

**EFEKTIVITAS MODEL PROBLEM BASED LEARNING (PBL) BERBANTUAN
GEOGEBRA DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERNALAR KRITIS
SISWA PADA MATERI TRANSFORMASI GEOMETRI
KELAS IX SMPN 1 SODONGHILIR**

Ade Rima Wahyuni ¹, Amalia Sapriati ²

^{1,2} Magister Pendidikan Dasar, Universitas Terbuka

Alamat e-mail : ¹aderimawahyuni6@gmail.com, ²lia@ecampus.ut.ac.id

ABSTRACT

Students' critical reasoning ability in mathematics learning still needs improvement, especially in geometric transformation material which is considered abstract. The use of innovative technology-assisted learning models is needed to help students understand concepts more concretely. This study aimed to determine the effectiveness of the GeoGebra-assisted Problem Based Learning model in improving students' critical reasoning ability on geometric transformation material for grade IX students of SMPN 1 Sodonghilir. This study employed a quantitative approach using a pre-experimental method with a one-group pretest-posttest design. The population consisted of all grade IX students of SMPN 1 Sodonghilir totaling 342 students, while the sample was class IX F consisting of 38 students. Data collection techniques used critical reasoning ability tests and observation sheets. Data analysis was conducted through normality testing, homogeneity testing, descriptive analysis, and paired sample t-test. The results showed that the implementation of the GeoGebra-assisted Problem Based Learning model was effective in improving students' critical reasoning ability. The learning process became more active, interactive, and helped students understand geometric transformation concepts more easily. The findings indicate that the GeoGebra-assisted Problem Based Learning model is appropriate to be used as an alternative mathematics learning model in junior high schools.

Keywords: Problem Based Learning, GeoGebra, critical reasoning ability, geometric transformation.

ABSTRAK

Kemampuan bernalar kritis siswa pada pembelajaran matematika masih perlu ditingkatkan, khususnya pada materi transformasi geometri yang bersifat abstrak. Penggunaan model pembelajaran inovatif berbantuan teknologi diperlukan untuk membantu siswa memahami konsep secara lebih konkret. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri kelas IX SMPN 1 Sodonghilir. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pre-eksperimental melalui desain *one group*

pretest-posttest. Populasi penelitian terdiri atas seluruh siswa kelas IX SMPN 1 Sodonghilir sebanyak 342 siswa, sedangkan sampel penelitian yaitu kelas IX F yang berjumlah 38 siswa. Teknik pengumpulan data menggunakan tes kemampuan bernalar kritis dan lembar observasi. Analisis data dilakukan melalui uji normalitas, uji homogenitas, analisis deskriptif, dan uji *paired sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan GeoGebra efektif dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa. Pembelajaran menjadi lebih aktif, interaktif, dan membantu siswa memahami konsep transformasi geometri secara lebih mudah. Temuan penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan GeoGebra layak digunakan sebagai alternatif pembelajaran matematika di SMP.

Kata Kunci: *Problem Based Learning*, *GeoGebra*, kemampuan bernalar kritis, transformasi geometri.

A. Pendahuluan

Matematika menjadi salah satu mata pelajaran yang memiliki peranan penting dalam membangun kemampuan berpikir logis, sistematis, dan kritis peserta didik. Kemampuan bernalar kritis diperlukan agar siswa mampu memahami persoalan secara mendalam serta menemukan solusi yang tepat terhadap permasalahan yang dihadapi. Pembelajaran matematika di tingkat SMP masih menunjukkan berbagai kendala yang berkaitan dengan rendahnya kemampuan siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi suatu permasalahan. Siswa sering mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada soal yang menuntut penalaran serta keterampilan berpikir tingkat tinggi. Kondisi tersebut terlihat

pada materi transformasi geometri yang menuntut kemampuan visualisasi dan pemahaman konsep secara mendalam. Materi transformasi geometri memerlukan kemampuan siswa dalam menghubungkan bentuk, posisi, dan perubahan objek secara matematis. Proses pembelajaran yang masih bersifat konvensional menyebabkan siswa kurang aktif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis selama pembelajaran berlangsung. Situasi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran matematika memerlukan inovasi yang mampu meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa secara optimal.

