

Efektivitas Modul Ajar Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi Geogebra untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa

Nely Salu Padang^{1*}, Nirfayanti², Ignasius Narew³

^{1) 3)} Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Jambatan Bulan, Indonesia

²⁾ Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muslim Maros, Indonesia
nelysalupadang25@gmail.com

Article History

Received : 15-09-2025

Revised : 29-11-2025

Accepted : 01-12-2025

Keywords

Teaching Module,
Problem-Based Learning,
GeoGebra,
Critical Thinking Skills,
Mathematics Learning

Available online at:



ejournals.umma.ac.id/index.php/equals



Open access article under the CC-BY-SA license

ABSTRACT

Critical thinking skills are essential for students to face the demands of the digital era and global competition. However, learning in higher education often remains conventional and does not optimally support the development of higher-order thinking. This study aims to examine the effectiveness of a Problem-Based Learning (PBL) teaching module integrated with GeoGebra in improving students' critical thinking skills and to explore their learning perceptions. The research employed a quantitative quasi-experimental method with a nonequivalent control group design. A total of 20 students participated, divided into an experimental group using the PBL–GeoGebra module and a control group using a conventional economic mathematics module. Data were collected through pre-test and post-test critical thinking assessments as well as perception questionnaires. Descriptive and inferential analyses were performed using independent t-tests with SPSS for Windows. The results indicate a significant difference between groups, with the experimental group showing higher improvement in critical thinking skills. Students also conveyed positive perceptions of the module, noting increased motivation, active engagement, and improved conceptual understanding through interactive visualization. These findings demonstrate that the PBL–GeoGebra module is effective in enhancing critical thinking skills and provides a more meaningful and applicable learning experience suitable for use as an innovative alternative in higher education.

How to Cite : Padang, N. S., Nirfayanti & Narew, I. (2025). Efektivitas Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi Geogebra untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(2), 191–199.
<https://doi.org/10.46918/equals.v8i2.2930>

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan esensial yang harus dimiliki oleh mahasiswa, terutama dalam pembelajaran matematika. Namun, metode pembelajaran konvensional cenderung membatasi eksplorasi mandiri dan kemampuan pemecahan masalah, sehingga diperlukan pendekatan inovatif dalam pembelajaran matematika guna mendorong terbentuknya pemikiran kritis mahasiswa (Yanuari & Turmudi, 2023). Sebuah studi menemukan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dikategorikan rendah, dengan hanya 52,80% yang

menunjukkan kemampuan yang memadai dalam lingkungan pembelajaran konvensional (Wardani et al., 2024).

Pendekatan pembelajaran konvensional cenderung berfokus pada pemberian informasi secara langsung dari dosen ke mahasiswa tanpa melibatkan mereka secara aktif dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini dapat membatasi pengembangan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, karena siswa tidak didorong untuk mengeksplorasi dan menganalisis informasi secara mandiri (Harefa & Harefa, 2025). Hal ini mengakibatkan mahasiswa menjadi pasif dan kurang terlibat dalam pemecahan masalah yang kompleks. Akibatnya, kemampuan berpikir kritis mereka tidak berkembang secara optimal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai pendekatan inovatif dalam pembelajaran matematika telah dikembangkan, salah satunya *Problem-Based Learning* (PBL). Pendekatan ini menekankan pengalaman belajar aktif melalui penyajian masalah dunia nyata yang mendorong mahasiswa untuk menganalisis, menemukan alternatif solusi, dan mengembangkan pemahaman konseptual secara mendalam. Model pembelajaran tersebut telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa (Al Hadiq, 2023; Riyanto et al., 2019).

Di sisi lain, perkembangan teknologi telah menghadirkan berbagai alat bantu yang dapat mendukung proses pembelajaran. Salah satunya adalah GeoGebra, sebuah alat bantu visual dan interaktif membantu mahasiswa memahami konsep-konsep matematis yang kompleks, yang sangat penting dalam konteks PBL (Daroini et al., 2022). Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan metode berbasis GeoGebra dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep siswa tetapi juga mendorong partisipasi aktif mereka dalam proses belajar (Tarida, 2021; Wulandari et al., 2023).

