

PROBLEM BASED LEARNING: PENINGKATAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA

Ria Kusmawati^{1 *}, Poppy Yaniawati²

1.2Universitas Pasundan, Bandung, Indonesia

*Correspondence: ria.kusmawati82@gmail.com

NPM : 248060008

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pencapaian dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan model *problem-based learning* dengan siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan design penelitian *pretest dan posttest control grup*. Populasi dalam penelitian adalah seluruh siswa kelas VIII pada satu SMP Negeri di Kabupaten Karawang, dengan sampel sebanyak dua kelas yang dipilih secara *purposive sampling* kelas VIII masing-masing sebanyak 30 siswa yang menggunakan model *problem-based learning* sebagai kelas eksperimen dan kelas yang menggunakan model pembelajaran langsung sebanyak 30 siswa sebagai kelas kontrol. Instrumen yang digunakan berupa soal uraian yang disesuaikan dengan indikator kemampuan komunikasi matematis sebanyak empat soal. Analisis data yang digunakan adalah pretes dan postes kemampuan komunikasi matematis siswa sebagai data kuantitatif. Data diuji melalui uji asumsi statistik, kemudian peningkatan kemampuan siswa dianalisis menggunakan N-Gain (gain ternormalisasi) sebagai indikator efektivitas pembelajaran. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

This study aims to analyze the differences in achievement and improvement regarding mathematical communication skills between students taught using the Problem-Based Learning (PBL) model and those taught using the direct instruction model. A quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design was employed. The study population consisted of all eighth-grade students at a public junior high school in Karawang Regency; the sample comprised two classes of 30 students each, selected via purposive sampling—one class using the PBL model

(experimental group) and the other using the direct instruction model (control group). The research instrument consisted of four essay questions aligned with indicators of mathematical communication skills. Data analysis utilized quantitative data derived from the students' pretest and posttest scores. The data underwent statistical assumption testing, and the improvement in student skills was analyzed using the N-Gain (normalized gain) as an indicator of instructional effectiveness. The analysis results indicate that the implemented instruction was effective in enhancing students' mathematical communication skills.

Kata kunci : Kemampuan komunikasi matematis, Pembelajaran langsung, PBL

Pendahuluan

Kemampuan komunikasi matematis merupakan kompetensi dasar matematik yang esensial yang harus dimiliki dan dikembangkan pada siswa sekolah menengah (Azhari et al., 2021; Uyen et al., 2021; Hidayat & Aripin 2023). Kemampuan ini meliputi kemampuan siswa dalam menyampaikan ide, gagasan, dan pemahamannya mengenai konsep matematis secara lisan maupun tulisan (Kritis et al., 2022). Salah satu kemampuan yang berperan penting dalam pembelajaran matematika yaitu kemampuan komunikasi matematis (Rahmayani et al., 2022; Lestari et al., 2025). Selain itu, kemampuan ini juga menjadi indikator keberhasilan seseorang dalam memecahkan masalah matematis secara kreatif dan kritis, yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi tantangan abad (Dwi et al., 2022; Gen et al., 2025; Rachmawati & Cholily, 2021)

Namun, kenyataannya di lapangan masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mengungkapkan gagasan matematis secara lisan maupun tulisan (M A Maulyda et al., 2020; Thi et al., 2025). Pembelajaran matematika yang bersifat konvensional cenderung bersifat satu arah berupa ceramah dan latihan soal (Ade et al., 2019), sehingga tidak mampu membangun komunikasi aktif di antara siswa (Asmedy, 2021), akibatnya kemampuan komunikasi matematis siswa Indonesia masih rendah (Kusumah, 2020). Dalam pembelajaran matematika, seringkali rendahnya kemampuan komunikasi matematis disebabkan karena siswa memiliki beban belajar yang banyak (Hasbi et al., 2023) dan kemampuan komunikasi matematis siswa kurang berkembang secara optimal (Kritis et al., 2022) Selain itu, proses pembelajaran yang berpusat pada guru dan rendahnya kegiatan diskusi kelompok menyebabkan siswa kurang terampil dalam menyampaikan ide dan menyusun argumen matematis secara sistematis. (Faizah, 2021)

