

EFEKTIVITAS *PROBLEM BASED LEARNING* DAN PEMANFAATAN *GEOGEBRA* INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENYELESAIAN SOAL TRIGONOMETRI PADA SISWA SMAN 22 GOWA

Suradi¹, Nur Hilma Amalia², Sutamrin^{3*}

Program Studi Pendidikan Matematika^{1,2,3}, Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam^{1,2,3}, Universitas Negeri Makassar^{1,2,3}

suraditahmir@unm.ac.id¹, nurhilmaamalia@gmail.com², tamrin.mm@unm.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan awal siswa dalam menyelesaikan soal perbandingan trigonometri serta kecenderungan pembelajaran konvensional yang kurang memberikan visualisasi konkret. Penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan kemampuan penyelesaian soal trigonometri siswa sebelum dan setelah diterapkannya model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif, serta mengukur tingkat efektivitas penerapannya pada siswa kelas X.5 SMAN 22 Gowa. Metode penelitian yang digunakan adalah pre-eksperimen dengan desain *One Group Pretest-Posttest design*. Sampel penelitian terdiri dari 32 siswa yang dipilih dengan menggunakan teknik *cluster random sampling*. Pengumpulan data dilakukan melalui tes tertulis (*pretest* dan *posttest*), lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, lembar observasi aktivitas siswa, dan angket respon siswa. Data dianalisis secara deskriptif dan inferensial dengan menggunakan uji *paired sample t-test*, *one sample t-test*, dan uji Wilcoxon (untuk data yang tidak berdistribusi normal). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kemampuan penyelesaian soal trigonometri siswa sebelum dan setelah diterapkannya model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif; (2) Penerapan model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif secara keseluruhan belum mencapai tingkat efektivitas yang sepenuhnya ideal, karena rata-rata nilai *posttest* siswa belum mampu melampaui batas KKM yang telah ditetapkan. Meski demikian, penerapan model dan media pada penelitian ini telah memenuhi kriteria efektivitas minimal pada indikator lainnya.

Kata kunci: *Problem Based Learning*, *GeoGebra* Interaktif, Trigonometri.

A. Pendahuluan

Matematika merupakan mata pelajaran fundamental yang berfungsi membekali siswa dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, inovatif, dan kreatif. Salah satu materi esensial dalam kurikulum matematika SMA adalah trigonometri. Trigonometri secara operasional didefinisikan sebagai disiplin

ilmu matematika yang mengkaji hubungan fungsional dan rasio konstan antara ukuran sudut dengan panjang sisi-sisi linear, baik pada geometri segitiga siku-siku maupun sistem koordinat analitik (Priyanto & Yani T, 2022). Trigonometri menjembatani penalaran spasial relasi sudut dan panjang sisi segitiga dengan pendekatan aljabar. Penguasaan konsep trigonometri sangat krusial karena penerapannya yang luas dalam berbagai bidang.

Dalam konteks pembelajaran matematika, aktivitas penyelesaian soal merupakan sarana utama untuk mengukur sejauh mana siswa mampu mengaplikasikan teori, teorema, atau algoritma yang telah dipelajari guna menyelesaikan permasalahan matematis secara terstruktur. Budiarti & Lestariningsih (2018) menyatakan bahwa kemampuan penyelesaian soal mencakup beberapa indikator, antara lain: (1) siswa mampu menentukan keterkaitan antara informasi yang ada pada soal; (2) siswa mampu menentukan informasi lain yang tidak diketahui pada soal seperti rumus atau informasi lainnya; (3) siswa mampu menggunakan semua informasi penting pada soal; (4) siswa mampu merencanakan penyelesaian soal; (5) siswa mampu menggunakan langkah-langkah secara teratur; serta (6) siswa terampil dalam ketepatan menjawab soal.