Integrasi PBL dengan GeoGebra telah mendapat perhatian dalam berbagai penelitian. Misalnya, (Meika et al., 2023) menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan dengan menggunakan GeoGebra efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa. Selain itu, penelitian oleh (Shaffitri et al., 2022) mengindikasikan bahwa penggunaan modul ajar berbasis *discovery learning* yang dipadukan dengan alat seperti GeoGebra terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep geometris siswa. Sifat interaktif dari GeoGebra tidak hanya meningkatkan kemampuan berpikir kritis tetapi juga meningkatkan minat dan keterlibatan siswa dalam belajar matematika (Wahyuningsih et al., 2024). Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada peningkatan pemahaman konsep atau keterlibatan belajar, belum secara khusus menguji bagaimana kombinasi modul ajar berbasis PBL yang terintegrasi GeoGebra secara simultan memengaruhi kemampuan berpikir kritis, terutama pada konteks pembelajaran matematika ekonomi di pendidikan tinggi. Hal ini menandakan bahwa integrasi PBL menggunakan GeoGebra tidak hanya meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa tetapi juga membantu dalam memahami hubungan antar konsep matematis secara lebih mendalam. Pendekatan ini mendorong mahasiswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran, mengeksplorasi berbagai solusi, dan mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap materi yang dipelajari.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan mahasiswa (Jamaluddin et al., 2020). Penelitian terdahulu terkait dengan model pembelajaran, bahan ajar e-modul, dan penggunaan Google Classroom dalam meningkatkan hasil belajar siswa telah banyak dilakukan peneliti (Nirfayanti et al., 2021; Padang, 2024; Padang & Mulyati, 2022). Namun, penelitian

tentang efektivitas spesifik dari modul ajar berbasis PBL yang terintegrasi dengan GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa masih terbatas. Penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan menyediakan bukti empiris mengenai dampak langsung dari kombinasi PBL dan GeoGebra terhadap keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada evaluasi persepsi mahasiswa terhadap efektivitas pembelajaran menggunakan pendekatan ini, yang belum banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi efektivitas penggunaan modul ajar berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa, dan (2) mendeskripsikan persepsi mahasiswa terhadap pembelajaran menggunakan modul berbasis PBL dan GeoGebra.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain eksperimen semu (quasi-experimental) jenis *nonequivalent control group design*. Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa STIE Jambatan Bulan yang berjumlah 20 orang dan berasal dari Program Studi Manajemen Keuangan. Seluruh populasi dijadikan sampel melalui teknik sampling jenuh, kemudian dibagi ke dalam dua kelas yang sudah terbentuk sebelumnya, yaitu kelas A sebagai kelompok eksperimen dan kelas B sebagai kelompok kontrol.

Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan modul ajar berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) yang terintegrasi GeoGebra, sedangkan kelompok kontrol menggunakan modul ajar matematika ekonomi konvensional. Sebelum perlakuan, kedua kelompok diberikan pretest untuk mengukur kemampuan awal berpikir kritis.

Instrumen penelitian terdiri atas:

1. Tes kemampuan berpikir kritis, berupa soal uraian yang dikembangkan berdasarkan empat indikator utama: (a) klarifikasi masalah, (b) analisis argumen, (c) inferensi dan penarikan kesimpulan, serta (d) evaluasi solusi. Instrumen divalidasi oleh dua ahli bidang matematika pendidikan dan telah dinyatakan memenuhi syarat validitas isi. Uji reliabilitas menghasilkan koefisien Cronbach's Alpha $> 0,70$, yang menunjukkan reliabilitas tinggi.
2. Angket persepsi mahasiswa, berbentuk skala Likert empat tingkat dengan indikator mencakup: (a) motivasi belajar, (b) aktivitas dan keterlibatan, (c) kemudahan memahami konsep, dan (d) efektivitas penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran. Angket telah melalui uji validitas butir dan reliabilitas dengan hasil yang berada pada kategori reliabel.

Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan posttest untuk melihat peningkatan kemampuan berpikir kritis. Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan inferensial menggunakan uji-t independen melalui aplikasi SPSS for Windows untuk menentukan efektivitas modul ajar dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil analisis data pretest dan posttest kemampuan berpikir kritis mahasiswa, terlihat adanya perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen yang menggunakan modul ajar berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi GeoGebra dan kelompok kontrol yang menggunakan modul ajar matematika ekonomi. Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada

Tabel 1, terlihat bahwa kelompok eksperimen memiliki rata-rata pretest sebesar 59,4, sedangkan kelompok kontrol sebesar 57,3. Perbedaan ini relatif kecil sehingga kondisi awal mahasiswa dapat dikatakan seimbang. Namun, setelah perlakuan pembelajaran diberikan, rata-rata posttest kelompok eksperimen meningkat menjadi 84,2, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata posttest kelompok kontrol yang hanya mencapai 70,9. Sedangkan, *mean difference* peningkatan skor pada kelompok eksperimen sebesar 24,8, jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang hanya sebesar 13,6. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar berbasis PBL terintegrasi GeoGebra lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest

Kelompok	Tes	N	Mean	SE Mean	St. Dev	Minimum	Median	Maximum
Eksperimen	Pretest	20	59.4	0.45	2.00	55	59.5	63
	Posttest	20	84.2	0.46	2.05	80	84.0	88
Kontrol	Pretest	20	57.3	0.40	1.79	54	57.0	60
	Posttest	20	70.9	0.43	1.91	68	71.0	74

Analisis data yang ditampilkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada pretest terdapat perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol dengan nilai signifikansi $p = 0,003 < 0,05$, meskipun selisih rata-ratanya relatif kecil. Setelah perlakuan pembelajaran, hasil posttest memperlihatkan perbedaan yang jauh lebih signifikan dengan nilai signifikansi $p = 0,000 < 0,05$, di mana rata-rata kelompok eksperimen mencapai 84,2 sedangkan kelompok kontrol hanya 70,9. Hal ini menegaskan bahwa penggunaan modul ajar berbasis PBL terintegrasi GeoGebra lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa dibandingkan modul ajar matematika ekonomi konvensional. Peningkatan tersebut tidak hanya tercermin pada aspek penalaran logis, tetapi juga pada keterampilan mahasiswa dalam mengidentifikasi masalah, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, serta menarik kesimpulan secara rasional berbasis bukti.

Tabel 2. Hasil Uji-t Independen Pretest dan Posttest

Variabel	Kelompok	N	Mean	Std. Dev	t	df	Sig. (2-tailed)
Pretest	Eksperimen	20	59,4	2,00	3,20	37	0,003
	Kontrol	20	57,3	1,79			
Posttest	Eksperimen	20	84,2	2,05	21,13	37	0,000
	Kontrol	20	70,9	1,91			

Selanjutnya, hasil angket yang diberikan kepada 20 mahasiswa menunjukkan bahwa sebagian besar responden memberikan penilaian positif terhadap pembelajaran menggunakan modul berbasis PBL terintegrasi GeoGebra. Pada pernyataan bahwa pembelajaran membuat mahasiswa lebih aktif, sebanyak 85% responden memberikan skor tinggi, menunjukkan bahwa pendekatan berbasis masalah mendorong keterlibatan langsung dalam proses pencarian solusi dan pemodelan matematis.

Pada pernyataan terkait kemudahan memahami konsep melalui visualisasi GeoGebra, sebanyak 90% responden memberikan penilaian positif. Hal ini mengindikasikan bahwa visualisasi dinamis membantu mahasiswa memahami konsep abstrak secara lebih mendalam, sehingga tidak hanya bergantung pada hafalan prosedural.

Motivasi belajar juga mengalami peningkatan berdasarkan persepsi mahasiswa. Pada pernyataan bahwa pendekatan PBL dan GeoGebra meningkatkan motivasi, sebanyak 80% responden menyatakan setuju atau sangat setuju. Suasana belajar yang menuntut eksplorasi dan diskusi membuat proses pembelajaran terasa lebih menarik dan menantang dibandingkan pembelajaran konvensional.

Selain itu, pada pernyataan bahwa GeoGebra membantu menghubungkan materi dengan konteks nyata, sebanyak 88% responden memberikan nilai positif. Simulasi dan representasi grafik membuat mahasiswa lebih mudah memahami penerapan konsep matematika dalam konteks ekonomi, sehingga pembelajaran dianggap lebih relevan dan aplikatif.

Secara keseluruhan, tingkat persepsi positif terhadap pembelajaran menggunakan modul berbasis PBL dan GeoGebra berada pada kisaran 85%–90% untuk setiap indikator utama. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya merasakan manfaat dari sisi pemahaman konsep, tetapi juga dari pengalaman belajar yang lebih interaktif, menarik, dan bermakna.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi GeoGebra memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa dibandingkan dengan modul ajar matematika ekonomi konvensional. Temuan ini konsisten dengan penelitian (Munandar et al., 2020) yang menemukan bahwa integrasi GeoGebra dalam pembelajaran berbasis masalah mampu memperkuat kemampuan berpikir kritis matematis mahasiswa. Demikian pula, (Supianto et al., 2022) membuktikan bahwa PBL berbantuan GeoGebra lebih efektif dibandingkan metode konvensional dalam meningkatkan keterampilan analisis dan evaluasi mahasiswa. (Kuchkarova, 2023) juga menegaskan bahwa penggunaan GeoGebra membantu mahasiswa dalam memvisualisasikan konsep abstrak sehingga proses berpikir kritis dapat berkembang lebih optimal.

