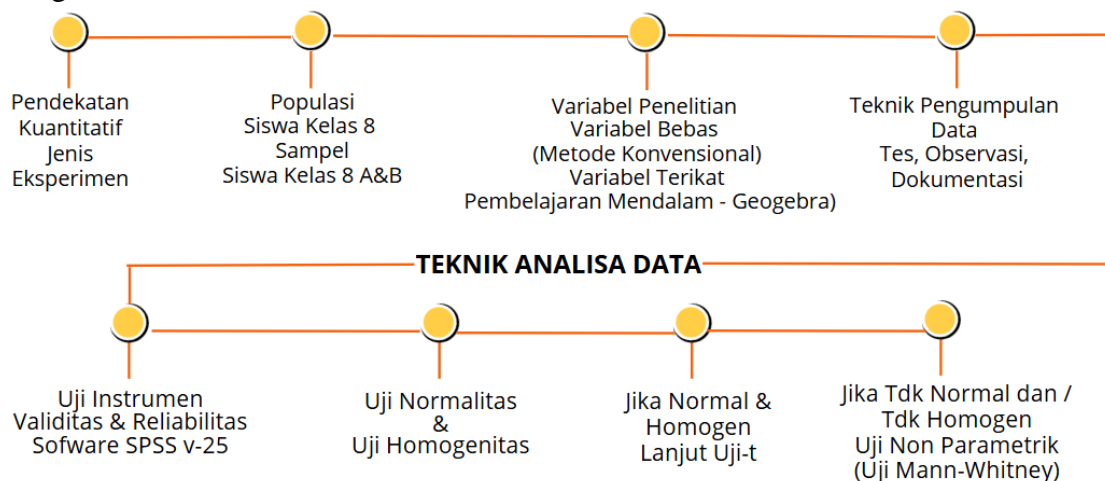
Tabel 4. Kriteria Penafsiran Reliabilitas Instrumen

Rentang	Kriteria
$0,00 \leq x < 0,20$	reliabilitas kecil
$0,20 \leq x < 0,40$	reliabilitas rendah
$0,40 \leq x < 0,70$	reliabilitas sedang
$0,70 \leq x < 0,90$	reliabilitas tinggi
$x \geq 0,90$	reliabilitas sangat tinggi

Tabel 5. Kriteria uji normalitas dan uji homogenitas varians

Kriteria	Keterangan
Nilai <i>Sig (P-Value)</i> < 0,05	data tidak terdistribusi normal dan atau data tidak bervariasi homogen
Nilai <i>Sig (P-Value)</i> > 0,05	data berdistribusi normal dan atau bervariasi homogen

Alur metode penelitian yang telah dibahas diatas dapat di gambarkan pada gambar 1 sebagai berikut:

**Gambar 1.** Alur metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Berdasarkan hasil uji validitas instrumen, diperoleh bahwa seluruh butir soal dinyatakan valid dengan taraf signifikansi yang berbeda-beda. Pada taraf signifikansi 0,01 (sangat signifikan), terdapat lima butir soal yang menunjukkan tingkat validitas sangat tinggi, Sementara itu, pada taraf signifikansi 0,05 (cukup signifikan), terdapat lima butir soal lainnya yang juga dinyatakan valid.

Uji reliabilitas dilakukan terhadap seluruh item pertanyaan dengan menggunakan metode Cronbach's Alpha. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,869, yang menandakan bahwa instrumen memiliki tingkat keandalan yang sangat tinggi. Berdasarkan pendapat Ardiansyah et al., (2023) suatu instrumen dianggap reliabel apabila memiliki nilai Cronbach's Alpha $\geq 0,70$. Oleh karena itu, instrumen dalam penelitian ini dapat dinyatakan reliabel dan konsisten dalam mengukur kemampuan yang dituju.

