



Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia is licensed under
A Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Integrasi *Problem Based Learning*-Desmos: Dampaknya Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemandirian Belajar Siswa

Integration Problem Based Learning-Desmos: Its Impact on Students' Problem-Solving Skills and Learning Independence

Eka Sariyanti^{1*}, Dede Suratman², Nurfadilah Siregar³, Mohamad Rif'at⁴, Hamdani⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Universitas Tanjungpura

*Corresponding author. Jl Prof Hadari Nawawi, 78115, Pontianak, Indonesia

ekasariyanti003@gmail.com^{1*}

dede.suratman@fkip.untan.ac.id²

nurfadilah.siregar@fkip.untan.ac.id³

mohammad.rifat@fkip.untan.ac.id⁴

hamdanimikraj@fkip.untan.ac.id⁵

Received 18 December 2025; Received in revised form 3 May 2026; Accepted 26 June 2026

Kata Kunci :

Desmos; kemandirian belajar;
pemecahan masalah;
persamaan garis lurus;
Problem-based learning

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *problem-based learning* (PBL) berbantuan aplikasi Desmos terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah materi persamaan garis lurus ditinjau dari kemandirian belajar siswa. Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini bersifat kuantitatif dengan jenis *Pre-Experimental* dan desain *One Group Pre-test-Post-test*. Subjek yang dipilih sebagai sampel dalam penelitian ini adalah kelas VIII A yang terdiri dari 32 siswa, dan pemilihan dilakukan dengan menggunakan teknik *intake group random sampling*. Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data berupa tes kemampuan pemecahan masalah dan angket tentang kemandirian belajar. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis dengan menggunakan pendekatan deskriptif dan inferensial. Untuk analisis inferensial, digunakan uji Wilcoxon. Berdasarkan analisis data, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran PBL dengan bantuan aplikasi Desmos mempengaruhi secara signifikan kemampuan pemecahan masalah matematika pada materi persamaan garis lurus di kelas VIII, dengan hasil uji statistik menunjukkan $Z = -4,945$ dan nilai signifikansi $p < 0,001$. Perhitungan *effect size* secara keseluruhan menghasilkan nilai $r = 0,87$ yang termasuk kategori tinggi, menunjukkan bahwa PBL berbantuan Desmos memberikan pengaruh yang kuat dan bermakna secara praktis terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Penerapan PBL-Desmos menciptakan proses pembelajaran yang lebih interaktif, memfasilitasi siswa dalam memahami konsep melalui visualisasi grafik, serta menstimulasi keterlibatan dan refleksi siswa saat memecahkan masalah.

Keywords :

Desmos; independent learning; problem solving; linear equations; Problem-based learning

ABSTRACT

This study was conducted to examine the effect of Problem-Based Learning (PBL) assisted by the Desmos application on students' problem-solving ability in linear equations material, reviewed from the perspective of student learning independence. The approach applied in this study is quantitative with a Pre-Experimental type and One Group Pre-test Post-test design. The subjects selected as the sample were students of class VIII A consisting of 32 students, chosen using the intake group random sampling technique. The instruments used to collect data were a problem-solving ability test and a learning independence questionnaire. The collected data were then analyzed using descriptive and inferential approaches. For inferential analysis, the Wilcoxon test was employed. Based on the data analysis, it can be concluded that the implementation of the PBL learning model assisted by the Desmos application significantly affected students' mathematical problem-solving ability on linear equations material in class VIII, with a significance value of $p = 0.000$ ($p < 0.05$). The overall effect size calculation yielded a value of $r = 0.87$ (high category). The implementation of PBL-Desmos created a more interactive learning process, facilitated students in understanding concepts through graphical visualization, and stimulated student engagement and reflection during problem-solving.

PENDAHULUAN

Kemampuan pemecahan masalah matematis memegang peran penting tidak hanya dalam bidang belajar, tetapi juga dalam menghadapi berbagai kondisi kehidupan sehari-hari (Salma & Sumartini, 2022). Matematika dipandang sebagai sarana berpikir yang terstruktur dan logis, di mana siswa dituntut untuk menganalisis masalah dan menemukan solusi yang tepat (Awaliyah et al., 2026). Menurut Yulianto & Juniawan (2025), penyelesaian masalah matematis termasuk kemampuan tingkat tinggi (HOTS) karena melibatkan pemahaman konsep, analisis situasi, pengembangan strategi, serta evaluasi hasil. Kemampuan ini membantu siswa mendorong pengembangan pola pikir secara kritis, rasional dan inovatif dalam menghadapi permasalahan yang kompleks.

Dalam pendidikan, kemampuan dalam menyelesaikan masalah menjadi salah satu indikator keberhasilan siswa mengaplikasikan pengetahuan matematis (Hasanah et al., 2023). Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka menempatkan kemampuan pemecahan masalah sebagai salah satu fokus utama belajar matematika tidak sekadar menguasai prosedur dan rumus, tetapi mampu menggunakannya secara aplikatif dalam berbagai situasi (Maulida et al., 2019). Kemampuan menyelesaikan masalah yang baik juga mempersiapkan siswa menghadapi tantangan dan mengambil keputusan dalam situasi kompleks (Siregar et al., 2022).

Namun, berdasarkan PISA 2022 kemampuan menyelesaikan masalah siswa Indonesia masih belum optimal. Dengan skor 366, Indonesia menduduki urutan 70 dari 80 negara, jauh di bawah rerata OECD (476). Kondisi ini menegaskan adanya kesenjangan antara tujuan pembelajaran berpikir tingkat tinggi dan kemampuan nyata siswa untuk mengatasi permasalahan matematika (OECD, 2023). Di sisi lain, faktor penyebab yang mempengaruhi terbatasnya kemampuan tersebut yakni metode pembelajaran yang masih tradisional dan berfokus pada hafalan prosedur, bukan pada peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif (Siswono, 2020). Guru memiliki peran strategis dalam menciptakan proses pembelajaran yang mampu menantang cara berpikir siswa, tetapi keterbatasan sarana, variasi metode, serta beban kerja yang tinggi sering kali menjadi hambatan (Anggraini et al., 2022; Dahlan et al., 2025). Dengan demikian, diperlukan pembaruan strategi pembelajaran yang memperkuat kemampuan siswa dalam pemecahan masalah melalui model pengajaran yang interaktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa.

