

Implementasi *Problem Based Learning* Berbasis Teknologi Digital terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa

Syamsuriyawati^{1*}, Rahmawati², Khaerani³, Najamuddin⁴

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾ Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muslim Maros, Indonesia
wathy@umma.ac.id

Article History

Received : 29-10-2025

Revised : 26-11-2025

Accepted : 01-12-2025

Keywords

Problem Based Learning,
Digital Technology,
Mathematical Problem-
Solving Skills,
N-Gain

Available online at:



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



Open access article under the CC-BY-SA license

ABSTRACT

This study aims to examine the difference in the improvement of mathematical problem-solving skills between students taught using a digitally integrated Problem Based Learning (PBL) model and those taught through conventional instruction. The research employed a *quasi-experimental* design with a *pretest-posttest control group*. The sample consisted of 32 students in the experimental group and 33 students in the control group, selected through purposive sampling. The research instrument was an open-ended mathematical problem-solving test that had been validated and demonstrated high reliability. Data were analyzed using descriptive statistics and an Independent Sample t-test on N-Gain scores after fulfilling the assumption of homogeneity of variance. The findings revealed that the average N-Gain score of students in the experimental group was higher than that of the control group ($0.606 > 0.412$), and the t-test indicated a significant difference in improvement between the two groups ($t = 3.587, p < .001$). The effect size value of 0.890 indicates a large and practically meaningful impact on students' mathematical problem-solving improvement. Therefore, the digitally integrated PBL model is considered effective in enhancing mathematical problem-solving skills and can serve as an alternative instructional strategy, particularly for mathematics topics requiring visualization and higher-order thinking processes.

How to Cite : Syamsuriyawati, Rahmawati, Khaerani, & Makmur. (2025). Implementasi Problem Based Learning Berbasis Teknologi Digital terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(2), 183–190.
<https://doi.org/10.46918/equals.v8i2.3045>

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika pada abad ke-21 menuntut siswa untuk tidak hanya memahami konsep dan prosedur, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk kemampuan pemecahan masalah matematis. Kemampuan ini penting karena memungkinkan siswa menganalisis informasi, memilih strategi yang tepat, serta menghasilkan solusi logis dalam berbagai konteks. Davita dan Pujiastuti (2020) serta Nanda dan Usman (2022) menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah merupakan proses penggunaan pengetahuan, keterampilan, dan strategi secara sistematis dalam menemukan solusi dari suatu masalah matematika.

Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan tersebut masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil observasi di SMA Hang Tuah Makassar, sebagian siswa mengalami

kesulitan dalam memahami konteks soal, menyusun rencana penyelesaian, serta mengevaluasi ketepatan solusi yang diperoleh. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika masih berpusat pada penyampaian prosedur, bukan pada pembentukan kemampuan berpikir mandiri dan reflektif. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang mampu mengarahkan siswa untuk aktif mengeksplorasi masalah dan membangun pemahaman secara mandiri.

Problem Based Learning (PBL) menjadi salah satu pendekatan yang relevan diterapkan dalam konteks ini. PBL menempatkan masalah autentik sebagai titik awal pembelajaran, sehingga siswa terdorong untuk mengidentifikasi informasi penting, berdiskusi, memilih strategi penyelesaian, dan merefleksikan solusi yang diperoleh. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi termasuk kemampuan pemecahan masalah matematika (Nurmeliyanti et al., 2024; Maulidina et al., 2024). Aliya (2023) juga menegaskan bahwa PBL mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses memahami masalah dan menemukan solusi secara mandiri melalui tahapan terstruktur.

Selain model pembelajaran, integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika menjadi faktor penting dalam mendukung proses berpikir siswa. Aplikasi matematika seperti GeoGebra memungkinkan siswa memvisualisasikan grafik, memanipulasi parameter, serta memperoleh umpan balik secara langsung. Penelitian Soliha dan Amidi (2025) menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam PBL dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis karena siswa dapat menguji dan memvalidasi strategi penyelesaian secara visual.