Hasil Pretest Keterampilan Berpikir Kritis

Hasil perhitungan data *Pretest* pada kedua kelompok sebelum diberikan perlakuan dan sesudah diberikan perlakuan yang berbeda diperoleh data yang disajikan pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil *Pretest* Keterampilan Berpikir Kritis

Data statistik	Pretest	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Nilai terendah	28	25

Nilai tertinggi	78	80
Rata-rata	50,44	49,33
Median	48	48
Simpangan Baku	13,00	13,13
Jumlah siswa	28	27

Uji Asumsi Pretest

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas *Pretest*

Kemampuan Awal	Kelas_Eksperimen	0.823
	Kelas_Kontrol	0.774

Tabel 8. Hasil Uji Homogenitas *Pretest*

	<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
<i>Based on Mean</i>	0,085	1	52	0,771
<i>Based on Median</i>	0,065	1	52	0,799
<i>Based on Median and with adjusted df</i>	0,065	1	51.961	0,799
<i>Based on trimmed mean</i>	0,089	1	52	0,767

Dari hasil uji asumsi (uji normalitas dan uji homogenitas) pada tabel 7 dan tabel 8 di atas terlihat bahwa Nilai pretest kelas eksperimen maupun kelas kontrol menunjukkan Sig (P-Value)>0,05, maka uji nilai tersebut terdistribusi normal dan bervariasi homogen, selanjutnya uji yang digunakan adalah uji t.

Hasil uji-t independent untuk pretest dapat dilihat pada tabel 9 berikut:

Tabel 9. Hasil uji-t independent pretest

		Kemampuan Awal	
		<i>Equal variances assumed</i>	<i>Equal variances not assumed</i>
<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>	<i>F</i>	.085	
	<i>Sig.</i>	.771	
<i>t-test for Equality of Means</i>	<i>T</i>	-.223	-.223
	<i>Df</i>	52	51.941
	<i>Sig. (P-Value)</i>	.824	.824

Tabel 10. Capaian indikator berpikir kritis

Capaian Rata-Rata Indikator Berfikir Kritis				
Interpretasi	Analisis	Evaluasi	Inferensi	Menyimpulkan
19,30	18,81	16,48	14,63	12,04

Uji Asumsi Posttest (Normalitas dan Homogenitas)

Tabel 11. Hasil Uji Normalitas *Posttest*

Kelas		<i>Shapiro-Wilk^a</i>
		<i>Sig.</i>
Kemampuan Akhir	Kelas_Eksperimen	0.008
	Kelas_Kontrol	0.049

Tabel 12. Hasil Uji Homogenitas *Posttest*

		<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
Kemampuan Akhir	<i>Based on Mean</i>	0.567	1	52	0.455
	<i>Based on Median</i>	0.579	1	52	0.450
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	0.579	1	51.79	0.450
	<i>Based on trimmed mean</i>	0.384	1	52	0.538

Uji Hipotesis

Tabel 13. Hasil Uji-t Independent *Posttest*

		Kemampuan Akhir	
		<i>Equal variances assumed</i>	<i>Equal variances not assumed</i>
<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>	<i>F</i>	0.567	
	<i>Sig.</i>	0.455	
<i>t-test for Equality of Means</i>	<i>T</i>	6.979	6.979
	<i>Df</i>	52	51.389
	<i>Sig. (P-Value)</i>	0.000	0.000

Dari hasil uji-t independent tersebut terlihat bahwa nilai $\text{Sig.}(P\text{-Value}) < 0,05$ yaitu 0,00, maka nilai posttest dari kelas eksperimen maupun kelas kontrol setelah diberikan perlakuan terdapat perbedaan yang signifikan, ini menunjukkan bahwa hipotesis diterima yaitu: terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis siswa yang menggunakan Pembelajaran Mendalam berbantuan GeoGebra dengan kemampuan berpikir kritis siswa dengan pembelajaran konvensional pada materi bangun ruang sisi datar Kelas VIII di SMPN 3 Lingsar Kabupaten Lombok Barat.

Hasil Observasi Kendala dan Solusi saat melakukan penelitian

Observasi ini dilakukan untuk mengetahui kendala dan solusi yang dialami saat melakukan penelitian. Dan hasil observasi dapat dilihat pada table 14 berikut:

Tabel 14. Hasil observasi kendala dan solusi saat melakukan penelitian

No.	Aspek yang Diamati	Temuan di Lapangan	Solusi / Tindak Lanjut	Indikator Keberhasilan
1	Kemampuan Siswa dalam Menggunakan GeoGebra	Sebagian besar siswa belum terbiasa menggunakan GeoGebra, terutama dalam membuat bidang, garis, dan titik pada objek tiga dimensi bangun ruang.	Guru memberikan bimbingan awal melalui tutorial penggunaan fitur dasar GeoGebra dan latihan eksplorasi sederhana.	Siswa mampu mengoperasikan fitur dasar GeoGebra untuk membentuk model bangun ruang sisi datar.
2	Ketersediaan dan Akses Perangkat Teknologi	Tidak semua siswa memiliki perangkat yang mendukung pembelajaran berbasis GeoGebra; fasilitas laboratorium komputer juga terbatas.	Pembelajaran dilaksanakan secara berkelompok (2–3 siswa per perangkat) untuk memaksimalkan penggunaan teknologi.	Setiap kelompok memiliki akses perangkat yang memadai selama proses pembelajaran.
3	Kesiapan Guru dalam Mengimplementasikan Pembelajaran Mendalam Berbantuan GeoGebra	Guru telah menyusun perangkat ajar berbasis pembelajaran mendalam, namun masih memerlukan waktu untuk menyesuaikan integrasi GeoGebra dalam kegiatan pembelajaran.	Guru mempersiapkan RPP dan LKPD interaktif lebih awal serta melakukan simulasi pembelajaran untuk meningkatkan kelancaran pelaksanaan.	Guru mampu mengelola pembelajaran mendalam secara efektif dengan memanfaatkan GeoGebra sebagai media pendukung.

No.	Aspek yang Diamati	Temuan di Lapangan	Solusi / Tindak Lanjut	Indikator Keberhasilan
4	Respon dan Keterlibatan Siswa dalam Pembelajaran Mendalam	Sebagian siswa masih pasif dalam kegiatan diskusi dan cenderung ragu ketika diminta mengemukakan pendapat atau menarik kesimpulan.	Guru membangun suasana belajar yang terbuka dan kolaboratif melalui pemberian motivasi serta apresiasi terhadap partisipasi siswa.	Siswa aktif berinteraksi, berdiskusi, dan berani menyampaikan hasil penalarannya selama proses pembelajaran.
5	Perbedaan Kemampuan dan Kecepatan Belajar Siswa	Terdapat kesenjangan kemampuan; siswa dengan pemahaman rendah mengalami kesulitan mengikuti aktivitas berbasis eksplorasi mendalam.	Guru menerapkan strategi scaffolding dan membentuk kelompok belajar heterogen agar siswa dapat saling membantu.	Semua siswa mampu mengikuti kegiatan pembelajaran sesuai tahapan dan mencapai tujuan pembelajaran.
6	Efisiensi Waktu dalam Pembelajaran Mendalam	Beberapa kegiatan eksploratif melebihi alokasi waktu yang telah direncanakan karena siswa memerlukan waktu memahami penggunaan GeoGebra.	Guru menyesuaikan alur kegiatan dengan membagi materi ke beberapa pertemuan dan memperpendek waktu diskusi tanpa mengurangi esensi pembelajaran.	Seluruh tahapan pembelajaran mendalam dapat terselesaikan sesuai alokasi waktu yang telah ditentukan.
7	Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	Terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis, khususnya pada aspek interpretasi dan analisis hasil visualisasi bangun ruang.	Guru memperkuat kegiatan pemecahan masalah dan refleksi hasil eksplorasi GeoGebra untuk menumbuhkan kemampuan evaluasi dan penarikan kesimpulan.	Siswa mampu menjelaskan alasan logis, menganalisis hubungan antar unsur bangun ruang, dan menarik kesimpulan yang tepat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bangun ruang sisi datar. Berdasarkan hasil uji t pada data posttest, diperoleh nilai Sig. (P-Value) sebesar $0,00 < 0,005$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran mendalam memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil ini sejalan dengan temuan Wahusna et al., (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran mendalam menuntun siswa untuk menghubungkan konsep secara menyeluruh dan mengembangkan kemampuan analitis serta reflektif.

Sebelum perlakuan diberikan, hasil pretest menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang relatif setara. Rata-rata nilai pretest kelas eksperimen adalah 50,44, sedangkan kelas kontrol 49,33. Hasil uji normalitas dan homogenitas juga memperlihatkan bahwa data kedua kelompok berdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$). Kondisi ini mengindikasikan bahwa perbedaan hasil posttest tidak disebabkan oleh kemampuan awal yang berbeda, melainkan oleh perlakuan pembelajaran yang diterapkan. Hal ini memperkuat validitas internal penelitian sebagaimana disarankan

oleh Ardiansyah et al., (2023) bahwa kesetaraan kemampuan awal penting untuk menilai pengaruh perlakuan secara objektif.