Sebagai inovasi dalam pembelajaran matematika, PBL memanfaatkan masalah kontekstual dari kehidupan sehari-hari untuk membantu siswa untuk membangun kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah (Yaniawati et al., 2019), sekaligus memperkuat kemampuan komunikasi matematis melalui proses diskusi, argumentasi, dan penyampaian ide secara terstruktur (Aulia Firdaus et al., 2021). Kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan siswa yang dapat menyampaikan ide matematika baik secara lisan maupun tulisan yang sekaligus memperkuat kompetensi matematis lainnya serta menstimulasi perkembangan keterampilan komunikasi yang mandiri dan berkesinambungan (Kho et al., 2024). Dengan demikian, keterampilan komunikasi matematis merupakan kemampuan yang sangat penting bagi siswa (Yaniawati, 2019)

Berdasarkan kajian teori dan temuan penelitian sebelumnya model PBL lebih banyak membahas terkait peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Azura et al., 2024), sedangkan kajian yang menelaah secara khusus pengaruh PBL terhadap kemampuan komunikasi matematis masih relatif terbatas dan tidak dibahas secara mendalam (Sinaga et al., 2024), khususnya pada jenjang SMP. Selain itu, penelitian yang mengkombinasikan analisis pencapaian dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis dalam konteks pembelajaran langsung dan PBL juga belum banyak dilakukan (Rehman, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa kajian mengenai peran PBL dalam mengembangkan komunikasi matematis masih menyisakan ruang penelitian yang perlu diisi melalui studi yang lebih terarah dan komprehensif, sehingga diperlukan analisis secara khusus untuk menilai efektivitas model PBL terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa melalui pengukuran pencapaian dan peningkatan secara bersamaan yang belum banyak dilakukan dalam penelitian sebelumnya. Selain menempatkan komunikasi matematis sebagai variabel utama (Nurdina, Yaniawati et al., 2024), penelitian ini juga memetakan keterkaitan antara tahapan PBL dan indikator komunikasi matematis

Penerapan model PBL menunjukkan hasil yang positif terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa (S & Dwiyan, 2022) (Firmansyah et al., 2020), oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi konkret dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika serta memperkuat kompetensi komunikasi matematis siswa secara optimal, sehingga mereka mampu mengomunikasikan gagasan dan pemahamannya secara efektif, baik secara lisan maupun tulisan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan model PBL dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP di Kabupaten Karawang dan mengevaluasi efektivitas PBL dalam meningkatkan pencapaian dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang perbedaan hasil belajar siswa yang diajar dengan model PBL dan metode pembelajaran langsung agar dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan pembelajaran matematika yang lebih efektif dan bermakna di tingkat SMP.

Metode

Jenis penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen (Indrawan & Yaniawati, 2024), yaitu the nonequivalent pretest-posttest control group design. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII salah satu Sekolah Menengah Pertama Negeri di Kabupaten Karawang. Dua kelas diambil sebagai sampel penelitian masing-masing sebanyak 30 orang. Dengan salah satu kelas sebagai kelompok eksperimen yang menggunakan model PBL dan kelas lainnya sebagai kelompok kontrol yang menerapkan model pembelajaran langsung. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling karena kelas sudah terbentuk sebelumnya dan tidak dipilih secara acak. Instrumen penelitian berupa tes kemampuan komunikasi matematis yang disusun berbentuk soal uraian untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis yang disusun dalam bentuk soal uraian sebanyak 4 butir yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Uji validitas menunjukkan bahwa seluruh butir soal memiliki validitas yang memadai sehingga layak digunakan untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis. Uji reliabilitas menggunakan Alpha Cronbach memberikan hasil yang berada pada kategori tinggi menggambarkan bahwa instrument tersebut konsisten dan dapat dipercaya. Tes ini dirancang untuk mengukur kemampuan siswa dalam menyampaikan ide matematis, memberikan representasi dan contoh matematis yang relevan, serta menarik kesimpulan secara sistematis.