Meskipun beberapa penelitian telah mengkaji PBL maupun penggunaan teknologi digital secara terpisah, masih terbatas penelitian yang mengintegrasikan keduanya dalam konteks pembelajaran matematika SMA, khususnya pada materi transformasi fungsi yang membutuhkan representasi visual dinamis. Selain itu, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya membandingkan skor akhir siswa dan belum menilai peningkatan kemampuan secara proporsional. Analisis peningkatan menggunakan N-Gain penting dilakukan karena dapat memberikan gambaran perubahan kemampuan siswa secara lebih objektif berdasarkan kondisi awal dan hasil setelah perlakuan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis antara siswa yang belajar menggunakan model *Problem Based Learning* berbasis teknologi digital dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Peningkatan kemampuan dianalisis menggunakan skor N-Gain untuk melihat efektivitas pembelajaran secara lebih terukur berdasarkan perubahan hasil belajar dari pretest ke posttest.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi-experimental* tipe *pretest-posttest control group design*. Desain ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran menggunakan *Problem Based Learning* (PBL) berbasis teknologi digital dan kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran konvensional. Kedua kelompok diberi pretest sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan untuk mengukur perubahan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa secara objektif berdasarkan peningkatan hasil belajar.

Penelitian dilaksanakan di SMA Hang Tuah Makassar pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XII MIPA. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, sehingga diperoleh kelas XII MIPA 1 sebagai kelas eksperimen dengan jumlah 32 siswa dan kelas XII MIPA 2 sebagai kelas kontrol dengan jumlah 33 siswa.

Instrumen penelitian berupa tes kemampuan pemecahan masalah matematis dalam bentuk uraian berjumlah lima soal. Penyusunan instrumen mengacu pada indikator kemampuan pemecahan masalah Polya, meliputi: memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan rencana penyelesaian, dan mengevaluasi solusi. Instrumen divalidasi oleh dua ahli pendidikan matematika untuk menilai relevansi isi, konstruksi, dan kesesuaian indikator. Selanjutnya instrumen diuji coba pada kelompok terbatas dan menghasilkan koefisien reliabilitas Cronbach Alpha sebesar 0,86 yang berada pada kategori tinggi.

Prosedur penelitian terdiri dari tiga tahap, yaitu: (1) tahap persiapan yang meliputi pengembangan instrumen, penentuan kelas sampel, dan pelaksanaan observasi awal; (2) tahap pelaksanaan berupa pemberian pretest, pelaksanaan pembelajaran sesuai perlakuan selama tiga kali pertemuan masing-masing 90 menit, dan pemberian posttest; serta (3) tahap analisis data dan penyusunan laporan.

Analisis data dilakukan melalui dua tahapan. Pertama, analisis statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan kemampuan pemecahan masalah siswa berdasarkan nilai minimum, maksimum, rerata, dan standar deviasi pada pretest dan posttest. Kedua, analisis inferensial digunakan untuk menguji perbedaan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis antar kelompok. Peningkatan kemampuan dihitung menggunakan skor N-Gain per siswa dengan rumus:

$$NGain = \frac{S_{Posttest} - S_{Pretest}}{S_{Max} - S_{Pretest}}$$

Interpretasi nilai N-Gain mengacu pada klasifikasi Hake (1999), yaitu: rendah ($< 0,30$), sedang ($0,30-0,69$), dan tinggi ($\geq 0,70$). Sebelum uji hipotesis dilakukan, data diuji normalitas dan homogenitas sebagai prasyarat analisis. Jika data berdistribusi normal dan memenuhi homogenitas varians, maka digunakan *independent sample t-test* untuk membandingkan skor N-Gain antara kedua kelompok (Nasir, 2016). Jika syarat parametrik tidak terpenuhi, maka digunakan uji non-parametrik Mann-Whitney U Test. Selain itu, *effect size* dihitung untuk melihat kekuatan pengaruh perlakuan terhadap peningkatan kemampuan siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Statistik Deskriptif

Deskripsi data pada tahap awal penelitian diperoleh dari hasil pretest yang diberikan kepada kedua kelompok sebelum perlakuan. Hasil ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal pemecahan masalah matematis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Setelah perlakuan diberikan, kedua kelompok kembali diberikan posttest untuk mengetahui perubahan kemampuan setelah proses pembelajaran berlangsung. Ringkasan hasil statistik deskriptif pretest dan posttest ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest

Statistik	Pretest Eksperimen	Pretest Kontrol	Posttest Eksperimen	Posttest Kontrol
<i>n</i>	32	33	32	33
Mean	68.13	50.30	88.72	71.79
Std. Deviation	11.39	9.819	5.396	8.167
Minimum	40.00	35.00	80.00	50.00
Maximum	83.00	70.00	99.00	85.00

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa nilai rata-rata pretest kelas eksperimen adalah 68,13, sedangkan kelas kontrol sebesar 50,30. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebelum diberikan perlakuan. Setelah pembelajaran berlangsung, nilai rata-rata posttest kelas eksperimen meningkat menjadi 88,72 dan kelas kontrol meningkat menjadi 71,79. Peningkatan nilai rata-rata terjadi pada kedua kelompok, namun peningkatan pada kelas eksperimen tampak lebih besar dibandingkan kelas kontrol. Selain itu, standar deviasi pada posttest kelas eksperimen lebih kecil dibanding kontrol, yang menunjukkan bahwa sebaran nilai siswa pada kelas eksperimen lebih merata setelah perlakuan.

2. Statistik N-Gain

Untuk melihat efektivitas perlakuan secara proporsional terhadap peningkatan kemampuan siswa, nilai pretest dan posttest dianalisis lebih lanjut menggunakan skor N-Gain. Analisis ini digunakan untuk melihat peningkatan kemampuan secara lebih objektif berdasarkan kondisi awal kemampuan siswa. Ringkasan statistik N-Gain dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Statistik Deskriptif N-Gain

Statistik	Eksperimen	Kontrol
<i>n</i>	32	33
Mean	0.606	0.412
Std. Deviation	0.240	0.195
Minimum	0.118	0.000
Maximum	0.973	0.750

Berdasarkan tabel tersebut, rata-rata skor N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,606 dan berada dalam kategori sedang mendekati tinggi, sedangkan kelas kontrol memperoleh skor rata-rata sebesar 0,412 dengan kategori sedang berdasarkan klasifikasi Hake (1999). Rentang nilai minimum hingga maksimum juga menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan siswa pada kelas eksperimen lebih konsisten dibandingkan kelas kontrol.

3. Uji Prasyarat Analisis

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, dilakukan uji prasyarat meliputi uji normalitas dan homogenitas varians. Uji normalitas digunakan untuk memastikan bahwa distribusi data N-Gain pada kedua kelompok bersifat normal, sedangkan uji homogenitas digunakan untuk memastikan kesamaan varians antar kelompok. Hasil lengkap uji prasyarat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Varians

Uji Prasyarat	Kelas	Statistik Uji	Sig. (p)	Keputusan
Shapiro–Wilk (Normalitas)	Eksperimen	0.952	0.160	Normal
Shapiro–Wilk (Normalitas)	Kontrol	0.976	0.659	Normal
Levene’s Test (Homogenitas)	—	F = 0.814	0.371	Homogen

Berdasarkan Tabel 3, nilai signifikansi uji normalitas Shapiro–Wilk untuk kelas eksperimen sebesar 0.160 dan kelas kontrol sebesar 0.659. Keduanya lebih besar dari 0,05 sehingga data pada kedua kelompok dinyatakan berdistribusi normal. Selain itu, hasil uji homogenitas varians menggunakan Levene’s Test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.371 ($> 0,05$), yang berarti varians kedua kelompok adalah homogen. Dengan demikian, data memenuhi asumsi analisis parametrik sehingga pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan *Independent Sample t-test*.

4. Uji Hipotesis

Setelah data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Sample t-test* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis uji *t* ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Uji *Independent Sample t-test*

Variabel	t	df	p	Mean Difference	Cohen’s d
N-Gain	3.587	63	$< .001$	0.194	0.890

Berdasarkan Tabel 4, nilai *t* diperoleh sebesar 3.587 dengan derajat kebebasan (*df*) = 63 dan nilai signifikansi $p < .001$. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis yang signifikan antara siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Perbedaan rerata peningkatan sebesar 0.194 menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mengalami peningkatan kemampuan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol setelah perlakuan diberikan.