Kemampuan bernalar kritis siswa dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang berpusat pada

pemecahan masalah dan keterlibatan aktif peserta didik. Model *Problem Based Learning* menjadi salah satu model pembelajaran yang dinilai mampu mendorong siswa untuk berpikir kritis melalui kegiatan investigasi dan penyelesaian masalah. PBL memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, serta menyusun solusi berdasarkan hasil analisis yang dilakukan. Aktivitas tersebut membantu siswa membangun pemahaman konsep secara mandiri melalui pengalaman belajar yang bermakna. Penelitian yang dilakukan oleh (Indrapangastuti, Wijayanti, & Wahyudi, 2024) menunjukkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* mampu meningkatkan hasil belajar geometri dan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Amalia, Indiati, Buchori, & Krisnaningsih, 2023) juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah berbantuan *GeoGebra* memberikan dampak positif terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa PBL memiliki

potensi yang baik untuk diterapkan pada pembelajaran matematika di sekolah. Guru memerlukan strategi pembelajaran yang mampu menciptakan suasana belajar aktif agar siswa lebih mudah memahami konsep transformasi geometri.

Penggunaan teknologi pembelajaran menjadi salah satu alternatif yang dapat membantu siswa memahami konsep matematika secara lebih konkret. *GeoGebra* merupakan media pembelajaran berbasis teknologi yang mampu memvisualisasikan konsep matematika secara dinamis dan interaktif. Pemanfaatan *GeoGebra* membantu siswa memahami bentuk transformasi geometri melalui representasi visual yang mudah diamati. Siswa dapat melakukan eksplorasi terhadap objek geometri sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan tidak monoton. Penelitian yang dilakukan oleh (Dahal, Pant, Shrestha, & Manandhar, 2022) menunjukkan bahwa penggunaan *GeoGebra* pada pembelajaran transformasi geometri mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa. Adiguna et al. (2025) juga menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis *GeoGebra*

dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi transformasi geometri. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa penggunaan *GeoGebra* memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran matematika yang lebih interaktif dan efektif. Integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika menjadi kebutuhan penting agar siswa mampu mengikuti perkembangan pembelajaran pada era digital.

Kombinasi antara model *Problem Based Learning* dan *GeoGebra* dinilai mampu menciptakan pembelajaran yang mendorong siswa untuk aktif berpikir dan mengeksplorasi konsep matematika. PBL memberikan ruang kepada siswa untuk memecahkan masalah secara mandiri melalui diskusi dan investigasi kelompok. *GeoGebra* membantu siswa memahami konsep abstrak melalui visualisasi objek matematika secara langsung. Kolaborasi kedua komponen tersebut dapat menciptakan proses pembelajaran yang lebih efektif pada materi transformasi geometri. Penelitian yang dilakukan oleh (Harahap, Sinaga, & Siagian, 2021)

menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis PBL berbantuan *GeoGebra* mampu meningkatkan kemampuan berpikir visual siswa dalam pemecahan masalah matematika. (Nuralam, Jupri, & Alifulloh, 2024) juga menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah berbantuan *GeoGebra* dapat meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa pada materi geometri. Penelitian yang dilakukan oleh (Anzani & Juandi, 2022) melalui meta-analisis memperlihatkan bahwa PBL berbantuan *GeoGebra* memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan matematika siswa. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa perpaduan PBL dan *GeoGebra* layak diterapkan pada pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir siswa.

Penelitian mengenai *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* telah banyak dilakukan pada berbagai kemampuan matematis siswa. Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada kemampuan pemecahan masalah, hasil belajar, serta kemampuan visualisasi matematis. Penelitian yang dilakukan oleh (Andriani & Handayani,

2026) menunjukkan bahwa PBL berbantuan *GeoGebra* berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. (Padang & Narew, 2025) juga meneliti efektivitas modul ajar berbasis PBL terintegrasi *GeoGebra* terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Fokus penelitian tersebut lebih diarahkan pada jenjang pendidikan tinggi sehingga memiliki karakteristik berbeda dengan peserta didik SMP. Kajian yang membahas kemampuan bernalar kritis siswa SMP pada materi transformasi geometri masih relatif terbatas. Penelitian sebelumnya juga belum banyak menyoroti penerapan PBL berbantuan *GeoGebra* secara khusus pada siswa kelas IX SMP. Kondisi tersebut menunjukkan adanya peluang penelitian yang dapat memberikan kontribusi baru terhadap pengembangan pembelajaran matematika di tingkat SMP.