Model pembelajaran yang dinilai dapat menumbuhkan kemampuan memecahkan masalah adalah *problem-based learning* (PBL). PBL berfokus pada pemecahan masalah kontekstual sebagai inti proses belajar, sehingga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, kolaborasi, dan reflektif (Arends, 2012). Berbagai studi mengindikasikan jika PBL efektif menumbuhkan pemahaman

konsep dan kemampuan menerapkan pengetahuan pada situasi baru (Loyens et al., 2020; Rézio et al., 2022).

Efektivitas PBL dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan teknologi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah aplikasi *Desmos*. *Desmos* merupakan kalkulator grafis berbasis *web* yang memungkinkan visualisasi konsep matematika secara dinamis dan interaktif, sehingga membantu siswa memodelkan dan mengeksplorasi penyelesaian masalah, khususnya pada materi persamaan garis lurus yang menuntut keterkaitan antara persamaan dan representasi grafis (Amanda & Indaryanti, 2023). *Desmos* dipilih secara spesifik untuk materi persamaan garis lurus karena materi ini menuntut pemahaman mendalam tentang hubungan antara bentuk aljabar dan representasi grafisnya. Kemampuan ini merupakan inti keunggulan *Desmos* sebagai kalkulator grafis dinamis, di mana perubahan parameter persamaan langsung tercermin pada grafik secara *real-time*, sesuatu yang tidak dapat dilakukan secara efisien oleh media pembelajaran statis maupun alat digital lain seperti *GeoGebra* yang memerlukan pengaturan teknis lebih rumit untuk siswa pemula (Saenab et al., 2025). Dibandingkan dengan alat digital serupa seperti *GeoGebra*, *Desmos* memiliki keunggulan spesifik yang relevan untuk siswa pemula. Antarmuka *Desmos* dirancang lebih sederhana dan intuitif, dengan visualisasi grafik yang merespons perubahan parameter secara *real-time* tanpa memerlukan pengaturan teknis yang rumit (Ahnaf et al., 2025).

Keunggulan ini secara langsung mendukung tahap-tahap pemecahan masalah Polya: pada tahap memahami masalah, siswa dapat langsung mengamati bentuk grafis dari persamaan yang diberikan; pada tahap merencanakan penyelesaian, dalam penelitian ini menjadi indikator dengan capaian terendah siswa, fitur *dynamic graphing* *Desmos* memungkinkan siswa memanipulasi parameter persamaan secara langsung dan mengamati perubahan grafik secara *real-time*, sehingga siswa dapat membangun strategi penyelesaian melalui eksplorasi visual sebelum menuliskan langkah matematis secara formal. Hal ini sangat krusial karena kelemahan pada tahap perencanaan sering menjadi akar dari kesalahan di tahap-tahap berikutnya; pada tahap melaksanakan rencana, siswa dapat memverifikasi langkah penyelesaian melalui grafik secara instan; dan pada tahap memeriksa kembali, siswa dapat mengecek kebenaran jawaban mereka secara visual tanpa perlu menggambar ulang secara manual. Selain itu, fitur *Desmos Activity Builder* memungkinkan guru merancang skenario masalah kontekstual yang terintegrasi langsung dengan eksplorasi grafis, sehingga sintaks PBL dapat berjalan lebih terarah dan terstruktur (Efendi et al., 2024).

Berdasarkan observasi yang dilakukan oleh peneliti pada bulan November 2024 di SMPN 6 Jelimpo, kemampuan siswa dalam memecahkan permasalahan persamaan garis lurus masih tergolong rendah. Siswa mengalami kesulitan memahami hubungan bentuk aljabar dengan grafik, merumuskan persamaan garis, melakukan operasi bilangan, memilih rumus yang tepat, serta menyelesaikan soal cerita yang menuntut pemodelan matematis. Kesulitan juga muncul saat siswa menghadapi bentuk soal yang tidak sama dari contoh sebelumnya, terutama dalam konteks kehidupan nyata (Khotimah et al., 2023). Kesulitan-kesulitan ini sejalan dengan rendahnya capaian siswa pada indikator merencanakan penyelesaian, yang menunjukkan bahwa siswa memang memerlukan bantuan visual yang dinamis untuk membangun strategi penyelesaian masalah secara mandiri.

Integrasi PBL berbantuan *Desmos* dipandang sebagai solusi yang sistematis dan interaktif untuk mengembangkan kemampuan menyelesaikan masalah (Mardianto & Yahfizham, 2024). Keberhasilan pelaksanaan model ini juga dipengaruhi oleh kemandirian belajar, karena siswa dengan kemandirian tinggi lebih mampu mengelola proses belajar dan mengevaluasi solusi yang diperoleh (Yu, 2023). Kemandirian belajar dalam penelitian ini diposisikan sebagai variabel moderator yang memengaruhi kekuatan hubungan antara penerapan PBL-*Desmos* dengan kemampuan pemecahan masalah siswa, bukan sekadar pengelompokan deskriptif. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penggunaan media berbasis teknologi dalam pembelajaran matematika, seperti *GeoGebra* yang terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep dan visualisasi matematis pada berbagai materi, termasuk fungsi linear dan geometri. Namun, penggunaan *GeoGebra* umumnya memerlukan pengoperasian fitur yang lebih kompleks sehingga kurang optimal bagi siswa pemula.