Setelah perlakuan, hasil posttest menunjukkan peningkatan signifikan pada kelas eksperimen yang menggunakan pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra. Hasil uji-t menunjukkan perbedaan nilai rata-rata posttest yang tinggi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Temuan ini mendukung hasil penelitian Nurhayati et al., (2021) yang menunjukkan bahwa GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama dalam memahami hubungan spasial dan konsep geometri melalui visualisasi dinamis.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen juga terlihat dari capaian indikator berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan menyimpulkan. Indikator dengan peningkatan tertinggi adalah interpretasi (rata-rata 19,30) dan analisis (rata-rata 18,81). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan GeoGebra memfasilitasi siswa dalam memahami dan menginterpretasikan konsep geometri secara mendalam. Sejalan dengan hasil penelitian Yanti et al., (2020) visualisasi melalui GeoGebra memungkinkan siswa mengamati keterkaitan antar unsur bangun ruang dan mengembangkan kemampuan analitis melalui eksplorasi langsung.

Pembelajaran mendalam menurut Kemendikdasmen, (2025) yang menekankan pada 3 prinsip pembelajaran (berkesadaran, bermakna, menggembirakan) dan 3 tahap pengalaman belajar (memahami, menerapkan, merefleksikan) maka Siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi membangun pemahamannya melalui pengalaman belajar dan refleksi. Dalam konteks ini, GeoGebra menjadi alat yang efektif untuk mendukung proses konstruktivistik sebagaimana dijelaskan oleh Piaget dalam teori konstruktivisme, (Susanti et al., 2023). Dengan memanipulasi objek 3D, siswa secara mandiri mengamati hubungan antar unsur bangun ruang dan menemukan konsep matematika secara kontekstual. Hal ini membuat mereka lebih terlibat dalam kegiatan pembelajaran dan memperkuat pemahaman konseptual.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis yang signifikan juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika mampu memperkuat kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Rositawati, (2020) bahwa penggunaan GeoGebra secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir logis siswa dalam geometri. Dengan pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra, siswa dilatih untuk menilai bukti, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan berdasarkan pengamatan visual, bukan sekadar menghafal rumus.

Selain peningkatan hasil belajar, pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra juga berdampak positif terhadap sikap dan motivasi belajar siswa. Berdasarkan observasi, siswa menjadi lebih antusias dalam mengikuti pembelajaran karena dapat berinteraksi langsung dengan media visual yang menarik. Temuan ini sejalan dengan Aziz, (2024) yang menegaskan bahwa penggunaan media digital mampu menurunkan kecemasan terhadap matematika dan meningkatkan partisipasi siswa dalam diskusi.

Dengan demikian, pembelajaran berbasis GeoGebra tidak hanya memperkuat aspek kognitif, tetapi juga aspek afektif dalam proses belajar.

GeoGebra efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis karena menyediakan visualisasi matematis dinamis yang membantu siswa melakukan interpretasi dan analisis konsep secara lebih mendalam. Melalui manipulasi objek, pengamatan pola, dan perubahan parameter secara real-time, siswa dapat memahami makna konsep, mengidentifikasi hubungan antarvariabel, serta membedah struktur matematis dengan lebih jelas. Representasi visual ini membuat proses interpretasi lebih konkret dan analisis lebih sistematis, sehingga siswa tidak hanya menghafal prosedur tetapi benar-benar memahami alasan di balik suatu konsep.

Selain itu, GeoGebra mendukung evaluasi, inferensi, dan penyimpulan karena setiap eksplorasi memberikan bukti visual dan numerik yang dapat diuji kebenarannya. Siswa dapat mengevaluasi argumen, membandingkan alternatif solusi, menarik inferensi dari pola yang muncul, dan menyimpulkan konsep secara logis berdasarkan data yang diamati. Dengan demikian, GeoGebra berperan sebagai laboratorium matematika digital yang memperkuat proses berpikir kritis melalui pembelajaran berbasis bukti, eksplorasi, dan penalaran yang terstruktur.

Namun demikian, hasil observasi juga menunjukkan adanya beberapa kendala dalam pelaksanaan. Sebagian besar siswa belum terbiasa menggunakan GeoGebra, terutama dalam membuat bidang dan titik tiga dimensi. Keterbatasan perangkat juga menjadi hambatan dalam pelaksanaan pembelajaran digital. Untuk mengatasi hal ini, guru memberikan tutorial awal, melaksanakan pembelajaran berkelompok, dan menerapkan strategi scaffolding agar siswa dengan kemampuan rendah tetap dapat mengikuti kegiatan pembelajaran. Strategi ini terbukti efektif, sesuai dengan temuan Saputra, (2020) bahwa pembelajaran kolaboratif berbantuan teknologi mampu membantu siswa dengan kemampuan beragam untuk mencapai tujuan pembelajaran bersama.