Penyusunan instrumen dilengkapi dengan kisi-kisi yang memuat indikator kemampuan komunikasi matematis, tujuan pengukuran, dan cakupan materi. Sebelum perlakuan, kedua kelompok diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal, kemudian diberikan perlakuan sesuai model pembelajaran masing-masing, dan diakhiri dengan postes. Data yang diperoleh dari pretest dan postes dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dan inferensial. Analisis

deskriptif meliputi perhitungan nilai rata-rata, median, standar deviasi, dan distribusi skor untuk menggambarkan profil kemampuan komunikasi matematis siswa. Sementara itu, analisis inferensial digunakan untuk menguji perbedaan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kontrol melalui uji normalitas, uji homogenitas, dan uji-t dua sampel independen untuk menentukan efektivitas model PBL terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol di analisis dengan cara menghitung gain pada kedua kelas dengan gain ternormalisasi. Berikut disajikan data peningkatan tiap kelasnya.

Tabel 1. Hasil kemampuan komunikasi matematis

Tes Kemampuan Komunikasi Matematis						
Statistik Deskriptif	Pretes		Postes (Pencapaian)		N-gain (Peningkatan)	
	Model PBL	Model PL	Model PBL	Model PL	Model PBL	Model PL
<i>N</i>	30	30	30	30	30	30
<i>Mean</i>	18,40	16,53	32,87	26,37	0,72	0,40
<i>Max</i>	28,00	25,00	37,00	32,00	0,89	0,59
<i>Min</i>	12,00	8,00	29,00	21,00	0,50	0,07
<i>Std.Deviation</i>	3,85	4,70	2,33	2,27	0,09	0,02

Keterangan : Skor Maksimal ideal = 40

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa rata-rata untuk kelas eksperimen untuk pretes adalah 28,00 postes 37,00 dan N-gain nya adalah 0,89. Sedangkan untuk kelas kontrol pretesnya mendapatkan nilai rata-rata 25,00 postes 32,00 dan N-Gain nya memperoleh nilai 0,59, Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa skor rata-rata n-gain eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol, yang artinya peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh model PBL lebih efektif dengan siswa yang memperoleh model pembelajaran langsung. Untuk mengetahui apakah perbedaan nilai rata-rata skor pretes dari kedua kelas tersebut signifikan atau tidak, maka dilakukan uji statistik lainnya

Tabel 2. Uji Normalitas Data Hasil Pretes Kemampuan Komunikasi Matematis
Kolmogorov-Smirnov Uji Shapiro-Wilk

Kelas	statistik	df	Sig	Statistic	Df	Sig
Eksperimen	0,142	30	0,126	0,971	30	0,561
kontrol	0,179	30	0,016	0,941	30	0,096

Berdasarkan tabel dimaksud diperoleh bahwa nilai signifikansi dari kelas eksperimen lebih besar dari 0,05 sedangkan untuk kelas kontrol kurang dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa hasil data pretes pada kelas eksperimen terdistribusi tidak normal.

Tabel 3. Uji Normalitas Data Hasil Postes Kemampuan Komunikasi Matematis
Kolmogorov-Smirnov Uji Shapiro-Wilk

Kelas	statistik	df	Sig	Statistic	Df	Sig
Eksperimen	0,124	30	0,200	0,941	30	0,614
kontrol	0,131	30	0,200	0,973	30	0,097

Uji normalitas postes menggunakan Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data pada kelas kontrol memiliki nilai signifikansi sebesar 0,614, sedangkan kelas eksperimen memiliki nilai signifikansi sebesar 0,097. Kedua nilai lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data postes pada kedua kelompok berdistribusi normal. Dengan demikian, data memenuhi asumsi normalitas dan dapat dianalisis menggunakan teknik statistik parametrik. Hasil kemampuan komunikasi matematis pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa sebagian besar siswa tidak hanya mampu menyelesaikan soal matematika tetapi juga dapat mengomunikasikan proses berpikir dan solusi secara tertulis dan lisan secara lebih baik.

Tabel 4. Uji Perbedaan Rata-rata Postes (Pencapaian) dan N-gain (Peningkatan)
Kemampuan Komunikasi Matematis

	<i>T</i>	<i>Df</i>	<i>Sig Uji-t (2-tailed)</i>	<i>MD</i>
Postes (Pencapaian)	-10,95	58	0,01	-6,50
N-gain (Peningkatan)	-8,85	58	0,00	0,03

Berdasarkan tabel di atas, menunjukkan bahwa nilai Sig (2-pihak) dengan asumsi varians sama antara pencapaian dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang menggunakan

model PBL dengan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung adalah 0,01 dan 0,00 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Akan tetapi, yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata pencapaian dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa adalah uji satu pihak. Kemampuan komunikasi matematis yang menggunakan model PBL lebih baik daripada kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung ditinjau dari pencapaian dan peningkatan.