Di sisi lain, *Desmos* menawarkan antarmuka yang lebih sederhana dan responsif untuk eksplorasi grafik secara langsung, tetapi kajian yang secara khusus mengintegrasikan *Desmos* dalam model PBL masih terbatas, terutama pada materi persamaan garis lurus di tingkat SMP. Selain itu, belum banyak penelitian yang membandingkan potensi penggunaan *Desmos* dalam kerangka PBL dengan media digital lain seperti *GeoGebra* pada materi serupa maupun materi matematika lainnya.

Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui integrasi PBL berbantuan *Desmos* pada materi persamaan garis lurus dengan mempertimbangkan kemandirian belajar sebagai variabel moderator, sehingga tidak hanya menguji efektivitas model pembelajaran berbasis teknologi, tetapi juga mengkaji bagaimana karakteristik internal siswa memengaruhi keberhasilan implementasinya.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah penelitian ini untuk menganalisis kemampuan menyelesaikan masalah pada tingkat kategori kemandirian belajar (tinggi, sedang, dan rendah) pasca implementasi PBL berbantuan aplikasi *desmos*, dengan kemandirian belajar sebagai variabel moderator yang memengaruhi besaran pengaruh perlakuan tersebut. Hipotesis penelitian menyatakan bahwasanya penerapan *Problem-Based Learning* berbantuan aplikasi *Desmos* memberikan dampak positif pada kemampuan pemecahan masalah matematis. Sejalan dengan itu, penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh PBL dengan bantuan *Desmos* terhadap kemampuan pemecahan masalah pada persamaan garis lurus dikaji dari kemandirian belajar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif jenis *Pre-experimentl* serta desain *One Group Pretest-Posttest*. Desain ini dipilih karena penelitian hanya melibatkan satu kelompok sampel tanpa kelas kontrol. Konsekuensi dari desain ini adalah adanya keterbatasan dalam mengontrol faktor-faktor eksternal seperti history (kejadian di luar pembelajaran yang memengaruhi hasil) dan maturation (perkembangan alami siswa selama penelitian berlangsung), sehingga temuan penelitian ini perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan keterbatasan tersebut. Kelompok sampel diberikan *pre-test*, perlakuan berupa pembelajaran PBL berbantuan aplikasi *Desmos*, dan *post-test* untuk menelaah dampak perlakuan terhadap kemampuan memecahkan masalah. Populasi penelitian mencakup keseluruhan siswa di kelas VIII SMPN 6 Jelimpo yaitu sebanyak 67 siswa. Teknik *Intake Group Random Sampling* digunakan sebagai teknik dalam memilih sampel.

Prosedur pemilihan dilakukan dengan cara mengundi seluruh kelas VIII yang ada secara acak, dan hasil undian menunjuk kelas VIII A sebagai sampel penelitian. Dengan demikian, setiap kelas memiliki peluang yang sama untuk terpilih sehingga meminimalkan potensi bias pemilihan subjek. Kelas VIII A yang terpilih terdiri dari 32 siswa. Pelaksanaan penelitian pada semester kedua tahun pelajaran 2024/2025 (Maret–April 2025). Prosedur penelitian meliputi tahap persiapan berupa penyusunan dan pengujian alat penelitian, tahap pelaksanaan (pemberian *pre-test* dan implementasi PBL–*Desmos* selama empat pertemuan), serta tahap penutup (*post-test*). Instrumen penelitian meliputi soal kemampuan menyelesaikan masalah yang terdiri dari empat soal bentuk esai yang mengukur tahapan pemecahan masalah siswa secara komprehensif. Panduan untuk memberikan skor kemampuan pemecahan masalah mengadopsi Astutiani et al., (2019), sebagai berikut.

Tabel 1. Panduan Penskoran Pemecahan Masalah

Indikator KPM	Aktivitas Siswa	Skor
Memahami permasalahan	Siswa tidak mencantumkan informasi dan pertanyaan yang diminta dalam soal	0
	Siswa mencatat informasi yang diketahui dan pertanyaan yang diajukan, namun tidak tepat	1
	Siswa menjabarkan informasi yang relevan dan pertanyaan, namun belum lengkap.	2
	Siswa menjabarkan informasi dan pertanyaan secara menyeluruh dan akurat.	3
Skor maksimal		3
Menyusun Rencana Penyelesaian	Siswa tidak menyusun rencana penyelesaian	0
	Siswa menyusun rencana penyelesaian, namun strategi yang digunakan tidak tepat	1
	Siswa menyusun rencana penyelesaian yang benar, tetapi belum lengkap	2
	Siswa menyusun rencana penyelesaian dengan lengkap dan sesuai dan menuliskan jawaban yang tepat.	3
Skor maksimal		3

Indikator KPM	Aktivitas Siswa	Skor
Melaksanakan perhitungan	Siswa tidak menjabarkan langkah menyelesaikan	0
	Siswa menuliskan penyelesaian, namun langkah yang digunakan belum sistematis.	1
	Siswa menuliskan tahap secara tepat, akan tetapi terdapat kekeliruan dalam proses menghitung.	2
	Siswa menjabarkan langkah menyelesaikan secara tepat dan menghasilkan jawaban yang benar	3
Skor maksimal		3
Memeriksa kembali	Siswa tidak menjabarkan tahap menyelesaikan soal	0
	Siswa menyelesaikan soal, akan tetapi hasil atau langkahnya salah.	1
	Siswa mengerjakan hampir benar, namun masih terdapat kekurangan.	2
	Siswa menjabarkan penyelesaian secara tepat dan menghasilkan jawaban benar	3
Skor maksimal		3
Total skor maksimal		12

Selain tes, digunakan angket kemandirian belajar untuk mengukur tingkat kemandirian siswa saat pembelajaran PBL berbantuan aplikasi *Desmos*. Angket disusun menggunakan skala *Likert* empat pilihan berdasarkan indikator kemandirian belajar, yaitu inisiatif, tanggung jawab, disiplin, percaya diri, tidakbergantungan, dan kontrol diri. Perangkat pembelajaran meliputi modul ajar berbasis sintaks PBL–*Desmos* serta instrumen observasi pelaksanaan pembelajaran.