Namun, kenyataan empiris di lapangan menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan besar dalam memahami dan menguasai materi trigonometri. Hambatan siswa bersumber dari kompleksitas materi yang bersifat abstrak, lemahnya penguasaan operasi hitung dasar aljabar dan pecahan, serta kurangnya kelancaran prosedural dalam manipulasi bentuk-bentuk trigonometri. Kondisi ini diperparah oleh praktik pembelajaran matematika di sekolah yang masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru. Pembelajaran konvensional umumnya berfokus pada penjelasan prosedural-simbolik dan hafalan rumus tanpa disertai visualisasi yang konkret, sehingga menyebabkan pembelajaran terasa monoton, memicu kejenuhan, serta menurunkan partisipasi aktif siswa di dalam kelas (Hamid & Liani, 2024).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan strategi pembelajaran inovatif yang mampu memfasilitasi keterlibatan aktif siswa sekaligus menyediakan representasi visual yang dinamis. Salah satu pendekatan yang relevan adalah model *Problem Based Learning*. *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model

pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan menyajikan masalah kontekstual dunia nyata sebagai titik awal pembelajaran guna merangsang kemampuan berpikir kritis, penyelidikan ilmiah, dan kolaborasi kelompok (Muhartini et al., 2023). Model *Problem Based Learning* dilaksanakan melalui lima fase sintaks utama, yakni: (1) orientasi siswa pada masalah; (2) mengorganisasikan siswa untuk belajar; (3) membimbing penyelidikan individu maupun kelompok; (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya; serta (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Melalui kerangka kerja *Problem Based Learning*, siswa tidak hanya ditempatkan sebagai penerima informasi yang pasif, melainkan dilatih menjadi penemu pengetahuan secara mandiri dan berkesinambungan.

Agar implementasi model *Problem Based Learning* dapat berjalan lebih optimal, integrasi media pembelajaran berbasis teknologi berupa perangkat lunak *GeoGebra* interaktif menjadi alat bantu yang sangat strategis. *GeoGebra* merupakan perangkat lunak matematika dinamis yang mengintegrasikan konsep aljabar, geometri, dan kalkulus ke dalam satu lingkaran visual yang interaktif. Pemanfaatan *GeoGebra* memungkinkan siswa untuk melakukan percobaan, mengubah nilai, serta mengamati langsung perubahan yang terjadi, yang pada akhirnya akan meningkatkan pemahaman konseptual dan partisipasi aktif siswa (Wardani & Siregar, 2025). Integrasi *GeoGebra* dalam kerangka PBL selaras dengan prinsip pandangan konstruktivisme, di mana pengetahuan matematis siswa dibangun secara aktif melalui pengalaman eksplorasi, diskusi, dan refleksi langsung terhadap lingkungan belajarnya (Arafah et al., 2023). Berbagai riset terdahulu juga mengonfirmasi bahwa penggunaan *GeoGebra* berbantuan model *Problem Based Learning* terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual, kreativitas matematis, serta kepercayaan diri siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika (Abbas et al., 2025).

Berdasarkan latar belakang teoritis dan permasalahan empiris tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui perbedaan signifikan pada kemampuan penyelesaian soal perbandingan trigonometri siswa sebelum dan setelah diterapkannya model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif; serta (2) menguji tingkat efektivitas penerapan model *Problem Based*

Learning dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif dalam meningkatkan kemampuan penyelesaian soal trigonometri siswa.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan metode pre-eksperimen dengan desain *One Group Pretest-Posttest Design*. Desain ini hanya melibatkan satu kelas penelitian tanpa kelas kontrol. Desain penelitian ditunjukkan pada tabel:

Tabel 1. One Group Pretest-Posttest Design			
Kelas Eksperimen	O ₁	X	O ₂

Sumber: Saifuddin (2020)

Keterangan:

O₁: *pretest* kemampuan penyelesaian soal perbandingan trigonometri

X: pemberian pembelajaran dengan menggunakan PBL berbantuan *GeoGebra* interaktif

O₂: *posttest* kemampuan penyelesaian soal perbandingan trigonometri

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 22 Gowa pada tahun ajaran 2025/2026. Sampel penelitian adalah kelas X.5 yang berjumlah 32 siswa dan dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling*. Instrumen penelitian meliputi perangkat pembelajaran (modul, LKPD, dan *GeoGebra*), tes kemampuan penyelesaian soal (*pretest* dan *posttest*), lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, lembar observasi aktivitas siswa, dan angket respons siswa.