Permasalahan yang ditemukan di SMPN 1 Sodonghilir menunjukkan bahwa kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri masih perlu ditingkatkan. Siswa cenderung mengalami kesulitan ketika diminta menjelaskan alasan dari jawaban yang diberikan. Aktivitas pembelajaran yang masih

didominasi oleh guru menyebabkan siswa kurang terlibat dalam proses pemecahan masalah. Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi juga belum dilakukan secara maksimal selama proses pembelajaran matematika berlangsung. Situasi tersebut menyebabkan siswa kurang tertarik untuk mengeksplorasi konsep transformasi geometri secara mandiri. PBL berbantuan *GeoGebra* diperkirakan mampu membantu siswa memahami konsep transformasi geometri melalui kegiatan eksplorasi dan diskusi yang lebih aktif. Siswa dapat mengamati perubahan bentuk dan posisi objek geometri secara langsung menggunakan *GeoGebra* sehingga pemahaman konsep menjadi lebih baik. Penerapan model pembelajaran yang inovatif diharapkan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi siswa kelas IX SMPN 1 Sodonghilir.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengkajian efektivitas model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* terhadap kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri di tingkat SMP. Penelitian sebelumnya lebih banyak

meneliti kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir visual pada jenjang SMA maupun perguruan tinggi. Penelitian ini memusatkan perhatian pada kemampuan bernalar kritis siswa SMP yang masih jarang dikaji secara spesifik. Materi transformasi geometri dipilih karena memiliki karakteristik abstrak yang memerlukan bantuan visualisasi dalam proses pembelajaran. Penggunaan *GeoGebra* dipadukan dengan tahapan *Problem Based Learning* agar siswa dapat memahami konsep melalui kegiatan eksploratif dan pemecahan masalah nyata. Penelitian ini juga dilakukan pada siswa kelas IX SMPN 1 Sodonghilir yang memiliki kondisi pembelajaran berbeda dengan penelitian sebelumnya. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai efektivitas pembelajaran berbasis teknologi dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa. Temuan penelitian dapat menjadi referensi bagi guru matematika dalam memilih model dan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai efektivitas model

Problem Based Learning berbantuan *GeoGebra* terhadap kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri perlu dilakukan. Penelitian ini diarahkan untuk mengetahui pengaruh penerapan PBL berbantuan *GeoGebra* terhadap kemampuan bernalar kritis siswa kelas IX SMPN 1 Sodonghilir. Rumusan masalah penelitian difokuskan pada efektivitas penggunaan model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis efektivitas penerapan PBL berbantuan *GeoGebra* pada materi transformasi geometri. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat teoritis bagi pengembangan ilmu pendidikan matematika. Hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi guru dalam merancang pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif. Siswa diharapkan memperoleh pengalaman belajar yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta pemahaman konsep matematika secara lebih mendalam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan

kualitas pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pre-eksperimental. Desain penelitian yang digunakan yaitu *one group pretest-posttest design* untuk mengetahui perubahan kemampuan bernalar kritis siswa sebelum dan sesudah perlakuan diberikan. Penelitian kuantitatif digunakan karena data yang diperoleh berbentuk angka dan dianalisis menggunakan statistik untuk menguji efektivitas perlakuan yang diterapkan. (Sugiyono, 2022) menjelaskan bahwa penelitian kuantitatif digunakan untuk menguji hipotesis melalui pengumpulan data terukur dan analisis statistik. Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini berupa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* pada materi transformasi geometri. Penelitian dilaksanakan di SMPN 1 Sodonghilir pada semester genap tahun ajaran 2025/2026.

Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas IX SMPN 1 Sodonghilir yang terdiri atas 9 kelas dengan jumlah keseluruhan 342

siswa. Setiap kelas memiliki jumlah siswa sebanyak 38 peserta didik dengan karakteristik kemampuan yang relatif homogen. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai kebutuhan penelitian. (Arikunto, 2021) menyatakan bahwa *purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel berdasarkan tujuan dan pertimbangan tertentu yang relevan dengan penelitian. Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu kelas IX F dengan jumlah 38 siswa yang terdiri atas 18 siswa laki-laki dan 20 siswa perempuan. Pemilihan kelas IX F dilakukan berdasarkan hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri masih perlu ditingkatkan.