Dari sisi guru, penelitian ini menegaskan pentingnya kesiapan dan kemampuan pedagogik dalam mengintegrasikan teknologi. Guru perlu menyusun perangkat ajar berbasis pembelajaran mendalam dan mempersiapkan RPP serta LKPD interaktif agar pelaksanaan berjalan lancar. Temuan ini sejalan dengan pandangan Kusumawati et al., (2022) bahwa peran guru sebagai fasilitator menjadi kunci keberhasilan pembelajaran abad ke-21. Ketika guru mampu mengelola teknologi pembelajaran secara efektif, siswa akan lebih mudah mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan mandiri.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mendukung hipotesis bahwa pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bangun ruang sisi datar. Peningkatan ini tidak hanya tercermin dalam nilai posttest, tetapi juga dalam keterlibatan aktif, kemampuan interpretasi visual, dan kepercayaan diri siswa dalam mengemukakan ide. Dengan demikian, implementasi pembelajaran mendalam berbasis teknologi seperti GeoGebra layak direkomendasikan sebagai strategi pembelajaran inovatif di sekolah

menengah, khususnya dalam konteks penguatan literasi numerasi dan berpikir kritis sebagaimana ditekankan dalam Kurikulum Merdeka (Umar et al., 2023).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Bangun Ruang Sisi Datar. Hasil uji statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol (Sig. < 0,05), di mana siswa yang belajar menggunakan GeoGebra memperoleh hasil lebih tinggi pada seluruh indikator berpikir kritis, khususnya interpretasi dan analisis. Pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena siswa terlibat langsung dalam proses eksplorasi dan penemuan konsep. Selain itu, implementasi pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra juga memberikan dampak positif terhadap motivasi, partisipasi, dan kemampuan kolaboratif siswa. Walaupun terdapat kendala teknis seperti keterbatasan perangkat dan adaptasi penggunaan media, guru mampu mengatasinya melalui strategi pembelajaran berkelompok dan scaffolding. Dengan demikian, pembelajaran mendalam berbantuan GeoGebra dapat dijadikan alternatif inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, memperkuat keterampilan berpikir kritis, serta mewujudkan tujuan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan kemandirian dan pemahaman konseptual mendalam.

Guru disarankan untuk mengintegrasikan GeoGebra secara konsisten dalam pembelajaran matematika, terutama pada materi geometri yang memerlukan visualisasi tinggi, dengan menjadikannya sebagai sarana eksploratif yang dapat mendorong siswa berpikir kritis dan menemukan konsep secara mandiri. Untuk itu, guru perlu mengikuti pelatihan dan mengembangkan LKPD interaktif berbasis proyek agar pembelajaran lebih efektif dan bermakna. Kepala sekolah juga diharapkan menyediakan dukungan fasilitas dan kebijakan yang mendukung, seperti perangkat teknologi, akses internet stabil, serta pelatihan untuk guru dalam penggunaan GeoGebra. Selain itu, penting untuk mendorong kolaborasi antar guru dalam inovasi pembelajaran digital serta melakukan supervisi reflektif guna meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis teknologi. Peneliti disarankan untuk memperluas cakupan studi pada materi atau jenjang yang berbeda, serta meneliti dampak jangka panjang pembelajaran GeoGebra terhadap kreativitas dan pemecahan masalah, dengan menggunakan metode campuran (mixed methods) untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianingtyas, I. R., Sunandar, S., & Dwijayanti, I. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Ditinjau dari Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(5), 401–408. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v2i5.6661>
- Ardiansyah, Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen

- Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. *Jurnal IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.57>
- Aziz, L. A. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran dan Gaya Belajar Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif. *Https://E-Journal.Undikma.Ac.Id/Index.Php/Jmpm*, 12(1), 12–29.
- Diva, S. A., & Purwaningrum, J. P. (2023). Strategi Mathematical Habits of Mind Berbantuan Wolfram Alpha untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Bangun Datar. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 15–28. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v3i1.1219>
- Kemendikdasmen. (2025). Pembelajaran Mendalam. *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam Menuju Pendidikan Bermutu Untuk Semua*.
- Kusumawati, I. T., Soebagyo, J., & Nuriadin, I. (2022). Studi Kepustakaan Kemampuan Berpikir Kritis Dengan Penerapan Model PBL Pada Pendekatan Teori Konstruktivisme. *JURNAL MathEdu*, 5(1), 13–18.
- Malikah, S., Winarti, W., Ayuningsih, F., Nugroho, M. R., Sumardi, S., & Murtiyasa, B. (2022). Manajemen Pembelajaran Matematika pada Kurikulum Merdeka. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5912–5918. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3549>
- Novita Sari Maria, Siti Khafifah F, Afta Geosasmata Saragih, Aini Wardana, Prihatin Ningsih Sagala, & Ruth Sahanaya Manik. (2025). Analisis Penerapan Rme Berbantuan Geogebra Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Dengan Uji Paired Sample T-Test. *PESHUM: Jurnal Pendidikan, Sosial Dan Humaniora*, 4(3), 4648–4653. <https://doi.org/10.56799/peshum.v4i3.8636>
- Nur, I. M. (2020). Pemanfaatan Program Geogebra Dalam Pembelajaran Matematika. *Delta-Pi: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.33387/dpi.v5i1.236>
- Nurhayati, N., Zuhra, F., & Salehha, O. P. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Geogebra Untuk the Application of Geogebra-Assisted Project Based Learning Model To Improve Student. *JUPITEK (Jurnal Pendidikan Matematika)*, 4(2), 73–78.
- Priadana, S. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif*.
- Resti Rosmiati, Novaliyosi, N., & Santosa, C. A. H. F. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka dalam Pembelajaran Matematika di Kelas VII SMP Negeri 3 Kota Serang. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 132–140. <https://doi.org/10.30605/proximal.v6i2.2752>
- Rositawati, D. N. (2020). Kajian Berpikir Kritis Pada Metode Inkuiri. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 3, 74. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v3i0.28514>
- Ruhmana, E. Y., Zuhri, M. S., Utami, R. E., & Susilowati, P. (2023). Implementasi Model Problem Based Learning Berbantuan Geogebra untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah*, 7(JP2MS), 159–168. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.7.2.159->

- Saputra, H. (2020). Kemampuan Berfikir Kritis Matematis. *Perpustakaan IAI Agus Salim Metro Lampung*, 2(April), 1–7.
- Siregar, N. U., Pulungan, F. K., Thahara, M., Dalimunthe, N. F., Fakhri, N., Herawati, N., Rahmawati, A., & Saragih, R. M. B. (2023). Penerapan Aplikasi Geogebra pada Pembelajaran Matematika. *Journal on Education*, 5(3), 8151–8162. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i3.1602>
- Subadre, W. (2024). Pengembangan Media Interaktif Matematika (Bangun Ruang Sisi Lengkung) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Geometri Siswa. *Media Pendidikan Matematika*, 12(2), 181. <https://doi.org/10.33394/mpm.v12i2.12320>
- 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. <https://doi.org/10.25157/teorema.v7i1.5972>
- Susanti, S., Pomalao, S., Resmawan, R., & Hulukati, E. (2023). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Menggunakan Multimedia Interaktif. *Differential: Journal on Mathematics Education*, 1(1), 37–46.
- Syafitri, E., Armanto, D., & Rahmadani, E. (2021). Aksiologi Kemampuan Berpikir Kritis (Kajian Tentang Manfaat dari Kemampuan Berpikir Kritis). *Journal of Science and Social Research*, 4(3), 320. <https://doi.org/10.54314/jssr.v4i3.682>
- Umar, W., Abdullah, I. H., & Usman, H. (2023). Penggunaan Multimedia Matematika Interaktif untuk Meningkatkan Kemampuan MCPS dan Mathematical Habits of Mind Siswa Sekolah Dasar. *Edukasi*, 21(1), 255–265. <https://doi.org/10.33387/j.edu.v21i1.5907>
- Wahusna, Z., Sripatmi, Junaidi, & Kurniati, N. (2022). Kemampuan Berpikir Kreatif dalam Memecahkan Masalah Teorema Pythagoras Ditinjau dari Gaya Belajar Siswa Kelas VIII SMPN 1 Taliwang Tahun Pelajaran 2021/2022. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 2(4), 1002–1021. <https://doi.org/10.29303/griya.v2i4.247>
- Yanti, R., Laswadi, L., Ningsih, F., Putra, A., & Ulandari, N. (2020). Penerapan pendekatan saintifik berbantuan geogebra dalam upaya meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa. *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 10(2), 180–194. <https://doi.org/10.26877/aks.v10i2.4399>