Instrumen penelitian ditelaah dan diperiksa kelayakan oleh tiga orang ahli, kemudian diuji secara empiris melalui pengujian validitas *Pearson Product Moment* dan reliabilitas *Cronbach Alpha* menggunakan *SPSS*. Item dinyatakan layak apabila $\text{Sig. (2-tailed)} < 0,05$ serta $r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$ (0,3961) (Sugiyono, 2020). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh $r \text{ hitung} = 0,789$ dan koefisien reliabilitas 0,785. Hasil uji menunjukkan seluruh instrumen valid dan reliabel dan layak digunakan.

Penelitian dimulai dengan pemberian *pre-test* dengan tujuan memetakan kemampuan yang dimiliki siswa sebelum pembelajaran. Setelah itu dilakukan pembelajaran PBL dengan bantuan aplikasi *Desmos*. Setelah perlakuan, siswa melaksanakan *post-test* guna menilai perkembangan kemampuan pemecahan masalah. Tahap berikutnya adalah pengujian inferensial yang dilakukan dengan uji distribusi data, kesamaan varians, dan pengujian hipotesis. Uji distribusi data memakai *Kolmogorov-Smirnov* dengan kriteria $\text{sig.} > 0,05$ berarti data memiliki distribusi normal, sedangkan jika $\text{sig.} < 0,05$ artinya data tidak berdistribusi normal. Dari hasil uji diketahui data tidak berdistribusi normal sehingga digunakan uji Wilcoxon. Untuk mengukur besarnya pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan pemecahan masalah, dilakukan perhitungan *effect size*. Apabila data berdistribusi normal, *effect size* dihitung menggunakan rumus *Cohen's d*. Apabila data tidak mengikuti distribusi normal, digunakan rumus:

$$r = \frac{|z|}{\sqrt{N}}$$

Keterangan: z adalah nilai z yang diperoleh dari *output* uji Wilcoxon, dan N adalah jumlah sampel penelitian.

Interpretasi nilai *effect size* berdasarkan *Cohen's d* dikategorikan menjadi tiga, yaitu $0,2 \leq d < 0,5$ sebagai pengaruh rendah, $0,5 \leq d < 0,8$ sebagai pengaruh sedang, jika $d \geq 0,8$ sebagai pengaruh tinggi (Anugraheni et al., 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan dari penelitian menunjukkan bahwa implementasi PBL dengan bantuan aplikasi *Desmos* berdampak secara signifikan pada peningkatan kemampuan memecahkan masalah pada materi persamaan garis lurus. Penelitian ini mengeksplorasi pengaruh penerapan PBL berbantuan *Desmos* dan tingkat kemandirian belajar terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah melalui analisis deskriptif dan inferensial. Adapun hasil perhitungan angket kemandirian siswa

dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Angket Kemandirian Belajar

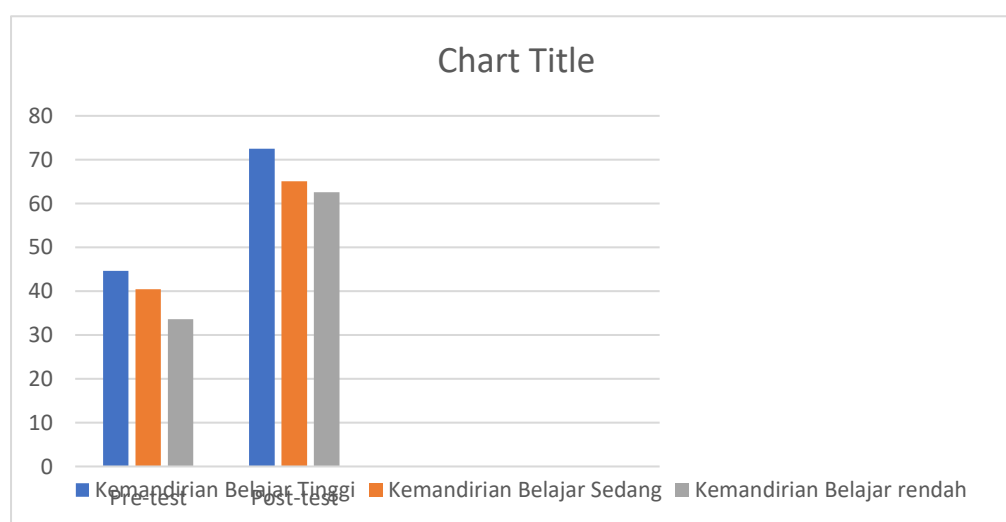
Perlakuan	Jumlah Siswa	Persentase	Tingkat Kemandirian
PBL berbantuan	15	46,87%	Kemandirian Tinggi
<i>Desmos</i>	12	37,50%	Kemandirian Sedang
	5	15,63%	Kemandirian Rendah

Implikasi temuan penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan teknologi interaktif seperti *Desmos* dalam kerangka PBL membantu memperluas wawasan dan pengalaman belajar siswa serta meningkatkan peran aktif siswa dalam proses pemecahan masalah matematis. Peneliti melakukan perbandingan rerata *pre-test* dan *post-test* siswa berdasarkan kategori kemandirian belajar yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Rerata *Pre-test* dan *Post-test*

Kemampuan Pemecahan Masalah	Kemandirian Belajar	Tinggi (T)	Sedang (S)	Rendah (R)
<i>Pre-test</i>		44,66	40,43	33,60
<i>Post-test</i>		72,52	65,10	62,58
Peningkatan		27,86	24,67	28,98

Untuk mempermudah pembaca melihat tren peningkatan antar kelompok, data pada Tabel 3 disajikan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tingkat Kemandirian Belajar Siswa

Grafik menampilkan nilai rerata *pre-test* dan *post-test* pada tiga kelompok kemandirian belajar (tinggi, sedang, dan rendah). Secara visual terlihat bahwa ketiga kelompok mengalami peningkatan setelah perlakuan PBL-*Desmos*, dengan kelompok kemandirian tinggi mencapai rerata *post-test* tertinggi (72,52), diikuti kelompok sedang (65,10), dan kelompok rendah (62,58).