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri atas tes kemampuan bernalar kritis dan lembar observasi aktivitas pembelajaran. Tes kemampuan bernalar kritis disusun dalam bentuk soal uraian yang mengacu pada indikator kemampuan bernalar kritis matematis siswa. Penyusunan instrumen dilakukan berdasarkan kisi-kisi yang

disesuaikan dengan kompetensi dasar materi transformasi geometri. (Sudjana, 2019) menjelaskan bahwa instrumen tes digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik berdasarkan indikator pembelajaran yang telah ditetapkan. Lembar observasi digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* selama proses pembelajaran berlangsung. Instrumen penelitian terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya agar data yang diperoleh memiliki tingkat keakuratan yang baik.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui pemberian *pretest* dan *posttest* kepada siswa. *Pretest* diberikan sebelum penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* untuk mengetahui kemampuan awal siswa. *Posttest* diberikan setelah proses pembelajaran selesai untuk mengetahui peningkatan kemampuan bernalar kritis siswa setelah perlakuan diberikan. Observasi juga dilakukan selama proses pembelajaran untuk mengetahui aktivitas siswa dan keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model *Problem Based*

Learning berbantuan *GeoGebra*. (Riduwan, 2020) menyatakan bahwa teknik pengumpulan data merupakan langkah penting dalam memperoleh informasi yang sesuai dengan tujuan penelitian. Seluruh data yang diperoleh kemudian dikumpulkan dan disusun secara sistematis untuk dianalisis pada tahap berikutnya.

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis statistik deskriptif dan inferensial. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, dan persentase hasil belajar siswa. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal sebelum dilakukan pengujian hipotesis. Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji *paired sample t-test* untuk mengetahui efektivitas model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* terhadap kemampuan bernalar kritis siswa. (Ghozali, 2021) menjelaskan bahwa uji *paired sample t-test* digunakan untuk membandingkan dua data berpasangan sebelum dan sesudah perlakuan diberikan. Hasil analisis data digunakan sebagai dasar dalam menarik kesimpulan mengenai

efektivitas penerapan model Problem Based Learning berbantuan GeoGebra pada materi transformasi geometri.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

1. Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak. Pengujian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel penelitian kurang dari 50 siswa. Data

yang diuji meliputi nilai *pretest* dan *posttest* kemampuan bernalar kritis siswa kelas IX F SMPN 1 Sodonghilir setelah penerapan model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra pada materi transformasi geometri. Pengujian dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak statistik. Kriteria pengujian menggunakan taraf signifikansi 0,05. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Hasil uji normalitas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1 Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	.089	38	.200*	.979	38	.682
Posttest	.087	38	.200*	.969	38	.369

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan tabel tersebut, hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada data *pretest* sebesar 0,682. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga data *pretest* dinyatakan berdistribusi normal. Data *posttest* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,369. Nilai tersebut juga lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga data *posttest* dinyatakan berdistribusi normal. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa seluruh data penelitian memenuhi asumsi normalitas. Distribusi data yang normal menunjukkan bahwa tidak terdapat penyimpangan yang signifikan pada data penelitian. Kondisi tersebut memenuhi syarat penggunaan uji statistik parametrik dalam analisis data penelitian. Data yang telah memenuhi asumsi normalitas dapat dilanjutkan pada tahap pengujian hipotesis

menggunakan uji *paired sample t-test*. Hasil ini menunjukkan bahwa data penelitian layak digunakan untuk mengetahui efektivitas model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri kelas IX SMPN 1 Sodonghilir.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians data penelitian memiliki tingkat homogenitas yang sama atau tidak.

Pengujian ini menggunakan uji *Levene* dengan bantuan perangkat lunak statistik. Data yang diuji merupakan hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan bernalar kritis siswa setelah penerapan model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra pada materi transformasi geometri. Kriteria pengujian menggunakan taraf signifikansi 0,05. Data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Hasil uji homogenitas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2 Hasil Uji Homogenitas
Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar	Based on Mean	.811	1	74	.371
	Based on Median	.647	1	74	.424
	Based on Median and with adjusted df	.647	1	68.310	.424
	Based on trimmed mean	.791	1	74	.377

