

STRATEGI INOVATIF MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA MELALUI *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTUAN *GEOGEBRA*

Fihinna Choiratun Khisan¹, Euis Eti Rohaeti², Harry Dwi Putra³

^{1,2,3} IKIP Siliwangi, Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Indonesia

¹fihinnakhisan54@gmail.com, ²e2rht@ikipsiliwangi.ac.id, ³harrydp@ikipsiliwangi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History

Received Mei 27, 2025

Revised Jun 29, 2025

Accepted Jul 15, 2025

Keywords:

Problem Based Learning;
Mathematical Communication
Skills;
GeoGebra;
Circle

ABSTRACT

This study is motivated by the gap between the importance of mathematical communication skills and the fact that such skills remain low in practice. The objectives of this research are: to determine the improvement of mathematical communication skills of school students who use the Problem-Based Learning (PBL) model assisted by GeoGebra compared to conventional learning. The research employed a mixed-method approach with a convergent parallel design. Subject of thi research is 64 eighth-grade students divided into experimental and control classes. Research instruments included a mathematical communication skills test and a response questionnaire. Quantitative data were analyzed through normality, homogeneity, and t-tests, while qualitative data were analyzed using data reduction, data display, and conclusion drawing techniques. The results show that students who learned through the PBL model assisted by GeoGebra achieved better mathematical communication skills than those in conventional learning. Students' responses toward the learning process were generally positive, although some faced time limitations and difficulties operating GeoGebra. This study provides an effective technology-based learning model alternative.

Corresponding Author:

Fihinna Choiratun Khisan,
IKIP Siliwangi
Cimahi, Indonesia
Fihinnakhisan54@gmail.com

Penelitian ini didasari oleh kesenjangan antara pentingnya kemampuan komunikasi matematis dengan kenyataan bahwa kemampuan tersebut masih rendah. Tujuan penelitian ini adalah: mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model Problem Based Learning (PBL) berbantuan GeoGebra dibandingkan pembelajaran biasa. Metode penelitian yang digunakan adalah *mixed method* dengan desain paralel konvergen. Subjek penelitian ialah 64 siswa kelas VIII yang dibagi ke dalam kelas eksperimen dan kontrol. Instrumen penelitian meliputi tes kemampuan komunikasi matematis dan angket respons. Data kuantitatif dianalisis melalui uji normalitas, homogenitas, dan uji-t, sedangkan data kualitatif dianalisis dengan teknik reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa yang belajar dengan model PBL berbantuan GeoGebra lebih baik dibandingkan pembelajaran biasa. Respons siswa terhadap pembelajaran tergolong positif meskipun masih terkendala waktu dan sebagian siswa kesulitan mengoperasikan GeoGebra. Penelitian ini memberikan alternatif model pembelajaran berbasis teknologi yang efektif.

How to cite:

Khisan, F. C., Rohaeti, E. E., & Putra, H. D. (2025). Strategi inovatif meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa melalui *Problem Based Learning* berbantuan geogebra. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 8(4), 519-532.

PENDAHULUAN

Dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, matematika memegang fungsi esensial yang sangat memengaruhi kehidupan sehari-hari. Akibatnya, matematika sering dianggap sebagai dasar bagi berbagai bidang studi. Pentingnya matematika yang esensial ini ditegaskan oleh kebutuhan setiap orang untuk memiliki keterampilan matematika (Rachmantika & Wardono, 2019). Sebagaimana disebutkan oleh Setiowati et al. (2024), kemampuan matematika esensial mencakup lebih dari sekadar melakukan perhitungan dasar; kemampuan ini melibatkan kapasitas untuk berpikir logis, kritis, dan sistematis ketika menangani masalah. Metode pemecahan masalah ini melampaui tugas sehari-hari dan dapat secara efektif mengatasi tantangan yang lebih rumit yang ditemukan di dunia nyata. Akibatnya, di semua jenjang pendidikan matematika merupakan mata pelajaran penting (Izzah dan Azizah, 2019). Sebagaimana disebutkan oleh Kusumawardani et al. (2018), penting untuk mengajarkan matematika kepada semua siswa, karena hal ini membangun dasar untuk mengembangkan penalaran logis, keterampilan analitis, berpikir terorganisir, berpikir kritis, dan kemampuan kerja sama tim.

Keterampilan matematika merupakan kemampuan esensial yang harus dikembangkan siswa agar dapat berpartisipasi secara efektif dalam lingkungan global dan berbasis informasi saat ini, terutama dalam bidang komunikasi matematika (La'ia, 2021). Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 64 Tahun 2013, tujuan utama pendidikan matematika adalah memungkinkan siswa untuk mengungkapkan gagasan atau konsep menggunakan simbol, bagan, diagram, atau berbagai teknik lain untuk memperjelas situasi atau masalah. Untuk mencapai tujuan pendidikan ini, siswa perlu memiliki keterampilan komunikasi matematika. Keterampilan ini krusial bagi proses pembelajaran matematika. Wahid Umar (Maudi, 2016) menyoroti pentingnya kemampuan komunikasi matematika dalam pendidikan matematika dengan menyatakan: a) Matematika dianggap sebagai bahasa karena berfungsi sebagai sarana pemecahan masalah dan metode untuk mengartikulasikan gagasan secara jelas dan sistematis; b) Matematika dianggap sebagai usaha kolektif, karena proses pembelajaran matematika membutuhkan interaksi antar siswa dan antara siswa dan guru.