Analisis Deskriptif

1. Keterlaksanaan Pembelajaran

Data berupa persentase yang diperoleh dari lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran di setiap pertemuan yang diisi oleh observer, dengan rumus:

$$\% \text{ Keterlaksanaan Pembelajaran} = \frac{k}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

k : jumlah skor keterlaksanaan pembelajaran

N : jumlah skor maksimal

Tabel 2. Kriteria Penilaian Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Nilai %	Kategori Penilaian
76 – 100	Sangat Baik
51 – 75	Baik
26 – 50	Kurang Baik
0 – 25	Sangat Kurang Baik

Sumber: Mulyono & Hanik (2024)

2. Aktivitas Siswa

Data berupa persentase dari hasil pengamatan aktivitas siswa saat pembelajaran berlangsung, dengan rumus:

$$\% \text{ Aktivitas Siswa} = \frac{a}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

a : jumlah skor aktivitas yang dilakukan siswa

N : jumlah skor maksimal

Tabel 3. Kriteria Penilaian Hasil Observasi Aktivitas Siswa

Persentase	Kategori Penilaian
95 – 100	Sangat Aktif
80 – 95	Aktif
65 – 80	Kurang Aktif
0 – 60	Tidak Aktif

Sumber: Akhmad & Masriyah (2014)

3. Respons Siswa

Data respons diperoleh dari hasil angket yang diberikan kepada siswa setelah pembelajaran berakhir, yang kemudian dianalisis. Sugiyono (2013), menjelaskan terkait perhitungan yang dilakukan dengan menghitung total skor siswa dibagi dengan skor maksimal angket (40), kemudian dikali 100%.

$$RS_i = \frac{\text{Skor Total Siswa ke } i}{\text{Skor Maksimal Angket}} \times 100\%$$

Keterangan:

RS_i : Respons siswa i , di mana $i = 1, 2, 3, \dots, 32$

Tabel 4. Aspek Respons Siswa

Rata-rata Respons Siswa (RS)	Kategori
$RS < 50\%$	Negatif
$50\% \leq RS < 70\%$	Cenderung Negatif
$70\% \leq RS < 85\%$	Cenderung Positif
$RS \geq 85\%$	Positif

Sumber: Nasrullah et al. (2024)

Analisis Keefektifan

Analisis ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana suatu penerapan *GeoGebra* interaktif dalam model *Problem Based Learning* yang diterapkan mampu mencapai target tujuan yang telah ditetapkan. Untuk mengetahuinya, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$g = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor pretest}}$$

Kemudian skor tersebut dikategorikan berdasarkan kriteria Hake (1998), sebagai berikut:

Tinggi : $> 0,7$

Sedang: $0,3 - 0,7$

Rendah: $< 0,3$

Analisis Inferensial

Analisis inferensial diawali dengan uji normalitas *Shapiro–Wilk* untuk mengetahui distribusi data. Selanjutnya, *Paired Samples t-Test* digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan rata-rata dari dua kelompok data yang saling berpasangan (*pretest* dan *posttest*). Pengujian hipotesis minor dilakukan menggunakan *One Sample T-Test* untuk menguji rata-rata nilai posttest terhadap KKM (70) dan rata-rata N-Gain terhadap nilai 0,3, serta uji proporsi (*Z-test*) untuk menguji respons siswa. Seluruh pengujian dilakukan pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Analisis Deskriptif

1. Deskripsi Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran

Keterlaksanaan pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif pada setiap pertemuan berada pada kategori sangat baik, dengan persentase berturut-turut sebesar 88,1%, 88,1%, 89,3%, dan 96,4% serta rata-rata keseluruhan dalam empat pertemuan sebesar 90,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran telah terlaksana sesuai dengan sintaks

model *Problem Based Learning*, sehingga pelaksanaan pembelajaran berlangsung secara efektif.