Temuan penelitian mengindikasikan adanya perbedaan rerata kemampuan siswa untuk memecahkan masalah berdasarkan tingkat kemandirian belajar. Kelompok kemandirian tinggi memiliki rerata *pre-test* serta *post-test* yaitu 44,66 dan 72,52; kemandirian sedang 40,43 dan 65,10;

serta kemandirian rendah 33,60 dan 62,58. Adapun penjabaran hasil *post-test* siswa pada sintaks memecahkan masalah adalah sebagai berikut.

Pada sintaks memahami permasalahan, sejumlah 28 siswa (87,5%) memperoleh skor tertinggi (skor 3), yang menunjukkan pemahaman lengkap dan spesifik terhadap informasi soal. Pada indikator merencanakan penyelesaian, terdapat 12 siswa (37,5%) mencapai skor 3, 6 siswa (18,75%) memperoleh skor 2, dan 14 siswa (43,75%) mendapat skor 1. Indikator merencanakan penyelesaian menjadi titik lemah terbesar siswa dibandingkan indikator lainnya. Hal ini diduga terjadi karena siswa terlalu terfokus pada eksplorasi visual di *Desmos* sehingga mengabaikan proses penyusunan strategi penyelesaian secara logis dan sistematis (Efendi et al., 2024). Dengan kata lain, siswa menikmati kemudahan visualisasi grafik yang disediakan *Desmos*, tetapi belum mampu menerjemahkan hasil eksplorasi visual tersebut menjadi rencana penyelesaian matematis yang terstruktur. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi visualisasi perlu diimbangi dengan bimbingan guru yang secara eksplisit mengarahkan siswa untuk menghubungkan temuan visual dengan langkah-langkah penyelesaian formal.

Pada indikator melakukan rencana, 59,38% siswa memperoleh skor 3, 25% mendapatkan skor 2, dan 15,62% mendapatkan skor 1. Hal ini mengindikasikan sebagian siswa mampu melaksanakan rencana penyelesaian dengan benar serta sesuai prosedur. Sementara itu, pada indikator memeriksa kembali, 40,62% mendapatkan skor 3, 21,88% siswa berada pada skor 2, menunjukkan bahwa hampir separuh siswa melakukan pengecekan kembali terhadap solusi yang diperoleh. Sedangkan 31,25% siswa hanya mencapai skor 1, dan 6,25% tidak melakukan pengecekan ulang terhadap jawaban mereka.

Dalam analisis perbedaan rerata nilai *pre-test* dan *post-test* digunakan uji *Wilcoxon*. Pengambilan keputusan yaitu jika $\text{sig.} < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Penjabaran analisis uji *Wilcoxon* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Output SPSS uji Wilcoxon	
Test Statistics	
	Post-test, Pre-test
Z	-4,945 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

Hasil perhitungan menunjukkan $\text{sig.} < 0,05$. Berdasarkan hipotesis jika $\text{sig.} < 0,05$, dapat dinyatakan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Dapat ditarik kesimpulan bahwa metode PBL yang didukung oleh aplikasi *Desmos* memberi dampak signifikan pada kemampuan siswa ketika menyelesaikan permasalahan materi persamaan garis lurus, ditinjau dari tingkat kemandirian belajar di kelas VIII SMPN 6 Jelimpo.

Pelaksanaan PBL berbantuan *Desmos* menciptakan proses belajar yang memfasilitasi keterlibatan aktif dan menumbuhkan semangat siswa saat belajar melalui visualisasi persamaan garis lurus. Tantangan utama terletak pada tahap orientasi masalah dan penyajian hasil, karena siswa masih memerlukan bimbingan serta pengelolaan waktu yang lebih efektif. Meskipun demikian, penerapan PBL dan *Desmos* terbukti meningkatkan keterlibatan, penguasaan konsep, dan kemampuan menyelesaikan masalah siswa, sehingga diperlukan penyesuaian waktu dan penguatan berpikir kritis untuk hasil yang lebih optimal.

Berdasarkan penelitian, diketahui bahwa penerapan PBL dan *Desmos* dapat menumbuhkan kemampuan memecahkan masalah siswa, khususnya siswa yang mempunyai tingkat kemandirian belajar tinggi (Pangestu et al., 2021). Nilai rerata *pre-test* serta *post-test* bagi siswa yang memiliki kemandirian belajar tinggi meningkat signifikan dari 44,66 menjadi 72,52 dengan *effect size* $d = 3,39$ (kategori tinggi). Hal ini mencerminkan efektivitas model dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan reflektif (Putri, 2021). Namun, kendala masih muncul pada tahap memahami masalah, penyusunan dan pelaksanaan rencana, serta tahap memeriksa kembali yang sering diabaikan, meskipun penting untuk memverifikasi solusi dan membangun berpikir kritis (Nasution, 2023; Polya, 1973).

Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa siswa dengan tingkat kemandirian belajar sedang mengalami kenaikan kemampuan memecahkan masalah melalui PBL berbantuan *Desmos*, dari rerata 40,43 menjadi 65,10 dengan *effect size* $d = 4,35$ (kategori tinggi). Peningkatan ini terlihat pada setiap tahapan strategi Polya, meskipun belum optimal. Pada sintaks memahami masalah, 75% siswa dapat menuliskan informasi yang relevan dengan benar, sedangkan 25% siswa masih kurang lengkap. Di tahap menyusun rencana, hanya 25% siswa yang dapat menyusun rencana lengkap dan benar, sementara sebagian besar masih belum terstruktur.