Namun, pengamatan praktis menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematika siswa masih belum optimal. Menurut sebuah studi yang dilakukan oleh Aminah et al. (2018), kemampuan komunikasi siswa relatif buruk dalam konteks pembelajaran matematika. Hal ini ditunjukkan oleh berbagai indikator, termasuk penggunaan bahasa atau simbol matematika untuk merepresentasikan skenario dunia nyata, serta integrasi benda, gambar, dan diagram nyata dengan konsep matematika, menjelaskan dan mengajukan pertanyaan tentang apa yang telah mereka pelajari dalam matematika, dan memodelkan skenario menggunakan tulisan, objek fisik, gambar, grafik, atau metode aljabar. Studi Rahmawati et al. (2019) menghasilkan hasil yang serupa, mengungkapkan bahwa siswa kesulitan untuk memahami dan menggunakan ide-ide matematika dan untuk merepresentasikan skenario secara grafis. Bahkan jika jawaban siswa tertentu hampir benar, mereka tidak cukup memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kemampuan komunikasi matematika siswa masih agak kurang.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, berkomunikasi dalam matematika masih di rasa sulit oleh siswa SMP. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan keterampilan komunikasi ini. Maya & Setiawan (2018) menekankan bahwa komunikasi yang efektif merupakan kemampuan penting untuk terlibat dalam pembelajaran matematika bagi siswa. Hal ini menggarisbawahi pengembangan keterampilan komunikasi matematika penting, terutama di kalangan siswa

sekolah menengah pertama. Memilih sumber daya yang sesuai sangat penting untuk peningkatan ini. Salah satu contoh dari materi tersebut ialah topik yang memiliki keterkaitan dengan situasi sehari-hari (Ramadhan & Minarti, 2018). Materi konkret ini dapat membantu siswa memahami konsep dengan lebih jelas dan mengembangkan kemampuan komunikasi mereka. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwasannya keterampilan komunikasi matematika penting sekali untuk memfasilitasi pembelajaran, terutama bagi siswa sekolah menengah pertama.

Menanggapi tantangan ini, strategi pengajaran perlu diterapkan, seperti penerapan model pendidikan yang spesifik. Dengan memanfaatkan model yang sesuai dengan konteks dan lingkungan siswa, terdapat potensi peningkatan kemampuan komunikasi matematika mereka. Salah satu model pendidikan yang patut diperhatikan adalah Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), yang mencakup permasalahan kehidupan nyata yang harus diatasi siswa untuk memahami konsep matematika (Hafidloh et al., 2020). Mirna et al. (2023) mencatat bahwa pendekatan ini meningkatkan kemampuan komunikasi siswa, termasuk keterampilan berbicara dan menulis mereka selama pembelajaran matematika. Penelitian Ningrum (2017) menunjukkan bahwa PBL merupakan alternatif praktis untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematika siswa. Binjai (2019) juga mendukung temuan ini, dengan menunjukkan bahwa penerapan PBL memberikan peningkatan yang signifikan dalam keterampilan tersebut.

Untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, strategi PBL dapat diintegrasikan dengan aplikasi yang bermanfaat. Minarni et al. (2020) menjelaskan bagaimana penggunaan perangkat lunak sebagai bagian dari teknologi informasi dan komunikasi dapat mendorong kolaborasi antar siswa, mendorong komunikasi dan pertukaran ide, memberikan umpan balik yang cepat dan akurat, serta meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa. Salah satu aplikasi yang dapat dimanfaatkan adalah *GeoGebra*, perangkat lunak matematika yang membantu memvisualisasikan berbagai ide matematika (Anggraeni & Suaedi, 2021). *GeoGebra* mudah digunakan dan bermanfaat untuk tujuan pendidikan di berbagai tingkatan (Putri & Mukhtar, 2023). Selain itu, karena *GeoGebra* tersedia gratis, siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang topik-topik seperti geometri, aljabar, dan grafik. Guru juga dapat menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dengan menemukan cara-cara inovatif untuk menghubungkan dan meningkatkan pendekatan pengajaran mereka guna memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep matematika (Mukhtar et al., 2021). Mempertimbangkan hal ini, tampaknya penting untuk mengeksplorasinya lebih lanjut. Maka, peneliti akan melakukan penelitian dengan judul "Strategi Inovatif Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Melalui *Problem Based Learning* Berbantuan *GeoGebra*".

METODE

Metode yang diambil dalam penelitian ini adalah metode campuran, yang mencakup metode penelitian kuantitatif dan kualitatif. Penelitian ini menggunakan desain konvergen paralel, yang merupakan jenis desain metode campuran. Dalam metode ini, peneliti mengumpulkan atau menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif agar dapat memberikan analisis masalah penelitian secara komprehensif (Creswell, 2016). Penelitian ini melibatkan dua kelompok siswa yang diberikan perlakuan berbeda. Kelompok yang diberi model PBL yaitu kelas eksperimen, sementara kelompok kontrol diberi perlakuan dengan pembelajaran biasa. Semua peserta adalah siswa kelas delapan semester kedua dari SMPN 1 Cipatat tahun ajaran 2024/2025, dengan total sembilan kelas. Dari kelas-kelas ini, dua dipilih sebagai sampel untuk penelitian ini menggunakan metode pemilihan yang disebut simple random sampling, yang merupakan

teknik acak langsung. Pengambilan sampel terjadi di dua kelas yang dipimpin oleh guru yang sama, dengan kelas VIII G menjadi kelompok eksperimen dan kelas VIII H menjadi kelompok kontrol, masing-masing memiliki 32 siswa.

Teori perkembangan kognitif Jean Piaget, sebagaimana dikemukakan oleh Maulana (2024), menjadi alasan pemilihan kelas delapan untuk penelitian ini, karena ia menunjukkan bahwa anak-anak dari usia sebelas tahun hingga dewasa memasuki tahap operasional formal. Usia rata-rata siswa kelas delapan berada dalam tahap ini, yang menunjukkan awal pertumbuhan operasional formal mereka. Pada usia ini, menurut teori Piaget, anak-anak dapat berpikir logis tentang situasi imajiner dan dapat memahami berbagai sudut pandang, dengan memanfaatkan logika, penalaran, dan pemikiran ilmiah. Dengan demikian, kelas delapan merupakan topik yang tepat untuk uji coba PBL. Kurikulum untuk siswa kelas delapan SMP juga mencakup Lingkaran, yang menjadi fokus penelitian ini.