Peningkatan yang dialami mahasiswa kelompok eksperimen tidak hanya tercermin dari angka rata-rata posttest, tetapi juga dalam kemampuan mengidentifikasi masalah, mengevaluasi alternatif solusi, serta menyusun kesimpulan berbasis bukti. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Marhadi et al., 2023) yang menyatakan bahwa penggunaan PBL dengan dukungan teknologi mendorong mahasiswa untuk lebih aktif membangun pengetahuan melalui eksplorasi masalah nyata. (Yulianti, 2021) menambahkan bahwa PBL berkontribusi signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis karena memberikan ruang bagi mahasiswa untuk menguji berbagai strategi penyelesaian masalah.

Selain itu, penelitian (Septian et al., 2020) menunjukkan bahwa integrasi GeoGebra dalam pembelajaran PBL mampu meningkatkan kualitas penalaran logis mahasiswa melalui visualisasi interaktif. Hasil serupa juga dilaporkan oleh (Maulidiya & Nurlaelah, 2019) yang menemukan bahwa PBL lebih unggul dibandingkan metode tradisional dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis matematis. (Suci & Reflina, 2023) menekankan bahwa dukungan aplikasi GeoGebra mampu memperkuat motivasi dan keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran, sehingga hasil belajar meningkat secara signifikan.

Namun demikian, perlu dicatat bahwa hasil uji *t-independent* pada nilai pretest menunjukkan signifikansi sebesar $p = 0,003$, yang mengindikasikan adanya perbedaan kondisi awal antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hal ini berarti kedua kelompok tidak berada pada kondisi awal yang benar-benar setara, sehingga interpretasi efektivitas perlakuan harus dilakukan secara lebih hati-hati. Perbedaan awal ini menjadi salah satu keterbatasan

penelitian, karena efek perlakuan dapat bercampur dengan disparitas kemampuan awal mahasiswa. Meski demikian, perbedaan *mean difference* dan peningkatan skor posttest tetap menunjukkan pola peningkatan yang konsisten pada kelompok eksperimen, sehingga temuan utama tetap relevan untuk dipertimbangkan.

Lebih jauh, (Dhani et al., 2023) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang terintegrasi dengan teknologi informasi dan komunikasi dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa secara lebih komprehensif. (Suparman et al., 2022) juga menemukan bahwa PBL dengan dukungan GeoGebra tidak hanya efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, tetapi juga berdampak positif pada keterampilan pemecahan masalah dan pengambilan keputusan. Temuan ini dipertegas oleh (Masitoh, 2019) yang menyatakan bahwa penerapan PBL secara konsisten berperan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis karena menempatkan mahasiswa sebagai pusat pembelajaran aktif.

Dengan demikian, berdasarkan data empiris penelitian ini dan diperkuat oleh berbagai penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa modul ajar berbasis PBL terintegrasi GeoGebra berperan penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Penggunaan modul ini tidak hanya meningkatkan skor akademik, tetapi juga melatih mahasiswa untuk berpikir logis, sistematis, dan berbasis bukti. Meskipun terdapat keterbatasan terkait ketidakseimbangan kondisi awal kelompok, pola peningkatan hasil belajar tetap menunjukkan kontribusi positif dari modul tersebut. Oleh karena itu, penerapan PBL yang dipadukan dengan teknologi visualisasi interaktif seperti GeoGebra sangat relevan untuk pembelajaran matematika terapan, khususnya pada konteks pendidikan ekonomi di perguruan tinggi.

Oleh karena itu, inovasi pembelajaran yang menggabungkan pendekatan aktif seperti PBL dengan dukungan teknologi interaktif seperti GeoGebra sangat relevan untuk diterapkan di perguruan tinggi, khususnya dalam pembelajaran matematika terapan pada bidang ekonomi.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan modul ajar berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi GeoGebra mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa, yang tercermin dari peningkatan skor belajar pada kelompok eksperimen setelah perlakuan diberikan. Selain itu, mahasiswa menunjukkan persepsi yang positif terhadap penerapan modul tersebut. Mereka merasa lebih termotivasi, lebih aktif dalam proses pembelajaran, dan lebih mudah memahami konsep-konsep abstrak melalui visualisasi interaktif yang disediakan GeoGebra.