Berdasarkan tabel tersebut, hasil uji homogenitas menggunakan uji *Levene* menunjukkan bahwa nilai signifikansi berdasarkan *mean* sebesar 0,371. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga varians data penelitian dinyatakan homogen. Hasil tersebut juga didukung oleh nilai signifikansi berdasarkan median, *adjusted df*, dan *trimmed mean* yang seluruhnya menunjukkan nilai lebih besar dari 0,05. Kondisi tersebut menunjukkan

bahwa penyebaran data *pretest* dan *posttest* memiliki varians yang relatif sama. Varians data yang homogen menunjukkan bahwa data penelitian memenuhi salah satu syarat penggunaan uji statistik parametrik. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan varians yang signifikan pada data penelitian. Data yang telah memenuhi asumsi homogenitas dapat dilanjutkan pada tahap pengujian hipotesis menggunakan uji *paired sample t-test*.

Hasil ini menunjukkan bahwa data penelitian layak digunakan untuk mengetahui efektivitas model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri kelas IX SMPN 1 Sodonghilir.

3. Uji Hipotesis (Uji t)

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui efektivitas model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri. Pengujian hipotesis menggunakan uji *paired sample t-test* dengan bantuan perangkat lunak statistik. Uji *paired sample t-test* digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* pada kelompok yang sama setelah diberikan perlakuan. Taraf signifikansi yang digunakan yaitu 0,05. Hipotesis penelitian dirumuskan sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat efektivitas model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri.

H_1 : Terdapat efektivitas model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra terhadap

kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri.

Tabel 3 Hasil Uji Paired Sample t-Test

Paired Samples Test			
Paired Differences	Mean	Pair 1 Pretest - Posttest	
	Std. Deviation	-25.421	
	Std. Error Mean	9.391	
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-28.508
		Upper	-22.334
	t	-16.686	
	df	37	
	Sig. (2-tailed)	.000	

Berdasarkan tabel tersebut, hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$) sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat efektivitas yang signifikan dari penerapan model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri. Nilai *mean* sebesar -25,421 menunjukkan adanya peningkatan hasil kemampuan bernalar kritis siswa antara *pretest* dan *posttest* setelah diberikan perlakuan. Nilai *t* hitung sebesar -16,686 menunjukkan bahwa perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* tergolong signifikan. Penerapan

model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* membantu siswa lebih aktif dalam memahami konsep transformasi geometri melalui kegiatan pemecahan masalah dan eksplorasi visual. Penggunaan *GeoGebra* memberikan kemudahan bagi siswa dalam mengamati perubahan bentuk dan posisi objek geometri secara lebih konkret. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *GeoGebra* efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa kelas IX SMPN 1 Sodonghilir pada materi transformasi geometri.

4. Analisis Deskriptif Hasil Posttest

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk mengetahui gambaran umum hasil *posttest* kemampuan bernalar kritis siswa setelah penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *GeoGebra* pada materi transformasi geometri. Data deskriptif meliputi jumlah sampel, nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata, dan standar deviasi. Pengolahan data dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak statistik. Hasil analisis deskriptif *posttest* disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4 Statistik Deskriptif Posttest

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Posttest	38	70	91	82.03	5.509
Valid N (listwise)	38				

Berdasarkan tabel tersebut, hasil *posttest* menunjukkan jumlah sampel sebanyak 38 siswa. Nilai minimum yang diperoleh siswa sebesar 70, sedangkan nilai maksimum sebesar 91. Nilai rata-rata *posttest* kemampuan bernalar kritis siswa sebesar 82,03 dengan standar deviasi sebesar 5,509. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa kemampuan bernalar kritis siswa setelah

penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *GeoGebra* berada pada kategori baik. Standar deviasi yang relatif kecil menunjukkan bahwa penyebaran data siswa tidak terlalu jauh dari nilai rata-rata. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa memperoleh hasil belajar yang cukup merata setelah proses pembelajaran berlangsung. Peningkatan hasil

posttest menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* memberikan dampak positif terhadap kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri kelas IX SMPN 1 Sodonghilir.

Tabel 5 Kriteria Efektivitas Pembelajaran

Interval Nilai	Kategori
86–100	Sangat Efektif
76–85	Efektif
60–75	Cukup Efektif
55–59	Kurang Efektif
≤ 54	Tidak Efektif

Sumber dalam buku (Arikunto, 2021).