Tabel 5. Data n-gain Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol Uji Perbedaan

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
n_gain_kontrol	0,126	30	0,200*	0,958	30	0,268
n_gain_eksperimen	0,103	30	0,200*	0,968	30	0,492

Hasil uji normalitas terhadap skor N-gain menggunakan Shapiro–Wilk menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,268 untuk kelompok kontrol dan 0,492 untuk kelompok eksperimen. Karena kedua nilai lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa data N-gain dari kedua kelompok berdistribusi normal sehingga memenuhi prasyarat untuk analisis statistik parametrik

Hasil penelitian di atas sependapat dengan (wijaya et al., 2021) yang menyatakan bahwa setelah dilakukan kegiatan pembelajaran dengan perlakuan yang berbeda menunjukkan kemampuan komunikasi matematika yang diajarkan menggunakan model PBL memperoleh hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan kelas yang diajarkan dengan pembelajaran langsung, Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model PBL lebih tinggi yaitu 0,72 dibandingkan rata-rata pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung yaitu 0,40.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan PBL lebih baik daripada pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa dengan model pembelajaran langsung, serta apakah peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan PBL lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan model pembelajaran langsung.

Berdasarkan hasil analisis rata-rata pretes secara data statistik dapat disimpulkan bahwa

kemampuan awal komunikasi matematis kedua kelompok sampel tidak berbeda secara signifikan. Rerata pretes kemampuan komunikasi matematis yang menggunakan model PBL dan kemampuan komunikasi matematis yang menggunakan model pembelajaran langsung adalah 18,40 dan 16,53 kedua kelompok sampel berada pada kategori kurang, karena nilai rerata dari skor ideal adalah 40.

Setelah diberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda kepada masing-masing kelompok sampel, hasil postes menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok sampel. Pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model PBL memperoleh sebesar 32,87 dari skor ideal 40. Sedangkan pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung memperoleh presentase sebesar 26,37 dari skor ideal 40. Berdasarkan penjelasan tersebut pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa menggunakan model PBL lebih baik daripada pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran langsung.

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis kedua sampel berdasarkan gain menunjukkan bahwa skor gain ternormalisasi untuk siswa yang menggunakan model PBL dan model pembelajaran langsung masing-masing adalah 0,71 dan 0,40. Klasifikasi gain ternormalisasi kualitas peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model PBL termasuk ke dalam kategori tinggi dan kualitas peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan model pembelajaran langsung termasuk ke dalam kategori sedang.

Hasil pengujian peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dari kedua kelompok sampel menunjukkan perbedaan sehingga peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model PBL lebih baik daripada yang menggunakan model pembelajaran langsung.

Perbedaan kemampuan komunikasi matematis siswa tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, salah satu diantaranya disebabkan oleh model PBL. Melalui fase-fase yang ada dalam model PBL siswa diberikan kesempatan untuk menemukan pengetahuan sendiri dengan diberikannya permasalahan nyata dan mencari solusi permasalahan tersebut dengan mengumpulkan data atau informasi yang sesuai dengan permasalahan tersebut. Dalam pembelajaran siswa tidak hanya dituntut menemukan solusi dari masalah yang diberikan tetapi juga memberikan penjelasan atas jawabannya Dalam pembelajaran matematika komunikasi

matematis menjadi bagian penting karena melalui komunikasi siswa mampu mengkomunikasikan gagasan atau ide dengan simbol, tabel, diagram, atau ekspresi matematis baik secara lisan maupun tulisan. Oleh karena itu dipilih model PBL untuk menumbuhkan kembangkan kemampuan komunikasi matematis. Karena melalui model PBL siswa diharapkan dapat mengkonstruksi sendiri pengetahuan matematis. Masalah yang diajukan kepada siswa permasalahan nyata yang dapat membangkitkan semangat, potensi, atau kemampuan yang dimiliki siswa secara maksimal, dan siswa terdorong untuk menggunakan berbagai pengetahuan yang dimilikinya untuk menyelesaikan suatu masalah dengan berbagai cara.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan hasil uji yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: Pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model PBL lebih baik daripada kemampuan komunikasi siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model PBL lebih tinggi yaitu 32,87 dibandingkan rata-rata pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung yaitu 26,37.

