

KOMUNIKASI MATEMATIS DALAM PENDIDIKAN MATEMATIKA: KAJIAN LITERATUR SISTEMATIS TERHADAP TREN, METODE, BENTUK, DAN INDIKATOR

MATHEMATICAL COMMUNICATION IN MATHEMATICS EDUCATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW OF TRENDS, METHODS, FORMS, AND INDICATORS

NI LUH MARHAENI DEWI^{1*}, I WAYAN PUJA ASTAWA², I NENGAH SUPARTA³, GUSTI AYU MAHAYUKTI⁴, NI MADE SRI MERTASARI⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Buleleng, Indonesia
email:

^{1*}Corresponding Author: marhaeni@student.undiksha.ac.id

²puja.astawa@undiksha.ac.id, ³nengah.suparta@undiksha.ac.id, ⁴gustiyumahayukti@undiksha.ac.id,

⁵srimertasari@undiksha.ac.id

Article Info	ABSTRACT
<p>Article history: Received May 02, 2026 Revised May 28, 2026 Accepted May 30, 2026</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk memetakan penelitian komunikasi matematis dalam pendidikan matematika melalui <i>Systematic Literature Review</i>. Kajian difokuskan pada empat aspek, yaitu tren penelitian berdasarkan tahun publikasi dan jenjang pendidikan, metode penelitian yang digunakan, bentuk komunikasi matematis yang diukur, serta indikator kemampuan komunikasi matematis yang digunakan. Artikel diperoleh dari tiga basis data, yaitu Google Scholar, Scopus, dan ERIC, dengan rentang tahun publikasi 2022–2026. Dari 1.402 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 20 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis lebih lanjut. Analisis juga dilengkapi dengan pemetaan bibliometrik menggunakan VOSviewer untuk memvisualisasikan keterhubungan tema penelitian. Hasil kajian menunjukkan bahwa publikasi penelitian komunikasi matematis paling banyak ditemukan pada tahun 2023 dan paling banyak dilakukan pada jenjang SMP. Metode penelitian yang paling dominan adalah kualitatif deskriptif. Dari sisi bentuk komunikasi, penelitian terbagi antara pengukuran komunikasi tertulis saja dan komunikasi tertulis yang dipadukan dengan komunikasi lisan, sedangkan komunikasi lisan belum ditemukan sebagai fokus tunggal. Berdasarkan hasil penggabungan indikator, indikator yang paling sering digunakan adalah kemampuan menjelaskan ide atau solusi secara tertulis serta kemampuan menyatakan masalah ke dalam simbol, notasi, rumus, atau model matematika. Temuan ini menunjukkan bahwa penelitian komunikasi matematis masih berorientasi kuat pada komunikasi tertulis dan representasi simbolik, sementara komunikasi lisan masih tampak lebih terbatas.</p>
<p>Keywords: <i>Komunikasi Matematis</i> <i>Kajian Literatur Sistematis</i> <i>Indikator Komunikasi Matematis</i> <i>Komunikasi tertulis</i> <i>Komunikasi Lisan</i></p>	
<p>Copyright©2026 The Author(s). Published by LPPM Universitas Labuhanbatu. This is an open-access article under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY - NC - SA 4.0)</p>	

1. PENDAHULUAN

Kemampuan komunikasi matematis merupakan salah satu fokus penting dalam penelitian pendidikan matematika karena kemampuan ini berkaitan dengan cara siswa mengungkapkan ide, menjelaskan langkah penyelesaian, menyajikan representasi, serta mengomunikasikan makna matematika agar lebih dapat dipahami. Secara teoritis, komunikasi matematis telah mendapat