Penelitian ini berlangsung selama enam pertemuan. Pada pertemuan pertama, siswa mengikuti *pretest* dalam bentuk esai. Kemudian empat pertemuan berikutnya siswa mendapat perlakuan sesuai dengan model pembelajaran masing-masing. Lalu di akhir pertemuan, siswa diberikan *posttest*. Instrumen penelitian ini mencakup tes kemampuan komunikasi matematis yang terdiri atas enam butir soal yang mewakili enam indikator kemampuan komunikasi matematis. Selain itu, digunakan pula instrumen non-tes berupa angket untuk memperoleh tanggapan atau umpan balik dari siswa. Adapun perangkat pembelajaran yang digunakan meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), serta materi pembelajaran. Data kuantitatif dikumpulkan dari hasil tes kemampuan komunikasi matematis, sedangkan data kualitatif diperoleh melalui analisis terhadap respons siswa. Indikator kemampuan komunikasi matematika yang dikemukakan oleh Soemarmo (Hendriana et al., 2017) tercantum di bawah ini:

Tabel 1. Indikator kemampuan Komunikasi Matematis

No	Indikator
1	Menyatakan benda-benda nyata, situasi dan peristiwa sehari-hari ke dalam bentuk model matematika (gambar, tabel, diagram, grafik, aljabar).
2	Menjelaskan ide dan model matematika (gambar, tabel, diagram, grafik, aljabar) ke dalam bahasa biasa.
3	Mendengar, menulis kemudian berdiskusi tentang matematika.
4	Membaca dengan pemahaman suatu prestasi tertulis.
5	Membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi dan generalisasi
6	Menjelaskan dan membuat pertanyaan tentang matematika yang dipelajari.

Data kuantitatif akan dianalisis dengan SPSS melalui dua pengujian sampel terpisah. Prosedur analisis data meliputi perhitungan skor rata-rata dari *pretest* dan *posttest*, kemudian dilakukan uji normalitas. Setelah data menunjukkan distribusi normal, uji homogenitas dan uji-t dilakukan. Persamaan untuk menentukan N-Gain menurut Hake (dalam Sariningsih & Purwasih, 2017) disajikan di bawah ini:

$$N - Gain = \frac{\text{skor postes} - \text{skor pretes}}{\text{skor maksimal ideal} - \text{skor pretes}}$$

Temuan dari perhitungan N-Gain dipahami dengan cara ini:

Tabel 2. Kriteria Tingkat N-Gain

Rata-rata	Kriteria
$N - Gain > 0,7$	Tinggi
$0,3 < N - Gain \leq 0,7$	Sedang
$0 < N - Gain < 0,3$	Rendah
$N - Gain \leq 0$	Gagal

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

H_0 : $\mu_1 \leq \mu_2$ (Penggunaan *GeoGebra* dalam pembelajaran berbasis masalah peningkatannya tidak lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran biasa).

H_1 : $\mu_1 > \mu_2$ (Penggunaan *GeoGebra* dalam pembelajaran berbasis masalah peningkatannya lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran biasa).

Analisis data kualitatif menggunakan kerangka kerja interaktif yang diuraikan oleh Miles dan Huberman, sebagaimana dipaparkan oleh Sugiyono (2013) yang meliputi empat tahap. Pertama, transkrip data verbal dilakukan terhadap hasil tanggapan responden pada angket respon yang disebarakan melalui *Google Form*. Meskipun data yang diperoleh sudah berbentuk teks tertulis, proses transkripsi tetap diperlukan untuk mengorganisasi jawaban-jawaban tersebut agar lebih mudah dianalisis. Kedua, reduksi data yaitu data diringkas dengan menekankan poin-poin penting, fokus pada elemen-elemen penting, dan menghilangkan informasi yang tidak relevan untuk menghindari data yang berlebihan. Ketiga, penyajian data yaitu peneliti akan menampilkan skor analisis dalam format tabel untuk mempermudah membaca. Keempat, penarikan kesimpulan yaitu dicapai dengan menganalisis secara cermat informasi yang dikumpulkan selama proses penelitian. Peneliti membagikan kuesioner untuk menilai respons siswa, menggunakan skala Likert untuk pengukurannya. Penilaian untuk kuesioner respons siswa, sebagaimana diuraikan oleh Taufik & Doyan (2022), disajikan di bawah ini:

Tabel 3. Penskoran Angket Respons

Keterangan	Skor
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Data ordinal merupakan hasil kuesioner. Dalam data ordinal, urutan penilaian memiliki makna atau kepentingan (Jaya & Ardat, 2013), dan data itu sendiri mengandung unsur urutan. Skala ordinal adalah skala yang mengurutkan sesuatu berdasarkan nilai relatifnya (Geofakta et al., 2023). Skala Likert digunakan sebagai alat ukur untuk data kuesioner. Statistik deskriptif yang digunakan adalah sentralisasi data dengan menggunakan modus karena datanya ordinal. Modus, median, distribusi frekuensi, dan statistik nonparametrik seperti korelasi peringkat-urutan merupakan uji statistik yang tepat untuk skala ordinal, menurut pendapat (Ary, 2014). Selain itu, data ordinal bersifat numerik dan tidak dapat dijumlahkan karena setiap deret memiliki signifikansi. (Rutkowski, 2025) menyatakan bahwa median atau modus, bukan rata-rata, yang harus digunakan sebagai ukuran sentralisasi data untuk data ordinal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data yang diteliti mencakup data *gain* dari hasil *pretest* dan *posttest*. Analisis data dilakukan setelah uji normalitas dan homogenitas, kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik IBM SPSS versi 26. Untuk mengukur seberapa besar kemampuan komunikasi matematis siswa meningkat, baik sebelum maupun sesudah siswa mengikuti pembelajaran, uji *gain* ternormalisasi digunakan untuk membandingkan perbedaan perlakuan yang diterapkan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Rekapitulasi hasil perhitungan *gain* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. *N-Gain Score* Kemampuan Komunikasi Matematis