2. Deskripsi Analisis Aktivitas Siswa

Aktivitas siswa dalam pembelajaran yang diterapkan dengan model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif pada setiap pertemuan berada pada kategori sangat aktif, dengan persentase berturut-turut sebesar 87,5%, 86,3%, 88,8%, dan 96,3% serta rata-rata keseluruhan dalam empat pertemuan sebesar 89,7%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas siswa dalam proses pembelajaran berada pada kategori sangat aktif.

3. Deskripsi Analisis Respons Siswa

Respons siswa terhadap penerapan model pembelajaran diperoleh melalui angket yang diberikan setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata respons siswa sebesar 82,7% dan berada pada kategori cenderung positif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa respons siswa pada pembelajaran telah memenuhi kriteria efektivitas pembelajaran yang berada pada rentang 70%-85% atau berada pada kategori cenderung positif.

4. Deskripsi Analisis Tes

Analisis ini digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai distribusi nilai siswa sebelum dan setelah diterapkannya pembelajaran dengan menggunakan *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif pada materi perbandingan trigonometri. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Statistik Hasil Tes

Statistik	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-Gain</i>
Ukuran Sampel	32	32	32
Minimum	0	15	-0,08
Maksimum	85	100	1
Mean	36,41	69,53	0,5264
Median	35	72,5	0,5
Range	85	85	1,08
Varians	572,959	594,128	0,116
Standar Deviasi	23,937	24,375	0,3405

Berdasarkan tabel 5, diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai rata-rata sebesar 33,12 yang menunjukkan adanya dampak positif dari perlakuan yang diberikan. Selain itu, nilai minimum siswa meningkat dari 0 menjadi 15, serta

adanya siswa yang mencapai skor sempurna (100) pada *posttest*. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan berhasil menstimulasi pemahaman siswa dalam menyelesaikan soal perbandingan trigonometri.

Berdasarkan pada kriteria ketuntasan klasikal, maka pencapaian ketuntasan klasikal siswa dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Kriteria Ketuntasan

Statistik	Frekuensi				Kategori
	<i>Pretest</i>	Persentase	<i>Posttest</i>	Persentase	
70 – 100	3	9,37	18	56,25	Tuntas
0 - 69	29	90,63	14	43,75	Belum Tuntas
Total	32	100	32	100	

Berdasarkan tabel 6, terdapat perbedaan sebaran tingkat ketuntasan individu siswa yang mencolok sebelum dan setelah diberikan pembelajaran dengan menggunakan model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif. Persentase siswa yang mencapai nilai di atas KKM awalnya hanya 9,37% meningkat tajam menjadi 56,25%. Sedangkan persentase siswa yang nilainya berada di bawah KKM (belum tuntas) mengalami penurunan dari 90,63% menjadi 43,75%. Berdasarkan perbandingan tersebut, terlihat adanya pergeseran kemampuan penyelesaian soal perbandingan trigonometri siswa ke arah yang lebih positif.

Analisis Inferensial

1. Uji Normalitas

Hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro Wilk* disajikan pada tabel berikut:

Tabel 7. Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

Kelas	Nilai (Sig.)	Keputusan Uji
<i>Pretest</i>	0,165	Data berdistribusi normal
<i>Posttest</i>	0,055	Data berdistribusi normal
<i>Respons Siswa</i>	0,015	Data tidak berdistribusi normal

Berdasarkan Tabel 7, data *pretest* dan *posttest* memiliki nilai signifikansi lebih dari 0,05 sehingga data tersebut berdistribusi normal dan dapat di analisis dengan menggunakan uji parametrik *One Sample T-Test*. Namun, untuk data respons siswa nilai signifikansinya kurang dari 0,05 sehingga data tersebut dinyatakan tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis harus dilanjutkan

dengan menggunakan statistik non-parametrik yaitu *One-Sample Wilcoxon Signed-Rank Test*.