perhatian mendalam dari para ahli pendidikan matematika internasional. [1] melalui perspektif *commognition* menegaskan bahwa berpikir dan berkomunikasi merupakan dua aktivitas yang tidak dapat dipisahkan, berpikir pada dasarnya adalah bentuk komunikasi itu sendiri. Dengan demikian, pembelajaran matematika dapat dipahami sebagai proses perubahan dan perkembangan cara berpikir matematis siswa melalui interaksi, penggunaan simbol, representasi, dan argumentasi. Sejalan dengan itu, [2] menunjukkan bahwa norma sosiomatematik berperan dalam membentuk kualitas interaksi di kelas melalui diskusi, pemberian alasan, dan evaluasi strategi, siswa tidak hanya berfokus pada jawaban akhir, tetapi juga pada penalaran yang mendasarinya. Hasil penelitian [3] menunjukkan bahwa pembelajaran yang menekankan diskursus matematika (*mathematical discourse*) memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konseptual siswa. Melalui kegiatan menjelaskan, mengemukakan alasan, dan mendiskusikan strategi penyelesaian masalah, siswa memperoleh kesempatan untuk membangun dan memperdalam pemahaman terhadap konsep-konsep matematika.

Perhatian terhadap komunikasi matematis tidak hanya berkembang pada tataran teoritis, tetapi juga mendorong banyak penelitian empiris, termasuk di Indonesia. Berbagai kajian telah menguji pengaruh model pembelajaran, misalnya melalui pengujian model Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL), Creative Problem Solving, dan Treffinger terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa [4], [5], [6]. Ragam model yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa komunikasi matematis dipandang sebagai kemampuan yang penting untuk dikembangkan secara sengaja melalui desain pembelajaran yang tepat, bukan sekadar sebagai hasil sampingan dari pembelajaran matematika.

Penelitian mengenai komunikasi matematis telah dilakukan dalam berbagai konteks pembelajaran, jenjang pendidikan, dan pendekatan penelitian. Sejumlah studi menelaah kemampuan komunikasi matematis siswa melalui penerapan model, strategi, maupun media pembelajaran yang berbeda, sehingga menunjukkan bahwa topik ini telah mendapat perhatian yang cukup luas dalam penelitian pendidikan matematika. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada temuan empiris masing-masing studi, sehingga informasi mengenai kecenderungan publikasi, metode yang digunakan, bentuk komunikasi yang diukur, dan indikator yang diterapkan masih tersebar di berbagai artikel dan belum tersintesis secara komprehensif.

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan sintesis seperti *bibliometric analysis* dan *meta-analysis* mulai digunakan dalam penelitian pendidikan matematika untuk membaca arah perkembangan suatu bidang secara lebih sistematis. Sejumlah peneliti telah menggunakan pendekatan ini, misalnya memetakan perkembangan riset etnomatematika dalam jurnal pendidikan matematika Indonesia, dan menunjukkan melalui *meta-analysis* bahwa pembelajaran berbasis etnomatematika berpengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa [7], [8]. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa ketika publikasi dalam suatu bidang mulai berkembang, diperlukan kajian sintesis untuk mengidentifikasi kecenderungan penelitian secara lebih menyeluruh. Namun, sejauh penelusuran penulis, belum tampak kajian yang secara khusus memetakan penelitian komunikasi matematis dalam pendidikan matematika dari sisi tren publikasi, metode penelitian, bentuk komunikasi yang diukur, dan indikator yang digunakan.

Empat fokus kajian dipilih untuk melihat komunikasi matematis sebagai objek penelitian yang berkembang dalam berbagai konteks, yaitu tren publikasi, metode penelitian, bentuk komunikasi yang diukur, dan indikator yang digunakan. Keempat fokus tersebut digunakan untuk memetakan kecenderungan penelitian sekaligus melihat bagaimana komunikasi matematis dioperasionalkan dalam artikel yang dianalisis.

Dalam penelitian ini, pemetaan bibliometrik digunakan sebagai pelengkap analisis *Systematic Literature Review* untuk memberikan gambaran visual mengenai keterhubungan tema penelitian komunikasi matematis. Visualisasi jaringan kata kunci memungkinkan identifikasi kluster topik dan kecenderungan tema yang berkembang dalam literatur [9]. Dengan demikian, bibliometrik tidak hanya berfungsi sebagai visualisasi data, tetapi juga memperkuat interpretasi terhadap pola kajian yang ditemukan melalui sintesis artikel.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menjawab empat pertanyaan, yaitu bagaimana tren publikasi dan jenjang penelitian, metode yang digunakan, bentuk komunikasi yang diukur, serta indikator komunikasi matematis yang digunakan dalam penelitian pendidikan matematika.