Selain itu, analisis *effect size* menggunakan Cohen’s *d* menghasilkan nilai sebesar 0.890, yang berada pada kategori besar. Hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis teknologi digital memberikan pengaruh yang kuat terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis siswa meningkat pada kedua kelompok setelah pembelajaran, namun peningkatan tersebut lebih tinggi pada kelompok eksperimen yang menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis teknologi digital. Hal ini terlihat dari skor N-Gain rata-rata kelompok eksperimen sebesar 0.606, sedangkan kelas kontrol mencapai 0.412, yang keduanya berada pada kategori sedang menurut klasifikasi Hake (1999), namun capaian kelas eksperimen berada pada batas yang lebih dekat menuju kategori tinggi. Selain itu, hasil uji *Independent Sample t-test* memperkuat temuan ini dengan nilai signifikansi $p < .001$, menunjukkan bahwa perbedaan peningkatan kemampuan pemecahan masalah antara kedua kelompok signifikan secara statistik. Nilai *effect size* Cohen’s *d* sebesar 0.890 mengindikasikan bahwa penerapan PBL berbasis teknologi digital memiliki pengaruh yang kuat dan bermakna secara praktis dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

PBL memberikan struktur pembelajaran yang menempatkan masalah autentik sebagai fokus utama pembelajaran, sehingga siswa terdorong untuk mengidentifikasi informasi, merumuskan strategi penyelesaian, dan mengevaluasi solusi yang ditemukan. Hal ini sejalan dengan pandangan Barrows dan Tamblyn (1980) yang menegaskan bahwa PBL bukan sekadar

pendekatan berbasis tugas, tetapi proses kognitif yang mendorong pembelajar untuk mengonstruksi pemahaman melalui penyelidikan dan refleksi. Karakteristik model ini memungkinkan siswa mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*), yang menjadi kompetensi kunci dalam pendidikan abad ke-21 (OECD, 2019).

Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika semakin memperkuat peran PBL sebagai sarana pengembangan kemampuan berpikir. GeoGebra, dalam konteks penelitian ini, berfungsi sebagai alat eksplorasi dan verifikasi yang memungkinkan siswa melihat hubungan antara simbol matematis dan representasi visual secara langsung. Menurut Hohenwarter & Jones (2017), GeoGebra membantu siswa melakukan representasi ulang konsep matematika melalui manipulasi dinamis yang mempercepat pemahaman konseptual dan pengambilan keputusan. Pada kelas eksperimen, beberapa siswa memanfaatkan fitur input dan manipulasi grafik dalam GeoGebra untuk menguji dugaan matematis sebelum menyimpulkan solusi, yang menunjukkan adanya proses refleksi dan evaluasi sesuai tahapan keempat Polya (1957), yaitu mengevaluasi kembali penyelesaian.

Jika dikaitkan dengan teori pemrosesan informasi, penggunaan GeoGebra dapat membantu mengurangi *cognitive load* atau beban kognitif pada memori kerja karena visualisasi langsung memperpendek jarak representasi antara abstraksi simbolik dan konsep yang sedang dipelajari (Sweller, 2011). Hal ini mungkin menjelaskan mengapa kelas eksperimen memiliki deviasi skor yang lebih kecil pada posttest dibandingkan kelas kontrol — proses pembelajaran menjadi lebih terarah, memberikan alternatif representasi, dan membantu siswa mengoreksi kesalahan secara mandiri.

Sebaliknya, pada kelas kontrol proses pembelajaran masih didominasi pendekatan konvensional berbasis ceramah dan pemberian contoh. Meskipun pendekatan ini dapat membantu memahami prosedur matematika, siswa sering kesulitan menerapkan prosedur tersebut ketika berhadapan dengan struktur soal yang berbeda dari contoh yang diberikan. Hal ini konsisten dengan temuan Schoenfeld (1985) yang menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah tidak dapat berkembang optimal hanya melalui latihan rutin, tetapi membutuhkan pengalaman berpikir analitis dan evaluatif dalam konteks masalah yang bermakna.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan berbagai hasil studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa (Maulidina et al., 2024; Nurmeliyanti et al., 2024), serta selaras dengan penelitian Soliha dan Amidi (2025) yang menemukan bahwa integrasi GeoGebra dalam pembelajaran berbasis masalah menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam visualisasi konsep matematika dan kemampuan refleksi strategi. Dengan demikian, penelitian ini memperkuat kesimpulan bahwa kombinasi pendekatan pedagogis berbasis masalah dengan teknologi digital bukan hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga memfasilitasi pembelajaran yang lebih bermakna, adaptif, dan kolaboratif.