Berdasarkan tabel kriteria efektivitas tersebut, nilai rata-rata *posttest* sebesar 82,03 berada pada interval 76–85. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *GeoGebra* termasuk dalam kategori efektif untuk meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* efektif dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri kelas IX SMPN 1 Sodonghilir. Temuan

penelitian memperlihatkan adanya peningkatan kemampuan siswa setelah mengikuti proses pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra*. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang melibatkan aktivitas pemecahan masalah mampu membantu siswa memahami konsep transformasi geometri secara lebih mendalam. Siswa menjadi lebih aktif dalam mengidentifikasi masalah, menyusun strategi penyelesaian, dan mengevaluasi hasil jawaban selama proses pembelajaran berlangsung. Aktivitas tersebut memberikan pengalaman belajar yang mendorong siswa untuk berpikir secara logis, sistematis, dan kritis dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Proses pembelajaran berbasis masalah membuat siswa lebih terlibat dalam menemukan konsep melalui kegiatan eksplorasi dan diskusi kelompok. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* mampu menciptakan pembelajaran matematika yang lebih aktif dan bermakna.

Penerapan *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* membantu siswa memahami konsep transformasi geometri melalui visualisasi yang lebih konkret dan interaktif. *GeoGebra* memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengamati perubahan posisi dan bentuk objek geometri secara langsung selama proses pembelajaran berlangsung. Kondisi tersebut mempermudah siswa dalam memahami konsep translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi yang sebelumnya dianggap abstrak. Proses eksplorasi menggunakan *GeoGebra* juga membuat siswa lebih mudah menghubungkan konsep matematika dengan penyelesaian masalah yang diberikan guru. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Dahal et al., 2022) yang menyatakan bahwa penggunaan *GeoGebra* pada pembelajaran transformasi geometri mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa secara lebih efektif. Penelitian (Adiguna, Sunardi, & Prastiti, 2025) juga menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *GeoGebra* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi transformasi geometri. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa

integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir siswa.

Model *Problem Based Learning* memberikan pengaruh terhadap kemampuan bernalar kritis siswa karena proses pembelajaran berpusat pada penyelesaian masalah nyata. Siswa tidak hanya menerima materi dari guru, tetapi terlibat secara aktif dalam kegiatan diskusi, investigasi, dan penyusunan solusi terhadap masalah yang diberikan. Aktivitas tersebut membantu siswa mengembangkan kemampuan menganalisis informasi dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta yang diperoleh. Pembelajaran berbasis masalah juga mendorong siswa untuk mengemukakan pendapat serta mempertahankan jawaban yang telah disusun melalui proses berpikir kritis. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian (Saniyah, 2025) yang menunjukkan bahwa *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keaktifan belajar siswa. Penelitian (Setiawi, 2021) juga menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan

GeoGebra memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran matematika. Kesamaan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* memiliki efektivitas yang konsisten dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Peningkatan kemampuan bernalar kritis siswa juga dipengaruhi oleh kegiatan kolaboratif yang diterapkan selama proses pembelajaran berlangsung. Siswa bekerja dalam kelompok untuk mendiskusikan permasalahan transformasi geometri serta mencari alternatif penyelesaian yang tepat. Interaksi antar siswa membantu proses pertukaran ide dan pemahaman konsep secara lebih mendalam. Kegiatan diskusi tersebut membuat siswa lebih percaya diri dalam menyampaikan pendapat dan menjelaskan alasan dari jawaban yang diperoleh. Penelitian (Putra, Fitria, Rahman, & Rosita, 2026) menunjukkan bahwa *GeoGebra-assisted problem-based learning* mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa melalui aktivitas pembelajaran yang

interaktif. Penelitian (Suratno & Waliyanti, 2023) juga menyatakan bahwa integrasi *GeoGebra* dalam pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa secara signifikan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kolaborasi dan penggunaan media teknologi memberikan pengaruh positif terhadap proses pembelajaran matematika.