2. METODE PENELITIAN

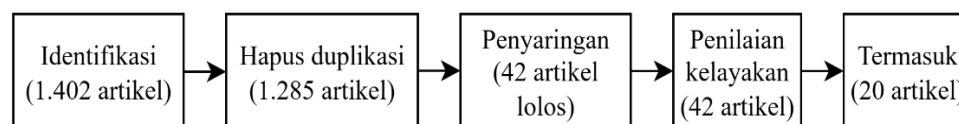
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis *Systematic Literature Review* (SLR). SLR merupakan metode kajian yang dilakukan secara sistematis melalui proses identifikasi, peninjauan, evaluasi, dan interpretasi terhadap penelitian-penelitian yang relevan untuk menjawab

pertanyaan penelitian [10]. Pengumpulan data dilakukan dengan mengikuti kerangka PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) agar proses seleksi dan pelaporan artikel disajikan secara transparan dan sistematis [11]. Hasil analisis disajikan secara deskriptif dalam bentuk narasi, tabel frekuensi, dan persentase untuk menggambarkan kecenderungan penelitian komunikasi matematis.

Sebelum pencarian artikel dilakukan, ditetapkan terlebih dahulu kriteria inklusi dan eksklusi sebagai panduan dalam proses seleksi artikel. Kriteria ini berfungsi untuk memastikan bahwa artikel yang dianalisis relevan, berkualitas, dan sesuai dengan tujuan penelitian. Kriteria inklusi meliputi: artikel jurnal *peer-reviewed*, terbit pada tahun 2022–2026, membahas kemampuan komunikasi matematis secara eksplisit, serta ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Adapun kriteria eksklusi meliputi artikel yang hanya menyinggung komunikasi matematis secara sekilas, artikel berupa buku, skripsi, tesis, prosiding, atau artikel review, artikel duplikat, serta artikel pada jurnal yang tidak terindeks Scopus atau minimal Sinta 3.

Pencarian artikel dilakukan pada tiga database akademik, yaitu Google Scholar dan Scopus melalui bantuan aplikasi *Publish or Perish 8*, serta ERIC melalui laman web resmi ERIC (<https://eric.ed.gov/>). Pada Google Scholar, pencarian dilakukan menggunakan filter *title words* sehingga kata kunci difokuskan pada judul artikel. Hal ini dilakukan mengingat aplikasi *Publish or Perish 8* memiliki batas maksimal 1.000 hasil pencarian per *query*, sehingga penggunaan filter *title words* diperlukan untuk memastikan hasil yang diperoleh tetap relevan dan tidak melebihi kapasitas tersebut. Pada Scopus, pencarian dilakukan menggunakan filter *keywords*, sedangkan pada ERIC pencarian dilakukan menggunakan filter *title* melalui laman pencarian resminya. Pencarian dibatasi pada artikel yang diterbitkan antara tahun 2022 hingga 2026. Penelusuran dilakukan menggunakan delapan kata kunci dalam dua bahasa, yaitu: (1) indikator komunikasi matematis, (2) kemampuan komunikasi matematis, (3) komunikasi matematis tulis, (4) komunikasi matematis lisan, (5) *indicator mathematical communication*, (6) *mathematical communication ability*, (7) *mathematical communication written*, dan (8) *mathematical communication oral*.

Hasil identifikasi dari seluruh database adalah sebanyak 1.402 artikel, dengan rincian 874 artikel dari Google Scholar, 68 artikel dari ERIC, dan 460 artikel dari Scopus. Artikel tersebut kemudian diseleksi mengikuti alur PRISMA yang terdiri dari empat tahapan, yaitu *identification*, penyaringan (*screening*), penilaian kelayakan (*eligibility*), dan penentuan artikel yang termasuk dalam analisis akhir (*included*), sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA

Setelah dilakukan penghapusan duplikasi menggunakan aplikasi Zotero, diperoleh 1.285 artikel unik. Pada tahap *screening*, dilakukan peninjauan judul dan abstrak menggunakan Rayyan AI (<https://www.rayyan.ai/>) berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Sebanyak 1.243 artikel dieksklusi dengan rincian: 974 artikel hanya menyebut komunikasi matematis secara selintas; 183 artikel berupa buku, skripsi, tesis, artikel *review*, atau artikel *proceedings*; serta 86 artikel tidak terindeks Scopus atau minimal Sinta 3. Dari tahap ini, tersisa 42 artikel yang melanjutkan ke tahap *eligibility*. Pada tahap *eligibility*, dilakukan penelaahan *full text* untuk memverifikasi kesesuaian isi artikel dengan empat bahasan analisis yang telah ditetapkan, serta memastikan keberagaman representasi dari segi tahun publikasi, jenjang pendidikan, metode penelitian, bentuk komunikasi matematis, dan indikator kemampuan komunikasi matematis agar sintesis data yang dihasilkan lebih komprehensif. Dari tahap ini, sebanyak 22 artikel dieksklusi. Akhirnya, diperoleh 20 artikel yang memenuhi seluruh kriteria dan dimasukkan sebagai sampel final dalam analisis SLR ini.

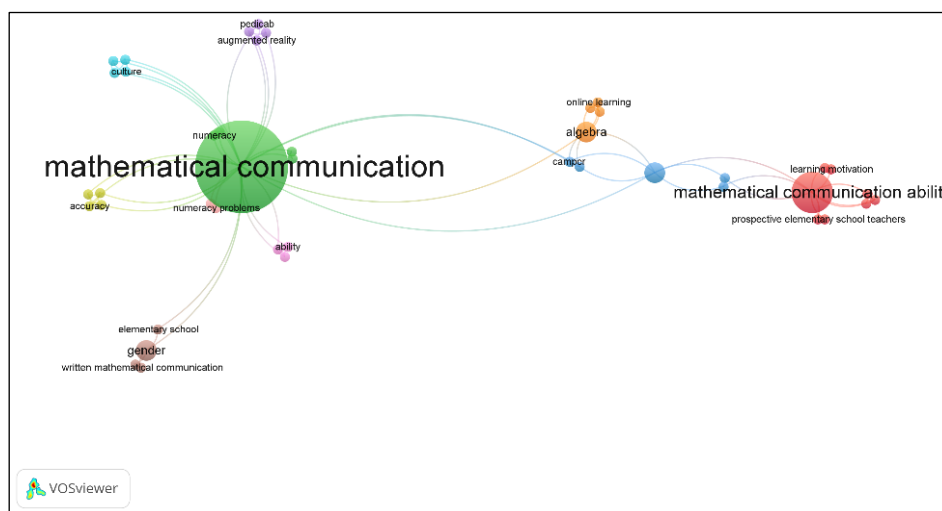
Data dari artikel terpilih diekstraksi berdasarkan empat fokus kajian, yaitu tren penelitian, metode penelitian, bentuk komunikasi matematis yang diukur, dan indikator komunikasi matematis yang digunakan. Pada aspek indikator, pengodean dilakukan dengan menggabungkan indikator-indikator yang memiliki kesamaan makna meskipun menggunakan redaksi yang berbeda. Setiap artikel kemudian dikodekan berdasarkan keberadaan kategori indikator gabungan tersebut. Tanda centang diberikan apabila artikel memuat indikator terkait, baik melalui rumusan indikator, deskriptor, instrumen, maupun uraian analisis hasil penelitian. Proses kategorisasi indikator dilakukan melalui *expert judgment* guna memverifikasi kesesuaian kategori gabungan dengan konstruk teoretis komunikasi matematis yang berlaku, sehingga konsistensi dan objektivitas pengodean dapat terjaga.

Analisis data dilakukan secara deskriptif melalui tahapan pengorganisasian artikel, kategorisasi, sintesis, penyajian hasil, dan penarikan kesimpulan [10]. Selain itu, pemetaan bibliometrik dilakukan

menggunakan VOSviewer untuk memvisualisasikan jaringan ko-kemunculan kata kunci sebagai analisis pelengkap terhadap sintesis artikel [12].