Secara pedagogis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan peran siswa menjadi pembelajar aktif serta perubahan fungsi guru sebagai fasilitator merupakan faktor penting dalam keberhasilan pembelajaran. Pemanfaatan teknologi digital dalam proses pemecahan masalah membuka peluang bagi pembelajaran matematika yang lebih intuitif, bermakna, dan sesuai dengan kebutuhan perkembangan kompetensi abad ke-21.

PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan model Problem Based Learning (PBL) berbasis teknologi digital efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata N-Gain kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol serta hasil uji *Independent Sample t-test* yang menunjukkan perbedaan peningkatan yang signifikan. Nilai *effect size* yang berada pada kategori besar menunjukkan bahwa pembelajaran ini tidak hanya berdampak secara statistik, tetapi juga memberikan kontribusi yang bermakna dalam proses belajar siswa. Dengan demikian, PBL berbasis teknologi digital dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran yang membantu siswa berpikir lebih kritis, mandiri, dan reflektif dalam menyelesaikan permasalahan matematika.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar guru mulai menerapkan pembelajaran berbasis masalah yang didukung teknologi digital untuk membantu siswa lebih mudah memahami konsep matematika, khususnya materi yang membutuhkan visualisasi. Sekolah diharapkan menyediakan dukungan perangkat dan pelatihan yang diperlukan agar penerapan pembelajaran berbasis teknologi dapat berjalan optimal. Peneliti selanjutnya dapat memperluas penelitian ini dengan variabel lain seperti motivasi atau kemampuan berpikir kritis, menggunakan durasi pelaksanaan yang lebih panjang, atau mengembangkan pendekatan penelitian campuran agar dampak pembelajaran dapat diamati secara lebih mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Penghargaan khusus diberikan kepada para guru dan siswa yang terlibat dalam kegiatan pengumpulan data, serta rekan peneliti yang telah memberikan masukan berharga selama penyusunan instrumen dan analisis data. Penulis juga berterima kasih kepada pihak sekolah dan komunitas akademik atas dukungan administratif dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, R. M., & Riswari, L. A. (2024). Pengaruh model PBL terhadap kemampuan penyelesaian soal masalah matematis kelas IV SD. *Jurnal Lensa Pendas*, 9(2), 352–359. <https://doi.org/10.33222/jlp.v9i2.4063>
- Aliya, D. (2023). Efektivitas Problem Based Learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada siswa SD. *Open Science Framework*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/zdetm>
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer.
- Davita, P. W. C., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematika ditinjau dari gender. *Kreano: Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 11(1), 110–117. <https://doi.org/10.15294/kreano.v11i1.23601>
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. American Educational Research Association.
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2017). Waypoints to the future: The legacy of GeoGebra. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s40751-016-0014-x>

- Maulidina, A., Adang, E., & Sunaryo, Y. (2024). Model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *Galuh Mathematics National Conference*, 4(1), 68–74.
- Nanda, R. A., & Usman, U. (2022). Mathematical problem-solving ability of junior high school students. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 5(1), 53–60. <https://doi.org/10.33122/ijtmer.v5i1.109>
- Nasir, A.M. (2016). *Statistik Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Nurmeliyanti, A., Nuraeni, R., & Puspitasari, N. (2024). Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa melalui pembelajaran STAD dan PBL. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 385–396. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v4i2.2223>
- OECD. (2019). *OECD future of education and skills 2030: OECD learning compass 2030*. OECD Publishing.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Soliha, I., & Amidi, A. (2025). Implementasi model PBL dengan pendekatan berdiferensiasi berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 5(9), 2672–2683. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.1068>
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37–76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>