Pada tahap pelaksanaan, hanya 25% siswa menyelesaikan langkah dengan benar. Sebagian besar siswa melakukan kesalahan perhitungan akibat rendahnya ketelitian dan pemahaman konsep. Pada tahap *looking back*, hanya 40% siswa memverifikasi jawaban. Secara umum, siswa dengan kemandirian sedang memperoleh manfaat dari PBL berbantuan *Desmos*, namun masih memerlukan bimbingan guru dan latihan terstruktur agar kemampuan pemecahan masalah berkembang optimal (Rofi'ah et al., 2019).

Temuan penelitian pada siswa dengan tingkat kemandirian belajar rendah menunjukkan adanya peningkatan dari rerata 33,60 menjadi 62,58, namun dengan *effect size* hanya sebesar 0,36 (kategori rendah), jauh di bawah dua kelompok lainnya. Perlu dicatat bahwa jumlah siswa pada kelompok kemandirian rendah hanya terdiri dari 5 orang (15,63% dari total sampel), sehingga temuan pada kelompok ini perlu diinterpretasikan dengan kehati-hatian dan tidak dapat digeneralisasikan secara luas. Hasil analisis pada kelompok ini lebih bersifat eksploratif dan memerlukan konfirmasi melalui penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar. Peningkatan yang terbatas ini perlu dikaji lebih mendalam penyebabnya. Terdapat dua faktor utama yang diduga menjadi penghambat. Pertama, hambatan literasi digital: siswa dengan kemandirian rendah cenderung belum terbiasa mengoperasikan aplikasi berbasis teknologi seperti *Desmos* secara mandiri (Saenab et al., 2025).

Dalam pelaksanaan pembelajaran, kelompok ini membutuhkan waktu lebih lama untuk memahami cara kerja antarmuka *Desmos*, sehingga waktu eksplorasi matematis mereka tersita untuk hal-hal teknis (Ahnaf et al., 2025). Akibatnya, mereka tidak dapat memanfaatkan fitur visualisasi *Desmos* secara optimal dalam mendukung proses pemecahan masalah. Kedua, ketergantungan instruksional yang tinggi: PBL menuntut siswa untuk aktif mengidentifikasi masalah, merumuskan strategi, dan mengevaluasi solusi secara mandiri (Husna et al., 2025). Menurut Ahnaf et al., (2025), siswa dengan kemandirian rendah belum terbiasa dengan tuntutan tersebut karena terbiasa dengan pola pembelajaran konvensional yang bersifat *teacher-centered*. Hal ini menyebabkan mereka cenderung pasif, kurang berinisiatif, dan menunggu arahan guru di setiap tahap pembelajaran, sehingga proses kognitif yang seharusnya terjadi secara aktif dalam PBL tidak berjalan optimal. Meskipun demikian, PBL berbantuan *Desmos* tetap memberi potensi pengembangan kemampuan pemecahan masalah bagi kelompok ini jika dilengkapi bimbingan intensif, penguatan motivasi, dan pendampingan bertahap (Pangestu et al., 2021; Polya, 1973).

Temuan ini menunjukkan bahwa implementasi PBL berbantuan aplikasi *Desmos* berpengaruh nyata pada kemampuan siswa ketika menyelesaikan permasalahan matematika dengan variasi pengaruh berdasarkan tingkat kemandirian belajar. Pada siswa dengan kemandirian tinggi, PBL-*Desmos* meningkatkan kemampuan pemecahan masalah secara signifikan karena mereka mampu mengatur proses belajar, merancang strategi, dan melakukan refleksi mandiri. Temuan ini selaras dengan teori *self-regulated learning* (Barry J. Zimmerman & Schunk, 2001) serta penelitian Wijayati et al., (2022) dan Sundayana (2018), yang menegaskan bahwa kemandirian belajar memengaruhi efektivitas pembelajaran dan kemampuan pemecahan masalah.

Bagi siswa dengan kemandirian sedang, PBL-*Desmos* memberikan dampak positif karena memberikan arahan bertahap (*scaffolding*) melalui identifikasi masalah, diskusi, hingga refleksi. Hasil penelitian Kurniyawati et al., (2019) dan (Priwitasari et al., 2022) mendukung temuan ini, bahwa struktur PBL dan visualisasi interaktif *Desmos* memfasilitasi siswa menumbuhkan kemampuan berpikir kritis serta penyelesaian permasalahan. Sementara itu, siswa dengan tingkat kemandirian rendah juga mengalami kenaikan kemampuan memecahkan masalah, meskipun dengan *effect size* yang rendah (0,36). Rendahnya *effect size* pada kelompok ini konsisten dengan temuan bahwa hambatan literasi digital dan ketergantungan instruksional yang tinggi menjadi faktor pembatas utama dalam merespons pembelajaran berbasis teknologi dan masalah (Kristayani, 2016)). Mereka masih memerlukan dukungan guru, bimbingan eksplisit, dan visualisasi interaktif agar dapat memahami masalah serta memeriksa solusi.

Secara keseluruhan, hasil uji statistik menunjukkan perbedaan signifikan setelah perlakuan ($sig = 0,000 < 0,05$) dengan *effect size* keseluruhan $r = 0,87$ (kategori tinggi), serta *effect size* per kelompok: kemandirian tinggi $d = 3,39$ (tinggi), kemandirian sedang $d = 4,35$ (tinggi), dan kemandirian rendah $d = 0,36$ (rendah). Temuan ini menyimpulkan bahwa kemandirian belajar yang lebih tinggi berhubungan positif dengan efektivitas PBL-Desmos dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis.