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pemetaan bibliometrik dilakukan menggunakan VOSviewer untuk memvisualisasikan jaringan ko-kemunculan kata kunci (*keyword co-occurrence*) dari 20 artikel yang dianalisis. Dari 60 kata kunci yang teridentifikasi, sebanyak 43 kata kunci membentuk jaringan terhubung dan ditampilkan dalam peta, sedangkan 17 kata kunci lainnya tidak ditampilkan karena tidak memiliki keterhubungan yang cukup signifikan dengan jaringan utama. Hasil visualisasi tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Jaringan Ko-kemunculan Kata Kunci (VOSviewer)

Berdasarkan peta pada Gambar 2, terbentuk 10 kluster kata kunci. Ukuran node mencerminkan frekuensi kemunculan kata kunci, sedangkan jarak antarnode menunjukkan tingkat kedekatan hubungan. *Mathematical communication* merupakan kata kunci paling dominan dan menjadi topik inti dalam jaringan, terhubung dengan beragam topik seperti *numeracy*, *gender*, *written mathematical communication*, *augmented reality*, dan *ability*. Kata kunci *mathematical communication ability* juga tampak sebagai simpul penting yang berkaitan dengan *learning motivation* dan subjek calon guru sekolah dasar. Di antara kedua simpul tersebut, kata kunci *algebra* dan *online learning* berperan sebagai penghubung tematik, mengindikasikan bahwa kajian komunikasi matematis juga dikaitkan dengan konteks materi aljabar dan pembelajaran daring.

Interpretasi kepadatan (*density*) peta menunjukkan bahwa kluster *mathematical communication* dan *mathematical communication ability* memiliki kepadatan tertinggi, mengindikasikan bahwa keduanya merupakan area penelitian paling intensif dan masih berpusat pada pengukuran serta pengembangan kemampuan. Jika ditinjau melalui *overlay visualization* berbasis tahun publikasi, tampak pergeseran minat penelitian dari fokus pada indikator komunikasi tertulis menuju kajian yang lebih kontekstual, seperti numerasi dan pembelajaran daring. Sementara itu, kluster yang berkaitan dengan komunikasi lisan dan representasi multimodal memiliki kepadatan rendah sehingga dapat dikategorikan sebagai *novelty cluster* yang masih terbuka luas untuk diteliti. Pergeseran ini mencerminkan evolusi penelitian yang bergerak dari kajian kemampuan dasar menuju konteks pembelajaran yang lebih kompleks dan beragam, meskipun aspek komunikasi lisan dan multimodal masih memerlukan perhatian lebih besar dari komunitas peneliti.

Secara keseluruhan, peta bibliometrik ini menunjukkan bahwa penelitian komunikasi matematis pada rentang 2022–2026 masih terpusat pada kata kunci *mathematical communication* sebagai topik utama. Jaringan kata kunci yang membentuk 10 kluster memperlihatkan bahwa kajian ini telah berkembang ke berbagai arah, mencakup kemampuan komunikasi matematis, numerasi, gender, motivasi belajar, aljabar, pembelajaran daring, serta konteks pendidikan dasar. Dengan demikian, hasil pemetaan ini menegaskan bahwa penelitian komunikasi matematis bersifat multidimensional dan terus dihubungkan dengan beragam variabel, konteks materi, dan karakteristik subjek penelitian.

Daftar 20 artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan digunakan sebagai sampel analisis dalam penelitian ini diberi kode A01 sampai A20. Daftar kode artikel tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Kode Artikel yang Dianalisis

Kode Artikel	Penulis, Tahun Terbit	Indeks Jurnal
A01	Kristiani dkk., 2024 [13]	Scopus Q2
A02	Dewi & Kuswanto, 2023 [14]	Scopus Q2
A03	Ristianita dkk., 2025 [15]	Scopus Q3
A04	Pantaleon dkk., 2023 [16]	Scopus Q3
A05	Bina dkk., 2024 [17]	Scopus Q3
A06	Lestari dkk., 2025 [18]	Scopus Q3
A07	Priatna dkk., 2023 [19]	Sinta 2
A08	Elfareta & Murtiyasa, 2022 [20]	Sinta 2
A09	Faizah & Sugandi, 2022 [21]	Sinta 2
A10	Prayogo dkk., 2024 [22]	Sinta 2
A11	Utami dkk., 2023 [23]	Sinta 2
A12	Yuliany dkk., 2024 [24]	Sinta 3
A13	Buyung dkk., 2022 [25]	Sinta 3
A14	Pujianti dkk., 2023 [26]	Sinta 3
A15	Zahra & Rahaju, 2025 [27]	Sinta 3
A16	Putri & Setianingsih, 2024 [28]	Sinta 3
A17	Wahyuni & Swastika, 2024 [29]	Sinta 3
A18	Bariyah & Wandini, 2023 [30]	Sinta 3
A19	Ariyanto dkk., 2023 [31]	Sinta 3
A20	Wijaya & Yusup, 2023 [32]	Sinta 3