Nilai Rata-Rata <i>N-Gain Score</i>	Eksperimen	Kontrol
<i>N-Gain Score</i> Kemampuan Komunikasi Matematis	0,55	0,38
Hasil Interpretasi	Sedang	Sedang

Tabel 4 menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mencapai skor sebesar 0,55, sementara kelompok kontrol hanya memperoleh skor sebesar 0,38. Baik kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol menunjukkan peningkatan dengan interpretasi sedang. Meskipun demikian, uji statistik parametrik akan dilakukan untuk mengevaluasi hipotesis dan menentukan peningkatan mana yang lebih besar, dengan tujuan untuk memperkuat hasil analisis.

Tabel 5. Uji *N-Gain* Ternormalisasi

Kelas	Jumlah Siswa	Sig.
Eksperimen	32	0,200
Kontrol	32	0,120

Uji normalitas dilakukan di awal sebelum uji-t untuk memeriksa apakah data berdistribusi normal. Hal ini membantu mempersiapkan analisis lebih lanjut menggunakan uji-t atau uji *Mann-Whitney*. Tingkat signifikansi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, sebesar 0,200 untuk kelompok eksperimen, sedangkan 0,120 untuk kelompok kontrol. Karena nilai-nilai ini berada di atas 0,05, kita dapat mengatakan bahwa data dari kedua kelompok berdistribusi normal. Langkah selanjutnya adalah melakukan uji homogenitas.

Tabel 6. Uji Homogenitas

Levene Statistic	Sig.
1,908	0,172

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai signifikansi untuk kedua kelompok berada pada 0,172, yang melebihi 0,05. Temuan dari penilaian homogenitas mengungkapkan bahwa variasi dalam data perolehan tetap seragam, yang mengarah pada pelaksanaan uji-t sampel independen.

Tabel 7. *Independent Sample T-test* Data *N-Gain*

Levene's Test for Equality of Variances	
Equal variances assumed	Sig. (2-tailed)
	0,004

Berdasarkan hasil uji-t sampel independen yang ditunjukkan pada Tabel 8, sebuah penelitian dilakukan untuk melihat apakah ada perbedaan dalam bagaimana siswa meningkatkan

keterampilan komunikasi matematika mereka setelah menggunakan pendekatan PBL yang didukung *GeoGebra*. Pada Tabel 8, nilai signifikansi nilai sig. (2-tailed) adalah 0,004. Karena ini adalah one tailed, angka tersebut dibagi dua, yang menghasilkan 0,002. Jadi H_0 ditolak dan menerima H_1 karena angka tersebut lebih rendah dari tingkat signifikansi 0,05. Ini menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kelompok yang menggunakan media *GeoGebra* dengan model PBL dan kelompok kontrol. Peningkatan yang lebih besar dalam keterampilan komunikasi matematis ditunjukkan oleh kelas yang menggunakan media *GeoGebra* dengan model PBL dibandingkan dengan kelompok kontrol dengan pembelajaran biasa. Dengan demikian, peningkatan dalam keterampilan komunikasi matematika siswa sekolah menengah pertama yang diajarkan menggunakan media *GeoGebra* dengan model PBL lebih baik daripada yang diperoleh melalui pembelajaran biasa.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil N-Gain

	Kategori N-Gain	Jumlah Siswa
Kelas Eksperimen	$N - Gain > 0,7$ (Tinggi)	7 siswa
	$0,3 < N - Gain \leq 0,7$ (Sedang)	20 siswa
	$0 < N - Gain < 0,3$ (Rendah)	5 siswa
	$N - Gain \leq 0$ (Gagal)	0 siswa

Berdasarkan Tabel 10, kelompok eksperimen terdiri atas 7 siswa dengan kategori N-Gain tinggi, 20 siswa dengan kategori sedang, dan 5 siswa dengan kategori rendah. Analisis statistik menunjukkan bahwa kelas yang menjalani perlakuan eksperimen menunjukkan kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik daripada kelompok kontrol. Untuk memperdalam temuan ini, dilakukan analisis terhadap tanggapan siswa terhadap kuesioner. Poin-poin berikut menguraikan hasil yang diperoleh dari tanggapan siswa terhadap kuesioner:

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Angket Respons Siswa

Indikator	Skala				Modus	Interpretasi
	1	2	3	4		
Keaktifan dan peran siswa	8	40	57	17	3	Setuju
Keterkaitan permasalahan dunia nyata	10	42	55	15	3	Setuju
Interaksi dan kolaborasi	12	46	47	18	3	Setuju
Penggunaan <i>GeoGebra</i>	12	28	61	20	3	Setuju
Pengembangan komunikasi matematis	3	36	63	20	3	Setuju
Sikap terhadap PBL dan <i>GeoGebra</i>	20	29	55	16	3	Setuju

Berdasarkan hasil angket respons tersebut indikator keaktifan dan peran siswa merupakan indikator untuk mengetahui apakah dapat membuat siswa terlibat aktif pada saat pembelajaran menggunakan media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran berbasis masalah. Hasil angket respons diperoleh 8 respons menunjukkan “Sangat Tidak Setuju”, 40 menunjukkan respons “Tidak Setuju”, 57 respons menunjukkan “Setuju”, dan 17 respons menunjukkan “Sangat Setuju”. Berdasarkan hasil angket pada penelitian ini diperoleh nilai modus adalah 3, hal ini menunjukkan bahwa mayoritas menunjukkan respons positif terhadap keaktifan dan peran siswa melalui pembelajaran menggunakan media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran model *Problem Based Learning*.