2. Uji Hipotesis

Hasil uji hipotesis dirangkum pada tabel berikut:

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Uji Hipotesis

Uji Hipotesis	Metode Uji	Nilai Statistik	Sig. (1-tailed)	Keputusan Uji
<i>Pretest-Posttest</i>	<i>Paired Sample T-Tes</i>	$t = -6,996$	0,000	H_0 ditolak
<i>N-Gain</i>	<i>One Sample T-Test</i>	$t = 4,108$	0,000	H_0 ditolak
<i>Ketuntasan Klasikal</i>	<i>One Sample T-Test</i>	$t = -0,109$	0,457	H_0 diterima
<i>Respons Siswa</i>	<i>Wilcoxon Signed-Rank</i>	$Z = 4,798$	0,000	H_0 ditolak

Berdasarkan tabel 8, analisis hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa perlakuan model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif memberikan pengaruh peningkatan yang sangat signifikan terhadap kemampuan penyelesaian soal trigonometri siswa, yang ditunjukkan oleh hasil uji *paired sample t-test* dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($0,000 < 0,05$). Selain itu, efektivitas peningkatan kemampuan penyelesaian soal siswa secara signifikan berada pada kategori sedang yang ditunjukkan melalui uji *one sample t-test* pada *N-Gain*. Hal ini juga diperkuat oleh respons siswa yang secara signifikan berada pada kategori cenderung positif berdasarkan uji *wilcoxon signed-rank test* dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($0,000 < 0,05$). Namun, berdasarkan uji *one sample t-test* pada nilai *posttest* menghasilkan nilai $t = -0,109$ dan signifikansi sebesar 0,457 ($0,457 > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa secara statistik formal, rata-rata nilai *posttest* siswa (69,53) masih sedikit berada di bawah target KKM yang telah ditentukan (70), sehingga secara statistik rata-rata nilai *posttest* tersebut belum bisa dikatakan melampaui KKM.

Pembahasan

Hasil penelitian membuktikan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan penyelesaian soal trigonometri. Sintaks PBL yang terstruktur secara konsisten mampu memindahkan paradigma pembelajaran yang semula berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa

(Widyanto, 2022). Kehadiran *GeoGebra* interaktif juga menjadi sarana visual yang mampu mengkonkritkan hubungan abstrak antara sudut dan rasio sisi segitiga siku-siku (Rohim & Buchori, 2024), sehingga sejalan dengan teori konstruktivisme di mana pemahaman siswa dibangun secara aktif melalui pengalaman eksplorasi mandiri.

Interaksi sosial dalam kelompok kecil saat mendiskusikan LKPD dan mengoperasikan simulasi *GeoGebra* interaktif juga memicu kolaborasi antar siswa yang efektif. Hal ini sesuai dengan pandangan Muhartini et al. (2023) yang menegaskan bahwa pembelajaran matematika yang bermakna berlangsung optimal melalui interaksi sosial, pertukaran ide, dan pengajuan sudut pandang baru. Selain itu, peningkatan kreativitas dan pemahaman konseptual juga memperkuat temuan Abbas et al. (2025) serta Sholeh et al. (2025) yang menyatakan bahwa *GeoGebra* interaktif sangat efektif dalam membantu siswa mengonstruksi solusi matematis.

Meski demikian, ditinjau dari kriteria efektivitas ideal secara menyeluruh, salah satu kriteria mutlak yaitu rata-rata nilai *posttest* yang harus melampaui KKM belum terpenuhi secara statistik. Faktor penyebab utamanya adalah masih adanya 43,75% siswa yang belum tuntas. Ini bisa terjadi karena lemahnya kemampuan dasar siswa dan ketidakhadiran pada beberapa pertemuan. Hal ini sejalan dengan pandangan Budiarti & Lestariningsih (2018) yang menyatakan bahwa kelancaran komputasi prosedural serta konsistensi kehadiran sangat menentukan keberhasilan siswa dalam menyelesaikan soal-soal trigonometri yang kompleks.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan penyelesaian soal trigonometri siswa sebelum dan setelah diterapkannya model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif terhadap kemampuan penyelesaian soal trigonometri siswa.
2. Penerapan model *Problem Based Learning* dan pemanfaatan *GeoGebra* interaktif secara keseluruhan belum mencapai tingkat efektivitas yang sepenuhnya ideal, karena terdapat salah satu indikator mutlak keefektifan yang

belum terpenuhi. Namun, model dan media yang digunakan dalam penelitian ini tetap memberikan kontribusi positif pada indikator lainnya.