Berdasarkan telaah sistematis terhadap 20 artikel terpilih, hasil analisis disajikan ke dalam empat bahasan sebagai berikut.

Tren Penelitian

Distribusi publikasi berdasarkan tahun dan jenjang pendidikan dalam 20 artikel disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tren Penelitian Berdasarkan Tahun dan Jenjang Pendidikan

Kategori	Sub-Kategori	Kode Artikel	Jumlah Artikel	Persentase (%)
Tahun Publikasi	2022	A08, A09, A13	3	15%
	2023	A02, A04, A07, A11, A14, A18, A19, A20	8	40%
	2024	A01, A05, A10, A12, A16, A17	6	30%
	2025	A03, A06, A15	3	15%
	SD (<i>Elementary School</i>)	A18	1	5%
Jenjang Pendidikan	SMP (<i>Junior High School</i>)	A01, A08, A09, A10, A12, A13, A14, A15, A16, A20	10	50%
	SMA (<i>Senior High School</i>)	A02, A05, A17	3	15%
	SMK (<i>Vocational School</i>)	A06, A19	2	10%
	Perguruan Tinggi (<i>University</i>)	A03, A04, A07, A11	4	20%

Analisis tren menunjukkan bahwa penelitian komunikasi matematis mengalami peningkatan jumlah publikasi pada tahun 2023 dengan jumlah publikasi terbanyak sebesar 8 artikel (40%), kemudian mengalami penurunan pada tahun 2024 sebanyak 6 artikel (30%), sementara tahun 2022 dan 2025 menjadi tahun dengan publikasi paling sedikit, masing-masing sebanyak 3 artikel (15%). Pola ini mengindikasikan bahwa minat penelitian terhadap komunikasi matematis sempat menunjukkan kenaikan pada tahun 2023 namun belum menunjukkan pola yang konsisten dalam beberapa tahun terakhir.

Sekolah Menengah Pertama (SMP) merupakan jenjang pendidikan yang paling banyak menjadi *setting* penelitian, yaitu sebanyak 10 artikel (50%), diikuti oleh Perguruan Tinggi sebanyak 4 artikel (20%), Sekolah Menengah Atas (SMA) sebanyak 3 artikel (15%), Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebanyak 2 artikel (10%), dan Sekolah Dasar (SD) sebanyak 1 artikel (5%). Temuan ini menunjukkan bahwa jenjang SMP merupakan jenjang yang paling banyak menjadi fokus penelitian komunikasi matematis dalam artikel-artikel yang dianalisis.

Dominannya jenjang SMP dalam artikel yang dianalisis dapat dipahami karena banyak materi pada jenjang ini menuntut transisi dari pemahaman konkret menuju representasi simbolik dan formal. [13] misalnya, memilih siswa kelas VIII SMP pada materi persamaan garis lurus karena materi tersebut merupakan prasyarat untuk materi lanjut seperti fungsi kuadrat dan program linear, memiliki penerapan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi masih dianggap sulit oleh siswa karena berkaitan dengan grafik, bidang Kartesius, dan aljabar. Artikel tersebut juga menyebutkan bahwa hasil observasi lapangan menunjukkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi persamaan garis lurus masih relatif rendah.