Indikator keterkaitan permasalahan dunia nyata merupakan indikator untuk mengetahui apakah pembelajaran yang mengaitkan permasalahan dunia nyata dengan konsep matematika dapat membantu siswa untuk memahami pembelajaran. Hasil angket respons diperoleh 10 respons menunjukkan “Sangat Tidak Setuju”, 42 menunjukkan respons “Tidak Setuju”, 55 respons

menunjukkan “Setuju”, dan 15 respons menunjukkan “Sangat Setuju”. Berdasarkan hasil angket pada penelitian ini diperoleh nilai modus adalah 3, hal ini menunjukkan bahwa mayoritas menunjukkan respons positif terhadap pembelajaran yang mengaitkan permasalahan dunia nyata melalui pembelajaran menggunakan media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran model *Problem Based Learning*.

Indikator interaksi dan kolaborasi ini merupakan indikator untuk mengetahui apakah dapat memberikan kesempatan siswa untuk berinteraksi dan berkolaborasi dalam proses pembelajaran berlangsung dengan menggunakan media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran berbasis masalah. Berdasarkan hasil angket diperoleh 12 respon menunjukkan “sangat tidak setuju”, 46 menunjukkan respon “tidak setuju”, 47 respon menunjukkan “setuju”, dan 18 respon menunjukkan “sangat setuju”. Berdasarkan hasil angket pada penelitian ini diperoleh nilai modus adalah 3, hal ini menunjukkan bahwa mayoritas menunjukkan respon positif terhadap pembelajaran menggunakan media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran model *Problem Based Learning* sehingga terciptanya interaksi dan kolaborasi siswa.

Indikator penggunaan *GeoGebra* ini merupakan indikator untuk mengetahui pembelajaran yang dibantu *GeoGebra* apakah dapat membantu siswa dalam mengikuti pembelajaran. Berdasarkan hasil angket diperoleh 12 respon menunjukkan “sangat tidak setuju”, 28 menunjukkan respon “tidak setuju”, 61 respon menunjukkan “setuju”, dan 20 respon menunjukkan “sangat setuju”. Berdasarkan hasil angket pada penelitian ini diperoleh nilai modus adalah 3, hal ini menunjukkan bahwa mayoritas menunjukkan respon positif artinya siswa merasa terbantu terhadap penggunaan *GeoGebra* pada proses pembelajaran.

Indikator pengembangan komunikasi matematis merupakan indikator untuk mengetahui apakah dapat menumbuhkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada pembelajaran yang menggunakan media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran berbasis masalah. Berdasarkan hasil angket diperoleh 3 respon menunjukkan “sangat tidak setuju”, 36 menunjukkan respon “tidak setuju”, 63 respon menunjukkan “setuju”, dan 20 respon menunjukkan “sangat setuju”. Berdasarkan hasil angket pada penelitian ini diperoleh nilai modus adalah 3, hal ini menunjukkan bahwa mayoritas menunjukkan respon positif yang artinya kemampuan komunikasi matematis siswa dapat tumbuh dengan media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran berbasis masalah.

Indikator sikap siswa terhadap media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran berbasis masalah merupakan indikator untuk mengetahui apakah media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran berbasis masalah ini diminati oleh siswa atau tidak. Berdasarkan hasil angket diperoleh 20 respon menunjukkan “sangat tidak setuju”, 29 menunjukkan respon “tidak setuju”, 55 respon menunjukkan “setuju”, dan 16 respon menunjukkan “sangat setuju”. Berdasarkan hasil angket pada penelitian ini diperoleh nilai modus adalah 3, hal ini menunjukkan bahwa mayoritas menunjukkan respon positif terhadap media *GeoGebra* yang dipakai pada pembelajaran model *Problem Based Learning* ini artinya diminati oleh siswa.

Pembahasan

Berdasarkan temuan penelitian, peneliti menganalisis data peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan membandingkan skor pretes dan postes. Analisis tersebut mengungkapkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan komunikasi matematika siswa ketika mereka diajar menggunakan PBL berbantuan *GeoGebra* dibandingkan dengan pembelajaran biasa. Peningkatan kemampuan komunikasi matematis dinilai melalui indikator yang digunakan dalam penelitian. Peningkatan yang diamati pada hasil kelompok eksperimen

terbukti dipengaruhi oleh proses pembelajaran dan respons siswa terhadap tantangan komunikasi matematis.

Berdasarkan pada indikator pertama, yaitu menyatakan benda-benda nyata, situasi, dan peristiwa sehari-hari ke dalam model matematika, hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan kemampuan siswa dalam memodelkan permasalahan kontekstual berdasarkan tingkat peningkatan yang dicapai. Siswa dengan peningkatan tinggi mampu mengidentifikasi informasi penting dari situasi nyata dan mengubahnya menjadi model matematika secara tepat serta logis. Hal tersebut diperkuat oleh respons positif siswa pada indikator keterkaitan permasalahan dunia nyata yang menunjukkan bahwa pembelajaran PBL berbantuan *GeoGebra* dianggap relevan dan membantu siswa memahami konsep secara bermakna. Siswa dengan peningkatan sedang juga menunjukkan respons positif yang sama, tetapi masih membutuhkan bimbingan guru dalam menentukan representasi yang sesuai.

Siswa dapat memahami konteks permasalahan, namun terkadang belum tepat dalam mengubahnya ke bentuk simbolik. Sementara itu, siswa dengan peningkatan rendah meskipun menyatakan setuju terhadap relevansi pembelajaran, masih kesulitan dalam menafsirkan informasi dari permasalahan kontekstual dan mengaitkannya dengan model matematika. Seperti halnya yang di paparkan oleh Riduan et al. (2024) yang menyatakan bahwa penggunaan konteks dunia nyata membantu siswa memahami masalah, mengidentifikasi aspek matematis, dan memodelkan. Dengan demikian, dalam memodelkan permasalahan sehari-hari ke dalam bentuk matematika semakin positif respons siswa terhadap keterkaitan pembelajaran dengan situasi dunia nyata, semakin tinggi pula kemampuan siswa.