Secara teoritis, temuan ini menegaskan peran penting kemandirian belajar dalam keberhasilan pembelajaran berbasis masalah. Secara praktis, hasil penelitian memberi implikasi bagi guru untuk mengintegrasikan bimbingan reflektif dan teknologi visual seperti Desmos pada setiap tahap PBL, sekaligus memberikan perhatian khusus pada siswa dengan kemandirian rendah melalui pendampingan literasi digital sebelum pembelajaran dimulai. Adapun keterbatasan penelitian ini mencakup: (1) jumlah sampel pada kelompok kemandirian rendah yang hanya terdiri dari 5 siswa sehingga kekuatan statistik untuk kelompok ini terbatas; (2) desain *pre-experimental* tanpa kelas kontrol yang membatasi kemampuan penelitian dalam mengisolasi pengaruh perlakuan dari faktor eksternal; dan (3) durasi penelitian yang relatif singkat (empat pertemuan) sehingga belum dapat menangkap dampak jangka panjang dari penerapan PBL-Desmos. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain eksperimen yang lebih kuat dengan sampel yang lebih besar dan merata pada setiap kategori kemandirian belajar. Semakin tinggi tingkat kemandirian belajar, maka akan semakin besar perkembangan kemampuan mereka dalam menyelesaikan masalah matematis

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Temuan penelitian serta pembahasan menunjukkan jika pengimplemmentasian *problem-based learning* (PBL) didukung oleh aplikasi Desmos secara signifikan meningkatkan keterampilan siswa dalam penyelesaian permasalahan matematika, khususnya pada materi persamaan garis lurus untuk kelas VIII di SMPN 6 Jelimpo. Penerapan PBL-Desmos menciptakan proses pembelajaran yang lebih interaktif, memfasilitasi siswa dalam memahami konsep melalui visualisasi grafik, serta mendorong keterlibatan aktif dan refleksi dalam pemecahan masalah. Pengaruh positif tersebut tampak pada meningkatnya kemampuan penyelesaian masalah pada kategori kemandirian belajar, dengan hasil yang lebih optimal pada siswa yang memiliki kemandirian belajar tinggi dibandingkan tingkat mandiri sedang ataupun rendah. Temuan ini menegaskan semakin mandiri siswa, semakin meningkat pula pengaruh positif PBL-Desmos terhadap kemampuan penyelesaian masalah matematis mereka. Maka dari itu, integrasi teknologi interaktif seperti Desmos dalam kerangka PBL dapat menjadi pilihan model pengajaran yang efektif untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar siswa.

Saran

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa hal dapat disarankan untuk pengembangan selanjutnya. Pertama, penelitian lanjutan dapat dirancang dengan pendekatan eksperimen yang lebih kuat, melibatkan dua sampel penelitian, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran PBL berbantuan Desmos serta kelas kontrol yang menerapkan model pembelajaran lain. Desain tersebut akan memungkinkan perbandingan yang lebih akurat terhadap efektivitas model pembelajaran. Kedua, pelaksanaan pembelajaran PBL berbantuan Desmos sebaiknya dilakukan dengan durasi yang lebih panjang agar siswa memiliki waktu yang cukup untuk beradaptasi, mengeksplorasi, dan memperdalam pemahaman konsep serta kemampuan pemecahan masalah. Ketiga, guru matematika disarankan membiasakan penggunaan media pembelajaran interaktif seperti Desmos untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih menarik dan efektif. Secara teknis, guru disarankan membagi durasi secara proporsional menggunakan Desmos. Pembagian waktu yang terstruktur ini bertujuan agar tahap penyajian hasil dan refleksi tetap berjalan dengan baik dan sesuai tujuan pembelajaran. Keempat, karena instrumen penelitian ini masih terbatas pada tes dan angket, penelitian selanjutnya dapat menambahkan pendekatan kualitatif seperti wawancara, observasi, atau catatan reflektif siswa guna mendapatkan wawasan lebih mendalam mengenai proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (Vol. 9). McGraw-Hill
- Ahnaf, R. D. Al, Raharjo, G. K. D., Ramadan, M. B., & Hadi, M. N. (2025). Penggunaan Aplikasi Desmos Dan Perhitungan Manual Dalam Pembelajaran Matematika Pada Materi Trigonometri. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 1(2), 47–52. <https://saintek.samudrailmu.com/index.php/jstind>
- Amanda, V. B., & Indaryanti, I. (2023). Pemanfaatan Representasi Dalam Menyelesaikan Permasalahan Pada Materi Spldv. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 6(3), 1245–1256. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i3.16930>
- Anggraini, F. D. P., Aprianti, Setyawati, V. A. V., & Hartanto, A. A. (2022). Pembelajaran Statistika Menggunakan Software SPSS untuk Uji Validitas dan Reliabilitas. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6491–6504. <https://jbasic.org/index.php/basicedu>
- Anugraheni, I., Gufron, A., & Purnomo, Y. W. (2025). The impact of realistic problem-based learning on mathematical connection abilities: evidence from elementary schools in Indonesia. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2523078>
- Arends, R. I. (2012). *LEARNING TO TEACH*. In B. Mejia (Ed.), *Sustainability (Switzerland)* (Ninth Edit, Vol. 11, Issue 1). McGraw-Hill.
- Astutiani, R., Isnarto, & Hidayah, I. (2019). Analisis Kemampuan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Berdasarkan Langkah Pemecahan Masalah Polya. *Mathematics Education Journal*, 1(1), 54. <https://doi.org/10.22219/mej.v1i1.4550>
- Awaliyah, I. N., Djudin, T., & Rustam. (2026). THE INFLUENCE OF SELF-EFFICACY AND POLYA STRATEGY LEARNING ASSISTED BY MATHCITYMAP MEDIA ON PROBLEM-SOLVING ABILITY. *JP2M (Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika)*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v12i1.8802>
- Barry J. Zimmerman, & Schunk, D. H. (2001). *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dahlan, T., Putri, A. D., Utami, A. F., Utami, W. S., Fauziah, A. P., Wulan, P. M. N., & Nurniawati, S. (2025). Pendekatan Inovatif Guru Muda Dalam Mengatasi Kendala Implementasi Kurikulum Deep Learning Di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 05(02), 936–949. <https://doi.org/10.31980/caxra.v5i2.3420>
- Efendi, R., Inayah, S., Mardhotillah, B., Sholeh, R. N., Kulimbang, E., & Panjaitan, A. T. (2024). *Belajar dan Pembelajaran Matematika*. Padang: UME Publishing.
- Hasanah, S., Wahyuni, R., & Novianti, N. (2023). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Dengan Menggunakan Model Talking Stick Berbantuan Video Pembelajaran Di Mts Swasta Pandrah. *JUMPER: Journal of Educational Multidisciplinary Research*, 2(1), 90–101. <https://doi.org/10.56921/jumper.v2i1.63>
- Husna, A., Ilmi, N., & Gusmaneli, G. (2025). Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Matematika*, 2(2), 76–86. <https://doi.org/10.62383/katalis.v2i2.1532>
- Khotimah, W. D., Damayani, A. T., & Sary, R. M. (2023). Faktor Penyebab Kesulitan Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Operasi Hitung Campuran IV Sekolah Dasar. *Indonesian Journal of Elementary School*, 3(24), 204–213. <https://doi.org/10.26877/ijes.v3i1.17144>
- Kristayani, T. (2016). *Self-Regulated Learning: Konsep, Implikasi dan Tantangan Bagi Siswa di Indonesia*. Sanata Dharma University Press.
- Kurniyawati, Y., Mahmudi, A., & Wahyuningrum, E. (2019). Efektivitas problem-based learning ditinjau dari keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar matematis. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(1), 118–129. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i1.26985>
- Mardianto, N. F. D., & Yahfizham. (2024). Systematic Literature Review: Penerapan Berpikir Komputasi Dalam Pembelajaran Matematika. *Journal of Student Research (JSR)*, 2(4), 41–55. <https://doi.org/10.55606/jsr.v2i4.3082>
- Maullyda, M. A., Hidayati, V. R., Rosyidah, A. N. K., & Nurmawanti, I. (2019). Problem-solving ability of primary school teachers based on Polya's method in Mataram City. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 139–149. <https://doi.org/10.21831/pg.v14i2.28686>