Hal serupa tampak pada penelitian lainnya yang memilih siswa kelas VIII SMP pada materi SPLDV karena materi tersebut dapat disajikan dalam bentuk masalah kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari [32]. Melalui materi SPLDV, siswa diharapkan dapat menafsirkan masalah menggunakan bahasa matematika, simbol, atau notasi matematika, serta mengomunikasikan proses penyelesaian dari masalah yang diberikan. Penelitian berikutnya juga menunjukkan alasan pentingnya kajian pada jenjang SMP, terutama pada materi aljabar [21]. Artikel tersebut menyatakan bahwa aljabar merupakan materi penting karena secara implisit maupun eksplisit diperlukan dalam aktivitas kehidupan sehari-hari. Namun, berdasarkan wawancara dengan guru matematika kelas VII, siswa masih kurang mampu menuliskan proses pemecahan masalah pada materi aljabar dengan baik. Hal ini memperkuat alasan mengapa jenjang SMP banyak menjadi fokus penelitian komunikasi matematis.

Metode Penelitian

Distribusi metode penelitian yang digunakan dalam 20 artikel disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Metode Penelitian

Pendekatan Penelitian	Kode Artikel	Jumlah Artikel	Persentase (%)
Kualitatif deskriptif	A01, A06, A07, A08, A09, A10, A14, A15, A19, A20	10	50%
Kualitatif studi kasus	A04, A11, A12, A16	4	20%
Kuantitatif deskriptif	A13, A18	2	10%
Kuantitatif eksperimen	A02	1	5%
Kualitatif studi fenomenologi	A03	1	5%
<i>Research and development (R&D)</i>	A05	1	5%
<i>Mixed methods</i>	A17	1	5%

Berdasarkan pendekatan yang digunakan, penelitian komunikasi matematis didominasi oleh pendekatan kualitatif, yaitu 15 dari 20 artikel (75%). Secara lebih rinci, jenis penelitian yang paling banyak digunakan adalah kualitatif deskriptif sebanyak 10 artikel (50%), diikuti kualitatif studi kasus 4 artikel (20%), kuantitatif deskriptif 2 artikel (10%), serta kualitatif studi fenomenologi, kuantitatif eksperimen, *research and development (R&D)*, dan *mixed methods* masing-masing 1 artikel (5%). Kecenderungan ini menunjukkan bahwa kajian komunikasi matematis lebih banyak diarahkan pada upaya memahami bagaimana siswa mengungkapkan, menjelaskan, dan merepresentasikan ide matematis dalam proses pembelajaran, bukan semata-mata menekankan hasil numerik. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian [21] yang menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk menganalisis kemampuan komunikasi matematis tulis siswa, disertai wawancara guna melengkapi informasi yang tidak sepenuhnya tampak pada lembar jawaban.

Bentuk Komunikasi Matematis yang Diukur

Komunikasi matematis dapat diekspresikan melalui bentuk tertulis dan lisan. Komunikasi matematis tertulis dapat dipahami sebagai penyampaian ide atau pemahaman matematika melalui tulisan pada lembar jawaban, sedangkan komunikasi matematis lisan dapat dipahami sebagai penyampaian ide atau pengetahuan matematika secara verbal di hadapan orang lain, dan bila diperlukan dapat disertai penulisan di papan [16]. Distribusi bentuk komunikasi matematis yang diukur dalam 20 artikel disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Bentuk Komunikasi Matematis yang Diukur

Bentuk Komunikasi Matematis	Kode Artikel	Jumlah Artikel	Persentase (%)
Tertulis saja (<i>Written only</i>)	A02, A03, A05, A09, A10, A11, A12, A14, A19, A20	10	50%

Tertulis + Lisan (<i>Written + Oral</i>)	A01, A04, A06, A07, A08, A13, A15, A16, A17, A18	10	50%
--	--	----	-----

Berdasarkan Tabel 4, dari 20 artikel yang dianalisis, masing-masing 10 artikel (50%) mengukur komunikasi matematis secara tertulis saja dan tertulis + lisan, sedangkan tidak ditemukan artikel yang secara khusus hanya mengukur komunikasi matematis lisan. Temuan ini menunjukkan bahwa komunikasi tertulis masih menjadi fokus utama dalam penelitian komunikasi matematis. Meskipun 50% artikel telah menggabungkan bentuk tertulis dan lisan, komunikasi lisan belum tampak sebagai fokus tunggal, melainkan cenderung digunakan sebagai pelengkap untuk memperkuat atau memverifikasi data tertulis.