Terkait indikator kedua, yaitu menjelaskan ide dan model matematika ke dalam bahasa biasa, menunjukkan kemampuan siswa berbeda dalam menyampaikan ide berdasarkan tingkat peningkatannya. Siswa dengan peningkatan tinggi mampu menjelaskan dengan jelas dan menggunakan bahasa sendiri terhadap hasil pemodelan matematika. Seperti pada indikator pengembangan kemampuan komunikasi matematis, yaitu siswa merespons positif terhadap pembelajaran sehingga siswa mendapat kesempatan untuk mengemukakan ide secara bebas. Siswa dengan peningkatan sedang juga menunjukkan respons yang baik, namun penjelasan mereka masih terbatas dan kadang kurang tepat dalam menggunakan istilah matematika.

Sementara itu, siswa dengan peningkatan rendah meskipun setuju bahwa pembelajaran membantu, dalam menjelaskan model matematika dengan Bahasa sendiri masih mengalami kesulitan. Sejalan dengan Wahyudin (2018) bahwa dalam aspek menjelaskan ide, menggunakan representasi dan membangun argumen matematika dengan jelas pembelajaran model *Problem Based Learning* siswa dengan sikap yang positif menunjukkan kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik. Dengan demikian, semakin positif respons siswa terhadap pengembangan kemampuan komunikasi matematis, semakin baik pula kemampuan mereka dalam menjelaskan ide matematika secara jelas dan runtut.

Pada indikator ketiga, yaitu mendengar, menulis, dan berdiskusi tentang matematika, hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa lebih aktif berinteraksi dan bekerja sama dengan di dorong oleh pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra*. Siswa dengan peningkatan tinggi memiliki respons sangat positif terhadap aspek interaksi dan kolaborasi. Mereka terlihat antusias, menyampaikan pendapat dengan percaya diri, serta aktif menanggapi ide teman selama diskusi kelompok. Siswa dengan peningkatan sedang juga menunjukkan respons positif yang menyatakan bahwa kerja kelompok membantu memahami materi, meskipun peran mereka dalam diskusi masih terbatas. Adapun siswa dengan peningkatan

rendah, walaupun hasil angket menunjukkan sikap positif tetapi mereka masih pasif, lebih banyak mendengarkan, dan memerlukan dorongan guru untuk berpartisipasi aktif.

Sejalan dengan Marlina et al. (2023) bahwa pada kategori sedang dan tinggi dalam kemampuan komunikasi matematis siswa mampu mengemukakan ide, menulis, serta berdiskusi mengenai konsep matematika dengan cukup baik. Temuan tersebut juga menegaskan bahwa pembelajaran yang interaktif, kolaboratif, dan melibatkan berbagai media dapat mendorong siswa untuk aktif dalam belajar. Dengan demikian, hasil respons siswa yang positif terhadap interaksi dan kolaborasi sejalan dengan peningkatan kemampuan mereka dalam berkomunikasi melalui kegiatan mendengar, menulis, dan berdiskusi tentang matematika.

Pada indikator keempat, yaitu menggunakan keterampilan matematika dalam menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari, hasil penelitiannya yaitu perbedaan kemampuan siswa dalam menerapkan konsep berdasarkan tingkat peningkatannya. Kemampuan yang baik dalam memahami konteks masalah, memilih strategi yang tepat, dan menghubungkan konsep matematika dengan situasi nyata ditunjukkan oleh siswa dengan peningkatan tinggi. Hal ini seperti halnya hasil dari respons siswa pada indikator penggunaan *GeoGebra* dan keaktifan serta peran siswa yang menunjukkan bahwa siswa merasa terbantu oleh media pembelajaran dan lebih termotivasi untuk berpikir mandiri. Siswa dengan peningkatan sedang juga memperlihatkan respons positif pada kedua indikator tersebut, namun masih membutuhkan arahan guru dalam menentukan langkah penyelesaian dan memastikan ketepatan hasil.

Sementara itu, siswa dengan peningkatan rendah, walaupun menyatakan setuju terhadap penggunaan *GeoGebra* dan pembelajaran yang melibatkan keaktifan, tetapi untuk mengaitkan konsep matematika dengan penerapannya dalam kehidupan masih kesulitan. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan temuan Furqoni et al. (2025), bahwa penggunaan media *GeoGebra* dan keaktifan siswa dalam pembelajaran berperan penting dalam meningkatkan keterampilan berpikir dan komunikasi matematis. Dengan keterlibatan aktif dalam *Problem Based Learning*, siswa tidak hanya mampu menerapkan keterampilan matematikanya untuk menyelesaikan masalah kontekstual, tetapi juga mengembangkan kemampuan menjelaskan dan mengargumentasikan hasil temuannya secara matematis. Dengan demikian, semakin positif respons siswa terhadap penggunaan media dan keaktifan dalam pembelajaran, semakin tinggi pula kemampuan mereka dalam menerapkan keterampilan matematika untuk memecahkan masalah kontekstual.

Pada indikator kelima, yaitu membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi, dan generalisasi, menunjukkan kemampuan penalaran dan argumentasi matematis antar siswa terdapat perbedaan sesuai tingkat peningkatannya. Siswa dengan peningkatan tinggi mampu menyusun argumen secara logis dan sistematis berdasarkan hasil eksplorasi, serta menarik kesimpulan dan membuat generalisasi dengan tepat. Kemampuan ini sejalan dengan hasil respons siswa pada indikator keaktifan dan peran siswa yang menunjukkan bahwa mereka merasa terlibat secara aktif dalam proses berpikir dan diskusi, sehingga lebih mampu mengembangkan penalaran matematis secara mendalam. Siswa dengan peningkatan sedang juga menunjukkan respons positif yang sama, namun argumen yang disusun masih sederhana dan kadang belum runtut, sehingga membutuhkan arahan guru untuk memperjelas penalaran mereka.