Secara keseluruhan, modul ajar berbasis PBL terintegrasi GeoGebra tidak hanya berkontribusi pada peningkatan capaian akademik, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang relevan dengan tuntutan pembelajaran di perguruan tinggi.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan. Pertama, bagi dosen atau pengajar, penggunaan modul ajar berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi GeoGebra dapat dijadikan alternatif strategi pembelajaran yang inovatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Penggunaan modul ini perlu dioptimalkan dalam proses pembelajaran, terutama pada mata kuliah yang menuntut pemahaman konsep abstrak dan pemecahan masalah.

Kedua, bagi mahasiswa, pembelajaran berbasis PBL dengan dukungan GeoGebra dapat dimanfaatkan sebagai sarana untuk melatih keterampilan berpikir kritis, bekerja sama dalam kelompok, serta mengembangkan kemandirian belajar. Oleh karena itu, mahasiswa diharapkan lebih aktif terlibat dalam kegiatan pembelajaran yang berbasis masalah agar dapat memperoleh manfaat yang maksimal.

Ketiga, bagi peneliti selanjutnya, dapat mengeksplorasi integrasi model pembelajaran lain, misalnya menggabungkan PBL dengan pendekatan flipped classroom atau *project-based learning* yang didukung teknologi interaktif. Pendekatan hibrida semacam ini berpotensi memberikan pemahaman lebih luas mengenai bagaimana kombinasi strategi pembelajaran dan teknologi dapat mengoptimalkan perkembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kemdiktisaintek atas dukungan pendanaan yang diberikan kepada tim peneliti melalui kontrak nomor 122/C3/DT.05.00/PL/2025 tertanggal 28 Mei 2025 melalui skema Penelitian Dosen Pemula. Dukungan ini menjadi faktor penting dalam keberhasilan pelaksanaan penelitian, sehingga hasil yang diperoleh dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan inovasi pembelajaran, khususnya dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui penerapan modul ajar berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi GeoGebra.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hadiq, M. F. (2023). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui implementasi model project citizen. *COLLASE (Creative of Learning Students Elementary Education)*, 6(3), 551–556. <https://doi.org/10.22460/collase.v6i3.17744>
- Daroini, A. F., Wiryokusumo, I., & Leksono, I. P. (2022). Interaksi manusia dengan komputer: Modul matematika dengan aplikasi GeoGebra. *JlPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(2), 429–440. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i2.2696>
- Dhani, A. M. L. P., Nuraeni, N., & Prasetya, E. P. (2023). Developing students' critical thinking with the implementation of problem-based learning activities. *English Didactic*, 3(1), 18–22. <https://doi.org/10.55171/ed.v3i1.829>
- Harefa, R. A., & Harefa, T. C. S. (2025). Hubungan antara metode pengajaran dosen dan perkembangan kompetensi mahasiswa. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik*, 2(1), 45–50. <https://doi.org/10.70134/identik.v2i1.166>
- Jamaluddin, N. H., Sulasteri, S., & Angriani, A. D. (2020). GeoGebra: Software dalam pengembangan bahan ajar transformasi geometri. *Al Asma: Journal of Islamic Education*, 2(1), 121–128. <https://doi.org/10.24252/asma.v2i1.13389>
- Kuchkarova, A. (2023). The importance of GeoGebra in enhancing students' learning of mathematics at schools. *Actual Problems of Humanities and Social Sciences*, 3(S/5), 278–283. <https://doi.org/10.47390/SPI1342V3SI5Y2023N40>
- Marhadi, H., Sapriya, S., Hakam, K. A., & Budimansyah, D. (2023). The role of the problem-based learning approach in optimizing student involvement in the learning process. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 18(3), 544–555. <https://doi.org/10.18844/cjes.v18i3.8760>