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran PBL lebih baik daripada kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model PBL lebih tinggi yaitu 0,72 dibandingkan rata-rata pencapaian kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran langsung yaitu 0,40.

Referensi

- Asmedy A. Perbedaan hasil belajar siswa yang diajar menggunakan model pembelajaran soal terbuka dengan model pembelajaran konvensional. *Ainara Journal (Jurnal Penelitian dan PKM Bidang Ilmu Pendidikan)*. 2021 Mar 10;2(2):79–88. <http://doi.org/10.54371/ainj.v2i2.36>
- Azhari, D. N., Julaehe, W., & Belajar, K. (2021). *Implementasi Metode Inkuiri dalam Matematika untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa SMA*. 11(2), 16–37. <https://doi.org/10.5035/pjme.v11i2.4529>
- Denisa Azura, Sahrun Nisa, Ari Suriani. Studi Literatur: Implementasi model based learning (PBL)

- untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa SD. Dewantara : Jurnal Pendidikan Sosial Humaniora. 2024 May 29;3(2):267–81. <http://doi.org/10.30640/dewantara.v3i2.2651>
- Dwi Rahma Putri R, Ratnasari T, Trimadani D, Halimatussakdiah H, Nathalia Husna E, Yulianti W. Pentingnya keterampilan abad 21 dalam pembelajaran matematika. science and education journal (SICEDU). 2022 Oct 30;1(2):449–59. <http://doi.org/10.31004/sicedu.v1i2.64>
- Faizah U, Subanji S, Susiswo S. Kemampuan bertanya siswa dalam kegiatan diskusi kelompok pada materi rasio trigonometri. JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika). 2021 Feb 2;9(2):70. <http://doi.org/10.25273/jipm.v9i2.8064>
- Firdaus A, Asikin M, Waluya B, Zaenuri Z. Problem based learning (PBL) untuk meningkatkan kemampuan matematika siswa. QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama . 2021 Jul 2;13(2):187–200. <http://doi.org/10.37680/qalamuna.v13i2.871>
- Firmansyah, E., Mubarika, M. P., Dwi, K., & Maulidia, A. (2020). “ *Implementasi model pembelajaran problem based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Koneksi Matematis serta Self-Efficacy Siswa SMA .*” 10(2), 51–64. <https://doi.org/10.5035/pjme.v10i2.2784>
- Fitraeni D, Rahmayani I, Irma A. Analisis kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari self esteem siswa SMK/SMA. JURING (Journal for Research in Mathematics Learning). 2022 Jun 30;5(2):177. <http://doi.org/10.24014/juring.v5i2.16856>
- Genç M, Akıncı M, Karataş İ, Çolakoğlu ÖM, Yılmaz Tıǧlı N. From Thinking to Creativity: The interplay of mathematical thinking perceptions, mathematical communication dispositions, and creative thinking dispositions. Behavioral Sciences. 2025 Oct 1;15(10):1346. <http://doi.org/10.3390/bs15101346>
- Hasbi, M., Suri, M., & Kurniawati, S. (2023). *Factors affecting the communication of mathematical ability for junior high school students.* 9(April).
- Hidayat, W., & Aripin, U. (2023). How to develop an e-lkpd with a scientific approach to achieving students' mathematical communication?. *Infinity Journal.* <https://doi.org/10.22460/infinity.v12i1.p85-100>.
- Indrawan, R., & Yaniawati, P. (2024). Metodologi penelitian : kuantitatif, kualitatif, dan campuran untuk manajemen, pembangunan, dan pendidikan. Bandung: PT Refika Adiyatama
- Kho R, Solihati T, Lumbantobing H. The impact of problem-based learning on motivation and mathematics outcome for sixth-grade students. Journal of Honai Math . 2024 Sep 7;7(3):363–78. <http://doi.org/10.30862/jhm.v7i3.693>
- Kritis, B., Matematis, K., Matematis, E. D., Sopari, Y. W., Daniarsa, Y., & Ulfatushiyam, N.