Hasil penelitian ini juga memperkuat temuan penelitian sebelumnya yang menekankan pentingnya penggunaan model pembelajaran inovatif dalam meningkatkan kemampuan berpikir siswa. Penelitian (Purnamasari & Dhoruri, 2025) menunjukkan bahwa *Problem Based Learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa pada materi transformasi geometri kelas IX. Penelitian (Supianto, Minarni, & Hasratuddin, 2022) juga menjelaskan bahwa perangkat pembelajaran berbantuan *GeoGebra* berbasis *Problem Based Learning* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *Problem Based Learning*

berbantuan *GeoGebra* relevan diterapkan pada jenjang SMP karena sesuai dengan karakteristik materi geometri yang membutuhkan visualisasi. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa siswa lebih mudah memahami konsep ketika pembelajaran dilakukan secara aktif dan berbasis eksplorasi. Proses pembelajaran yang melibatkan teknologi juga membuat siswa lebih tertarik dan termotivasi untuk mengikuti kegiatan pembelajaran matematika. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran inovatif dapat membantu guru menciptakan suasana belajar yang lebih efektif dan menyenangkan.

Kemampuan bernalar kritis siswa yang meningkat setelah penerapan *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* menunjukkan bahwa pembelajaran matematika memerlukan pendekatan yang lebih interaktif dan kontekstual. Siswa membutuhkan kesempatan untuk mengeksplorasi konsep matematika melalui pengalaman belajar yang melibatkan aktivitas berpikir dan pemecahan masalah. *GeoGebra* membantu siswa memvisualisasikan konsep transformasi geometri

sehingga proses berpikir siswa menjadi lebih sistematis. Penelitian (Selvy, Ikhsan, Johar, & S., 2020) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah berbantuan *GeoGebra* dapat meningkatkan kreativitas matematis dan motivasi belajar siswa. Penelitian (Tursynkulova, Madiyarov, Sultanbek, & Duysebayeva, 2023) juga menjelaskan bahwa *Problem Based Learning* memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan kognitif siswa dalam menyelesaikan masalah geometri. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas proses berpikir siswa pada pembelajaran matematika. Penggunaan model pembelajaran yang tepat dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dibutuhkan dalam pembelajaran abad ke-21.

Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* dapat dijadikan alternatif pembelajaran matematika pada materi transformasi geometri di SMP. Guru dapat memanfaatkan *GeoGebra* sebagai media pembelajaran untuk

membantu siswa memahami konsep abstrak secara lebih konkret dan menarik. Penerapan Problem Based Learning juga dapat membantu guru menciptakan pembelajaran yang lebih aktif dan berpusat pada siswa. Hasil penelitian memberikan gambaran bahwa penggunaan teknologi pembelajaran mampu meningkatkan kualitas proses belajar matematika di kelas. Penelitian Studi et al. (2025) menunjukkan bahwa tren penelitian pembelajaran berbasis masalah berbantuan *GeoGebra* terus berkembang karena memberikan dampak positif terhadap kemampuan matematis siswa. Temuan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi guru maupun peneliti lain dalam mengembangkan pembelajaran matematika berbasis teknologi pada materi lainnya. Penelitian ini memperlihatkan bahwa integrasi Problem Based Learning dan *GeoGebra* memiliki potensi besar dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa pada pembelajaran matematika di tingkat SMP.

E. Kesimpulan

Model Problem Based Learning berbantuan *GeoGebra* terbukti efektif

dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri kelas IX SMPN 1 Sodonghilir. Penerapan model pembelajaran tersebut mampu menciptakan proses belajar yang lebih aktif, interaktif, dan berpusat pada siswa melalui kegiatan pemecahan masalah serta eksplorasi konsep menggunakan *GeoGebra*. Siswa menunjukkan peningkatan kemampuan dalam menganalisis permasalahan, menyusun strategi penyelesaian, serta menjelaskan alasan dari jawaban yang diperoleh selama proses pembelajaran berlangsung. Penggunaan *GeoGebra* membantu siswa memahami konsep transformasi geometri yang bersifat abstrak melalui visualisasi yang lebih konkret dan mudah dipahami.

Integrasi Problem Based Learning dan *GeoGebra* mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam kegiatan diskusi, kerja sama kelompok, dan aktivitas berpikir kritis selama pembelajaran matematika berlangsung. Penggunaan model pembelajaran inovatif berbantuan teknologi memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama. Model Problem