- Masitoh, L. F. (2019). The effectiveness of problem-based learning (PBL) approach viewed from the students' mathematical creative thinking ability. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 4(2), 47–52. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v4i2.699>
- Maulidiya, M., & Nurlaelah, E. (2019). The effect of problem-based learning on critical thinking ability in mathematics education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 042063. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042063>
- Meika, I., Solikhah, E. F. F., Yunitasari, I., & Sujana, A. (2023). Efektivitas LKPD berbasis RME terhadap kemampuan pemahaman konsep ditinjau dari ketuntasan belajar. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 7(2), 211–221. <https://doi.org/10.35706/sjme.v7i2.9314>
- Munandar, M., Usman, U., & Saminan, S. (2020). Analysis of the impact of mathematical learning with GeoGebra assistance on critical thinking ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1462(1), 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1462/1/012033>
- Nirfayanti, N., Nurwijaya, S., Djafar, S., Ramdani, R., Padang, N. S., & Ernawati, E. (2021). Development of discrete mathematics learning content using Google Classroom in mathematics education students. In *Proceedings of the 1st International Conference on Mathematics and Mathematics Education (ICMMEd 2020)* (pp. 276–281). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210508.075>
- Padang, N. S. (2024). Respon siswa terhadap bahan ajar e-modul matematika dalam materi bangun ruang sisi datar. *Jurnal Penalaran dan Riset Matematika*, 3(1), 33–38. <https://doi.org/10.62388/prisma.v3i1.424>
- Padang, N. S., & Mulyati, M. (2022). Efektivitas model pembelajaran berpikir induktif mahasiswa melalui bantuan media Google Classroom dalam pembelajaran matematika ekonomi. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(2), 78–86. <https://doi.org/10.46918/equals.v5i2.1521>
- Riyanto, B., Zulkardi, Z., Putri, R. I. I., & Darmawijoyo, D. (2019). Senior high school mathematics learning through mathematics modeling approach. *Journal on Mathematics Education*, 10(3), 425–444. <https://doi.org/10.22342/jme.10.3.8746.425-444>
- Septian, A., Inayah, S., Suwarman, R. F., & Nugraha, R. (2020). GeoGebra-assisted problem-based learning to improve mathematical problem solving ability. In *Proceedings of the SEMANTIK Conference of Mathematics Education (SEMANTIK 2019)* (pp. 67–71). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200827.119>
- Shaffitri, N., Siagian, T. A., Yensy, N. A., Utari, T., & Agustinsa, R. (2022). Efektivitas penggunaan LKPD discovery learning berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan pemahaman konsep bangun ruang sisi datar. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 6(3), 351–361. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.6.3.351-361>
- Suci, S. N., & Refflina, R. (2023). Effect of GeoGebra toward students' independent learning in mathematics. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 93–106. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol8no1.2023pp93-106>
- Suparman, S., Juandi, D., Martadiputra, B. A. P., Badawi, A., Susanti, N., & Yunita, Y. (2022). Cultivating secondary school students' mathematical critical thinking skills using technology-assisted problem-based learning: A meta-analysis. In *Proceedings of the AIP Conference Series*, 070006. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0102422>
- Supianto, S., Minarni, A., & Hasratuddin, H. (2022). Development of GeoGebra-assisted problem-based learning tools to improve critical thinking skills for junior high school. In *Proceedings of the 7th Annual International Seminar on Transformative Education and*

Educational Leadership (AISTEEL 2022). EAI. <https://doi.org/10.4108/eai.20-9-2022.2324618>

- Tarida, L. (2021). Efektivitas penggunaan video pembelajaran berbasis GeoGebra terhadap kemampuan taruna/i dalam memahami aplikasi matematika maritim. *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 5(2), 45–50. <https://doi.org/10.52488/saintara.v5i2.106>
- Wahyuningsih, E., Hidayati, F. H., Muflih, G. Z., & Fersellia, F. (2024). Problem-based learning with Baamboozle edugame: Enhancing critical thinking skills and learning interest. *Journal of Advanced Sciences and Mathematics Education*, 4(2), 113–124. <https://doi.org/10.58524/jasme.v4i2.477>
- Wulandari, W., Misu, L., & Salim, S. (2023). Problem-based learning model with GeoGebra support on students' ability to solve mathematical problems. *Jurnal Amal Pendidikan*, 4(3), 240–250. <https://doi.org/10.36709/japend.v4i3.85>
- Yanuari, N. F., & Turmudi, T. (2023). Critical thinking in mathematics education: A bibliometric analysis. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 6(2), 191–197. <https://doi.org/10.33122/ijtmr.v6i2.241>
- Yulianti, D. (2021). Problem-based learning model improve critical thinking ability. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 3(4), 46–52. <https://doi.org/10.20961/shes.v3i4.53250>