- (2022). *Pembelajaran inkuiri terbimbing untuk peningkatan kemampuan*. 12(1), 60–75.
<https://doi.org/10.23969/pjme.v12i1.5278>
- Kusumah YS, Kustiawati D, Herman T. The effect of geogebra in three-dimensional geometry learning on students' mathematical communication ability. *International Journal of Instruction* . 2020 Apr 1;13(2):895–908. <http://doi.org/10.29333/iji.2020.13260a>
- Lestari, N., Najih, M., Putri, I., Murtafiah, W., Yahya, F., & Suwarno, S. (2025). PIS content quantity-standardized test: Exploring vocational student's mathematical communication skills. *TEM Journal*. <https://doi.org/10.18421/tem141-75>.
- M A Maulyda et al., 2020. (2020). *Analysis of students ' verbal and written mathematical communication error in solving word problem* *Analysis of s tudents ' verbal and written mathematical communication error in solving word problem*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1538/1/012083>
- Nguyen, H., Nguyen, G., Nguyen, B., Truong, D., & Thai, L. (2025). Mathematical communication skills for high school students: A Comprehensive Review of Present Practices, Challenges, and Prospective Advancements. *TEM Journal*. <https://doi.org/10.18421/tem143-40>
- Nurdina T, **Yaniawati P**, Al-Tamar J. Blended learning in improving students' mathematical critical thinking and mathematical communication abilitie. *Pasundan Journal of Mathematics Education : Jurnal Pendidikan Matematika*. 2024 May 31;(Vol 14 No 1):70–86. <http://doi.org/10.23969/pjme.v14i1.9759>
- Rachmawati LN, Cholily YM, Zukhrufurrohman Z. Mathematics communication mistakes in solving hots. *Infinity Journal*. 2021 Jan 13;10(1):69. <http://doi.org/10.22460/infinity.v10i1.p69-80>
- Rehman, N. (2023). *learning*. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01914-5>
- S, N. T., & DwiYana, A. S. D. (2022). *Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah , komunikasi matematis melalui penerapan problem posing*. 12(1), 92–109. <https://doi.org/10.23969/pjme.v12i1.5336>
- Sinaga MG, Hidayat H, Sari DN, Nasution AE, Syahputri N. Penerapan model promblem based learning untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. *Journal on Education*. 2024 Jun 19;6(4):21080–8. <http://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6244>
- Thi, H., Nguyen, M., Thi, G., Nguyen, C., & Nguyen, B. N. (2025). *Mathematical Communication Skills for High School Students : A Comprehensive Review of Present Practices , Challenges , and Prospective Advancements*. 14(3), 2349–2360. <https://doi.org/10.18421/TEM143>

- Uyen, B., Tong, D., & Tram, N. (2021). Developing mathematical communication skills for students in Grade 8 in teaching congruent triangle topics. *European Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.3.1287>.
- Wijaya TT, Zhou Y, Ware A, Hermita N. Improving the creative thinking skills of the next generation of mathematics teachers using dynamic mathematics software. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 2021 Jul 13;16(13):212. <http://doi.org/10.3991/ijet.v16i13.21535>
- Wijaya, T., Yu, Q., Cao, Y., He, Y., & Leung, F. (2024). Latent profile analysis of ai literacy and trust in mathematics teachers and their Relations with ai dependency and 21st-Century Skills. *Behavioral Sciences*, 14. <https://doi.org/10.3390/bs14111008>.
- Yaniawati** et al ., 2019. (2019). *E-learning assisted problem based learning for self-regulated learning and mathematical problem solving* *E-learning assisted problem based learning for self-regulated learning and mathematical problem solving*. 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/4/042023>
- Yaniawati RP**, Indrawan R, Setiawan G. Core model on improving mathematical communication and connection, Analysis of Students' Mathematical Disposition. *International Journal of Instruction*. 2019 Oct 1;12(4):639–54. <http://doi.org/10.29333/iji.2019.12441a>