Based Learning berbantuan GeoGebra dapat dijadikan alternatif pembelajaran yang efektif untuk membantu guru meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa pada materi transformasi geometri. Temuan penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi guru maupun peneliti lain dalam mengembangkan pembelajaran matematika berbasis teknologi pada materi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiguna, K., Sunardi, S., & Prastiti, T. (2025). Enhancing critical thinking skills through GeoGebra-based learning media in geometry transformation lessons for grade 11 students. *Journal of Didactic Mathematics*.
<https://doi.org/10.34007/jdm.v6i1.2588>
- Amalia, D., Indiati, I., Buchori, A., & Krisnaningsih, G. (2023). Promoting mathematics problem solving ability through implementing GeoGebra-assisted problem based learning. *Union: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*.
<https://doi.org/10.30738/union.v11i2.14756>
- Andriani, P., & Handayani, R. (2026). The effect of problem based learning (PBL) assisted by GeoGebra on mathematical problem solving ability. *Hipotenusa Journal of Research Mathematics Education (HJRME)*.
<https://doi.org/10.36269/hjrme.v9i1.4541>
- Anzani, V., & Juandi, D. (2022). Meta-analysis: The effect of problem-based learning assisted GeoGebra software on students mathematic ability. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1425>
- Arikunto, S. (2021). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Dahal, N., Pant, B., Shrestha, I., & Manandhar, N. (2022). Use of GeoGebra in teaching and learning geometric transformation in school mathematics. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16, 65–78.
<https://doi.org/10.3991/ijim.v16i08.29575>
- Ghozali, I. (2021). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Harahap, K., Sinaga, B., & Siagian, P. (2021). Development of GeoGebra-assisted problem based learning (PBL) learning tools to improve visual thinking skills in mathematical problem solving students of SMA Negeri 1 Samudera. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education Journal*, 239–251.
<https://doi.org/10.33258/birle.v4i1.1581>
- Indrapangastuti, D., Wijayanti, M., & Wahyudi, A. (2024). Enhancing students' geometry learning outcomes and critical thinking skills through the implementation of problem based learning model. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*.
<https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i2.4740>
- Nuralam, H., Jupri, A., & Alifulloh, W.

- (2024). Exploring high school students' mathematical reasoning in geometry using GeoGebra-assisted problem-based learning. *JTP – Jurnal Teknologi Pendidikan*.
<https://doi.org/10.21009/jtp.v26i3.49887>
- Padang, N., & Narew, I. (2025). Efektivitas modul ajar berbasis problem based learning terintegrasi GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*.
<https://doi.org/10.46918/equals.v8i2.2930>
- Purnamasari, A., & Dhoruri, A. (2025). The effectiveness of problem-based learning and project-based learning in enhancing critical and creative thinking in geometry transformation for class IX. *Interdisciplinary Journal and Humanity (INJURITY)*.
<https://doi.org/10.58631/injury.v4i5.1426>
- Putra, B., Fitria, A., Rahman, T., & Rosita, N. (2026). GeoGebra-assisted problem-based learning: Enhancing students' mathematical problem-solving ability. *Journal of Mathematics Instruction, Social Research and Opinion*.
<https://doi.org/10.58421/misro.v5i1.1183>
- Riduwan. (2020). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Saniyah, S. (2025). Problem based learning berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan berpikir kritis dan keaktifan belajar. *Journal of Lesson Study in Teacher Education*.
<https://doi.org/10.51402/jlste.v4i1.149>
- Selvy, Y., Ikhsan, M., Johar, R., & S. (2020). Improving students' mathematical creative thinking and motivation through GeoGebra assisted problem based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012004>
- Setiawi, A. (2021). The effect of the GeoGebra-assisted problem based learning model on problem solving ability and critical thinking ability for class X students of SMA Negeri I Petang. *Jurnal Daya Matematis*, 42–47.
<https://doi.org/10.26858/jdm.v9i1.15201>
- Sudjana, N. (2019). *Penilaian hasil proses belajar mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Supianto, S., Minarni, A., & Hasratuddin, H. (2022). Development of GeoGebra assisted problem-based learning tools to improve critical thinking skills for Junior High School 1 Stabat. *Proceedings of the 7th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2022)*.
<https://doi.org/10.4108/eai.20-9-2022.2324618>
- Suratno, J., & Waliyanti, I. (2023). Integration of GeoGebra in problem-based learning to improve students' problem-solving skills. *International Journal of Research in Mathematics Education*.
<https://doi.org/10.24090/ijrme.v1i1.18514>
- Tursynkulova, E., Madiyarov, N., Sultanbek, T., & Duysebayeva, P.

(2023). The effect of problem-based learning on cognitive skills in solving geometric construction problems: A case study in Kazakhstan. *Frontiers in Education*.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1284305>