Adapun siswa dengan peningkatan rendah, walaupun menyatakan setuju terhadap pembelajaran, masih kesulitan mengaitkan hasil eksplorasi dengan kesimpulan umum dan cenderung hanya mengikuti pola berpikir guru. Seperti halnya penelitian Suputra et al. (2021)

yang mengemukakan bahwa keaktifan siswa meningkat ketika diterapkan pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra*. Oleh karena itu, siswa menjadi lebih berani menyampaikan ide, membangun argumen matematis yang logis, serta melakukan generalisasi terhadap konsep yang ditemukan. Dengan demikian, semakin positif respons siswa terhadap keaktifan dalam pembelajaran, semakin tinggi pula kemampuan mereka dalam membangun argumen dan generalisasi matematis melalui *Problem Based Learning* dibantu oleh media *GeoGebra*.

Pada indikator keenam, yaitu menjelaskan dan membuat pertanyaan tentang matematika yang dipelajari, menunjukkan kemampuan siswa untuk bertanya, menjelaskan, dan berpartisipasi dalam pembelajaran berbeda sesuai tingkat peningkatannya. Siswa dengan peningkatan tinggi memiliki kemampuan yang baik dalam mengemukakan pertanyaan, dan menanggapi pendapat teman secara aktif. Sikap ini sejalan dengan hasil respons pada indikator sikap terhadap *Problem Based Learning* dan *GeoGebra* yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah diminati oleh siswa. Siswa dengan peningkatan sedang juga memiliki respons positif yang sama, tetapi terkadang masih ragu untuk berbicara atau menanyakan hal yang belum dipahami. Siswa sudah mulai berani berpartisipasi, namun belum konsisten. Adapun siswa dengan peningkatan rendah, meskipun menyatakan setuju terhadap pembelajaran PBL berbantuan *GeoGebra*, masih cenderung pasif dan jarang mengajukan pertanyaan. Seperti yang dipaparkan oleh Fazryn et al. (2023) yang menyatakan minat belajar siswa meningkat dengan model *Problem Based Learning* berbantuan *GeoGebra* sehingga siswa berani bertanya, menjelaskan, dan aktif berpartisipasi. Oleh karena itu, semakin positif minat siswa terhadap pembelajaran, semakin kuat pula motivasi siswa untuk berani bertanya, menjelaskan, serta aktif berpartisipasi, sehingga berdampak pada peningkatan kemampuan komunikasi matematis.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian, analisis data, dan pembahasan sebelumnya, kesimpulan yang diperoleh yaitu peningkatan kemampuan komunikasi matematika melalui model PBL berbantuan *GeoGebra* lebih efektif daripada pembelajaran biasa. Selain itu, respons siswa terhadap model PBL berbantuan *GeoGebra* umumnya positif. Siswa tampak lebih terlibat dalam pembelajaran, berpartisipasi dalam percakapan, dan bersemangat untuk mengungkapkan ide-ide mereka. Permasalahan yang diangkat selama pembelajaran dipandang relevan dalam kehidupan sehari-hari, yang membantu siswa paham manfaat nyata dari konsep matematika. Pemanfaatan *GeoGebra* menciptakan lingkungan belajar interaktif, memudahkan siswa untuk memvisualisasikan bentuk dengan lebih baik dan memahami bagaimana hubungan antar konsep. Aktivitas-aktivitas ini membantu siswa mengembangkan keterampilan komunikasi matematika mereka, baik dalam menjelaskan ide, menuliskan langkah penyelesaian, maupun menyampaikan pendapat secara runtut. Siswa menunjukkan sikap positif terhadap implementasi model PBL dan *GeoGebra*, siswa mengalami peningkatan motivasi, kepercayaan diri, dan kesenangan dalam belajar matematika melalui pembelajaran interaktif. Penelitian ini menyajikan model pembelajaran berorientasi teknologi, dirancang untuk meningkatkan keterampilan komunikasi matematika sekaligus menekankan pentingnya mengintegrasikan teknologi dalam pendidikan matematika. PBL menggunakan *GeoGebra* digunakan untuk topik-topik matematika lainnya dengan ukuran sampel yang lebih besar guna memastikan bahwa kesimpulan yang ditarik dapat diterapkan secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

Aminah, S., Wijaya, T. T., & Yuspriyati, D. (2018). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa

- kelas VIII pada materi himpunan. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 15–22. <https://www.academia.edu/download/90366134/267963064.pdf>
- Anggraeni, E. R., & Suaedi, S. (2021). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep siswa. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 4(1), 43–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.30605/proximal.v4i1.503>
- Ary, M. (2014). Identifikasi perilaku calon mahasiswa baru dalam memilih program studi analisis faktor. *Jurnal Paradigma*, 1(1), 35–45.
- Binjai, S. B. (2019). Pengaruh model pembelajaran problem based learning terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas viii smp negeri 2 salapian kabupaten langkat tahun pelajaran 2018/2019. *Jurnal Serunai Ilmu Pendidikan,(Online)*, 5(1). <https://doi.org/10.37755/sjip.v5i1.154>
- Creswell, John W. (2016). *Research design: pendekatan metode kualitatif, kuantitatif, dan campuran*. penerbit pustaka pelajar.
- Fazryn, M., Adiansha, A. A., Syarifudin, S., Mariamah, M., & Diana, N. (2023). Implementasi model problem based learning berbasis aplikasi geogebra untuk meningkatkan kemampuan bernalar kritis matematika pada siswa sekolah dasar. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 3(1), 42–51. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v3i1.279>
- Furqoni, M. D. W., S., Profesi Guru, P., & Islam Sumatera Utara, U. (n.d.). Penerapan model problem based learning berbantuan geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi dimensi tiga. <https://doi.org/https://doi.org/10.32696/jip.v6i1.3505>
- Geofakta, R., Ahmad, S., Hurit, R. U., Asman, A., Lestariningsih, Radjawane, L. E., Bagenda, C., Falasifah, N., Amane, A. P. O., Tingga, C. P., Saloom, G., S, Sumarni., Gultom, N. B., Fadhilatunisa, D., Fakhri, M. M., & Rosidah. (2023). Metodologi penelitian kuantitatif, kualitatif dan kombinasi. In *Media Sains Indonesia* (Issue 370). CV. Media Sains Indonesia.
- Hendriana, H., Rohaeti, E. E., & Sumarmo, U. (2017). Hard skills dan soft skills matematik siswa. *Bandung: Refika Aditama*, 7.
- Izzah, K. H., & Azizah, M. (2019). Analisis kemampuan penalaran siswa dalam pemecahan masalah matematika siswa kelas IV. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 2(2), 210–218. <https://doi.org/10.23887/ijerr.v2i2.17629>
- Jaya, I., & Ardat. (2013). Penerapan statistik untuk penelitian pendidikan (I. R. Karo-Karo, Ed.). CitaPustaka Media Perintis.
- Kusumawardani, D. R., Wardono, W., & Kartono, K. (2018). Pentingnya penalaran matematika dalam meningkatkan kemampuan literasi matematika. *Prisma, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 588–595. <https://journal.unnes.ac.id/sju/prisma/article/view/20201>
- La'ia, H. T., & Harefa, D. (2021). Hubungan kemampuan pemecahan masalah matematis dengan kemampuan komunikasi matematik siswa. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 7(2), 463–474. <http://dx.doi.org/10.37905/aksara.7.2.463-474.2021>
- Marlina, L., Yumiati, Y., & Novianti, I. (2023). Pengembangan bahan pembelajaran berbasis problem based learning (pbl) dengan media komik untuk meningkatkan kemampuan komunikasi dan berpikir kritis matematis siswa SMP. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 3093–3108. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2157>
- Maudi, N. (2016). Implementasi model project based learning untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 1(1), 39–43. <https://www.neliti.com/publications/181388/implementasi-model-project-based-learning-untuk-meningkatkan-kemampuan-komunikas>
- Maulana, A. (2024). Teori perkembangan kognitif piaget pada tahap operasional formal. *Al-Ahnaq: Journal of Islamic Education, Learning and Religious Studies*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.61166/ahnaf.v1i1.7>
- Maya, R., & Setiawan, W. (2018). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa smp pada materi statistika. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(6), 1095–1104. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i6.p1095-1104>
- Minarni, A., Napitupulu, E. E., & Kusumah, Y. S. (2020). Perangkat pembelajaran berbasis discovery learning berbantuan microsoft excel untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah statistika dan soft skills siswa SMP. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 11(1), 1–15.

- <https://journal.unnes.ac.id/nju/kreano/article/view/22494>
- Mirna, M., Yulanda, S., Martin, S. N., Jamaris, J., & Solfema, S. (2023). Analisis peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan penerapan model problem based learning. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 645–657. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1922>
- Ningrum, R. K. (2017). Meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa menggunakan problem based learning berbasis flexible mathematical thinking. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 213–222. <https://journal.unnes.ac.id/sju/prisma/article/view/21620>
- Putri, N. I., & Mukhtar, M. (2023). Penerapan model pembelajaran pbl berbantuan software geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 338–346. <https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v2i2.2563>
- Rachmantika, A. R., & Wardono, W. (2019). Peran kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran matematika dengan pemecahan masalah. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2, 439–443. <https://journal.unnes.ac.id/sju/prisma/article/view/29029>
- Rahmawati, N. S., Bernard, M., & Akbar, P. (2019). Analisis kemampuan komunikasi matematik siswa smk pada materi sistem persamaan linier dua variabel (SPLDV). *Journal on Education*, 1(2), 344–352. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article>
- Ramadhan, I., & Minarti, E. D. (2018). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa SMP dalam menyelesaikan soal lingkaran. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 2(2), 151–161. <https://doi.org/10.31331/medives.v2i2.624>
- Riduan, L., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2024). Analisis kemampuan pemodelan matematika siswa pada materi aritmetika sosial. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i4.2367>
- Rutkowski, I. P. (2025). Stevens' measurement scales in marketing research – a continuation of discussion on whether researchers can ignore the likert scale's limitations as an ordinal scale. *Marketing of Scientific and Research Organizations*, 55(1), 39–55. <https://doi.org/10.2478/minib-2025-0003>
- Sariningsih, R., & Purwasih, R. (2017). Pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis dan self efficacy mahasiswa calon guru. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 1(1), 163–177. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article>
- Setiowati, E., Hadi, S., Ulfa, M., Dainuri, A., Sholeh, F., Surur, M., & Munawwir, Z. (2024). Analisis kemampuan literasi matematika dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Kajian Penelitian Pendidikan Dan Kebudayaan*, 2(2), 55–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.59031/jkppk.v2i2.321>
- Suputra, I. K. A. Y., Sujana, I. W., & Darmawati, I. G. A. P. S. I., . (2021). Penerapan model problem based learning berbantuan geogebra meningkatkan hasil belajar matematika. *Journal of Education Action Research*, 5(3), 423–431. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEAR/index>
- Taufik, M., & Doyan, A. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis google sites untuk meningkatkan kemampuan penguasaan konsep dan berpikir kritis peserta didik SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3), 1167–1173. [10.29303/jipp.v7i3.743](https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3.743)
- Wahyudin, J. (2018). Mathematical communication ability and curiosity attitude through problem based learning and cognitive conflict strategy based on academic level: a study in number theory. 4, 726–742. <https://doi.org/10.20319/pijss.2018.42.726742>.