- Nasution, M. D. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Solving Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas VIII SMPIT Miftahul Jannah. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(4), 260–268. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/3522>
- OECD. (2023). Resultados de PISA 2022 (Volumen I): El estado del aprendizaje y la equidad en la educación. In https://www.Oecd.Org/En/Publications/Pisa-2022-Results-Volume-I_53F2388I-En/Full-Report.Html (Vol. 1).
- Pangestu, K. D. J., Zuhri, M. S., & Sugiyanti, S. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Berdasarkan Tahapan Pemecahan Masalah Polya Ditinjau dari Gaya Belajar. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(3), 206–214. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v3i3.7547>
- Polya, G. (1973). How To Solve It. In *United States of America* (pp. xvi–xviii). <https://doi.org/10.2307/j.ctvc773pk.6>
- Priwitasari, P., Sudiarta, I. G. P., & Sariyasa, S. (2022). Pengaruh Penerapan Model Problem-Based-Learning Berbantuan Computer-Based-Test Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemandirian Belajar Matematika. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 10(2), 206. <https://doi.org/10.25273/jipm.v10i2.9217>
- Putri, A. (2021). *Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Barisan dan Deret Berdasarkan Asimilasi dan Akomodasi Pada Gaya Kognitif Reflektif dan Impulsif*. [Tesis] Universitas Jambi.
- Rofi'ah, N., Ansori, H., & Mawaddah, S. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Langkah Penyelesaian Polya. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 120. <https://doi.org/10.20527/edumat.v7i2.7379>
- Saenab, Khaerani, & Ernawati. (2025). Inovasi Pembelajaran: Aplikasi Desmos Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Pedagogy*, 10(4), 1726–1741. <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v10i4.7187>
- Salma, F. A., & Sumartini, T. S. (2022). The Mathematical Representation Ability of Students between Those Who Receive Contextual Teaching and Learning and Discovery Learning. *Plusminus: Journal of Mathematics Education*, 2(2), 265–274. <https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/plusminus>
- Siregar, T., Hilda, L., Suparni, Rangkuti, A. N., & Siregar, Y. P. (2022). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Pada Materi Peluang Ditinjau dari Minat Belajar Siswa di SMA N 1 Padangsidempuan. *Jurnal Pendidikan Guru Matematika*, 2(3). <https://doi.org/10.33387/jpgm.v2i3.5144>
- Siswono, T. Y. E. (2020). Inovasi Pembelajaran Matematika di Era Rrevolusi Industri 4.0. *Mahasaraswati Seminar Nasional Pendidikan Matematika (MAHASENDIKA)*, 1–14.
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta, Bandung, 62, 70
- Sundayana, R. (2018). Kaitan antara Gaya Belajar, Kemandirian Belajar, dan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMP dalam Pelajaran Matematika. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 75–84. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v5i2.262>
- Wijayati, P. H., Oktaputriviant, N. R., & Nasih, A. M. (2022). Heutagogy: Self Efficacy, Self Determination, Self Directed, dan Self Regulated dalam Pembelajaran Online. In *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual* (Vol. 7, Issue 4, p. 996). <https://doi.org/10.28926/briliant.v7i4.1025>
- Yu, B. (2023). Self-regulated learning : A key factor in the effectiveness of online learning for second language learners. *Frontiers in Psychology*, January, 1–6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1051349>
- Yulianto, D., & Juniawan, E. A. (2025). Fostering mathematical creativity and autonomy through a STEM-based digital learning space. *Journal on Mathematics Education*, 16(3), 1093–1118. <https://doi.org/10.22342/jme.v16i3.pp1093-1118>