Daftar Pustaka

- Abbas, N., Katili, S. N. Q., & Machmud, T. (2025). The Effect of The Geogebra-Assisted Problem-Based Learning Model on Mathematical Creative Thinking Ability. *Technium Social Sciences Journal*, 72, 189–197. <https://techniumscience.com/index.php/socialsciences/article/view/12821/4978>
- Akhmad, G. P. A., & Masriyah, M. (2014). Efektivitas Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Model-Eliciting Activities (MEAs) pada Materi Persamaan dan Pertidaksamaan Linear Satu Variabel di Kelas VII-A SMP Negeri 1 Lamongan. *MATHEdunesa*, 3(2), 99.
- Arafah, A. A., Sukriadi, S., & Samsuddin, A. F. (2023). Implikasi Teori Belajar Konstruktivisme pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(2), 358–366. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.946>
- Budiarti, V., & Lestariningsih, L. (2018). Profil Penyelesaian Soal Trigonometri Ditinjau Dari Kemampuan Matematika. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7, 273–284. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v7i2.508>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics (AAPT)*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hamid, A., & Liani, A. M. (2024). Mastery Conceptual and Procedural Students in Solving Dimension Three Based of Polya's Phase in Terms of The Early Ability Mathematics Students. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 7(2), 80–93. <https://doi.org/10.46918/equals.v7i2.2455>
- Muhartini, M., Mansur, A., & Bakar, A. (2023). Pembelajaran Kontekstual dan Pembelajaran Problem Based Learning. *Lencana: Jurnal Inovasi Ilmu Pendidikan*, 1(1), 66–77. <https://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/Lencana/article/view/881>
- Mulyono, C. A., & Hanik, U. (2024). PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN COOPERATIVE LEARNING TIPE TEAMS GAMES TOURNAMENT (TGT) TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI PECAHAN KELAS II UPTD SDN SOCAH IV KABUPATEN BANGKALAN. *Jurnal Medika Akademik (JMA)*, 2(7), 8. <https://doi.org/10.62281>
- Nasrullah, N., Bernard, B., & Zulfiana, Z. (2024). Studi Eksplorasi Penerapan Permainan Vaccine Making Competition terhadap Kemampuan Spasial Siswa Kelas VIII. *Al asma: Journal of Islamic Education*, 6(1), 120.

- Priyanto, A., & Yani T, A. (2022). Peningkatan Motivasi Belajar Siswa Kelas X IPA Menggunakan Geogebra Pada Materi Trigonometri. *Jurnal sosial dan sains*, 2(4), 538–544. <https://doi.org/10.59188/jurnalsosains.v2i4.387>
- Rohim, N. M., & Buchori, A. (2024). Efektivitas Media Geogebra Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Pada Materi Perbandingan Trigonometri Pada Segitiga Siku-siku. *Eksponen*, 14(2). <https://doi.org/10.47637/eksponen.v14i2.1230>
- Saifuddin, A. (2020). Apakah Desain Eksperimen Satu Kelompok Layak Digunakan? *Literasi: Jurnal Kajian Keislaman Multi-Perspektif*, 1(1), 1–22. <https://doi.org/10.22515/literasi.v1i1.3255>
- Sholeh, R. N., Napitupulu, B., & Wahyudi, I. (2025). Penerapan Model Penemuan Terbimbing Berbantuan Geogebra Pada Materi Perbandingan Trigonometri Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 14–28. <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v9i2.5384>
- Sugiyono, S. (2013). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF DAN R & D* (19 ed., hal. 80–83). ALFABETA, CV.
- Wardani, P., & Siregar, M. A. P. (2025). GeoGebra in Discovery Learning: Alternative Solutions for Understanding Mathematical Concepts. *Journal of Mathematics Instruction, Social Research and Opinion*, 4(3), 781–798. <https://doi.org/10.58421/misro.v4i3.672>
- Widyanto, I. P. (2022). *Monograf Pengelolaan Pembelajaran: Problem Based Learning Kelompok Mata Kuliah Normatif* (Jemi Ilham (ed.); Edisi Pert). Jejak Pustaka.