Kecenderungan komunikasi tertulis menjadi fokus utama juga berkaitan dengan jenis instrumen yang digunakan dalam artikel-artikel yang dianalisis. Banyak penelitian menggunakan tes tertulis sebagai instrumen utama karena kemampuan komunikasi matematis dapat dilihat dari jawaban siswa, langkah penyelesaian, penggunaan simbol, model matematika, gambar, dan kesimpulan tertulis. [21] meneliti komunikasi matematis tulis, sedangkan wawancara digunakan untuk memperoleh informasi tambahan atau mengonfirmasi jawaban yang kurang jelas.

Indikator Komunikasi Matematis yang Digunakan

Indikator komunikasi matematis adalah kriteria operasional yang dirumuskan peneliti untuk merepresentasikan aspek-aspek kemampuan komunikasi matematis yang diamati dan diukur pada siswa [13], [14]. Indikator komunikasi matematis dalam 20 artikel memiliki redaksi yang beragam. Oleh karena itu, indikator yang memiliki kesamaan makna digabungkan menjadi delapan kategori, yaitu I₁ sampai I₈. Penggabungan dilakukan dengan mempertimbangkan rumusan indikator, deskriptor, instrumen, dan uraian analisis hasil penelitian. Hasil penggabungan indikator disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penggabungan Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis

Kode Indikator	Indikator Gabungan	Contoh Rumusan dari Artikel
I ₁	Mengidentifikasi hal yang diketahui dan ditanyakan dari masalah	"Describe elements known and those that can be proven" (A04); "Menulis informasi yang diketahui dan ditanyakan" (A06); "Menuliskan yang diketahui dan ditanyakan pada soal" (A16)
I ₂	Menjelaskan ide atau solusi secara tertulis menggunakan bahasa sendiri	"Expressing mathematical ideas" (A01); "Consolidating thoughts in writing" (A07); "Menulis penyelesaian berdasarkan penalaran" (A06); "Written text" (A20)
I ₃	Menyajikan ide atau solusi dalam bentuk gambar, grafik, diagram, atau tabel	"Express mathematical idea in the form of picture, graph, or diagram" (A03); "Drawing" (A11); "Menggambar" (A13)
I ₄	Menyatakan masalah ke dalam simbol, notasi, rumus, atau model matematika	"Mathematical expression" (A12); "Using symbols, signs, terms, or mathematical formulas" (A04); "Menyatakan objek nyata ke dalam model matematika" (A10)
I ₅	Menyusun strategi atau langkah penyelesaian secara sistematis	"Solving physics problems using mathematical equations" (A02); "Present completion steps" (A04); "Menggunakan strategi penyelesaian sesuai masalah" (A06)
I ₆	Memberikan alasan atau argumen yang mendukung penyelesaian	"Justify the reasoning process by presenting supporting arguments" (A04); "Provide a solution with rational reasons" (A03); "Memeriksa dan menilai pemikiran matematika orang lain" (A17)
I ₇	Menarik kesimpulan berdasarkan hasil penyelesaian	"Drawing conclusions at the end of solution" (A01); "Present conclusion" (A04); "Menulis kesimpulan berdasarkan penalaran" (A06)
I ₈	Mengomunikasikan ide secara lisan	"Menyimak, berdiskusi, dan menulis tentang matematika" (A10); "Mengungkapkan ide matematika secara lisan" (A18); "Menjelaskan ide secara lisan dan tertulis" (A17)

Berdasarkan Tabel 5, kedelapan indikator gabungan tersebut selanjutnya dipetakan pada masing-masing artikel untuk melihat indikator mana saja yang digunakan dan tidak digunakan oleh tiap peneliti. Pemetaan ini disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Distribusi Penggunaan Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis

Kode	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈
A01	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
A02	-	-	✓	✓	✓	-	-	-
A03	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-
A04	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
A05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
A06	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-
A07	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
A08	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
A09	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
A10	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓
A11	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
A12	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
A13	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
A14	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
A15	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
A16	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓
A17	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
A18	-	✓	-	-	-	-	-	✓
A19	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A20	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-
Total	8	18	15	18	12	8	8	6
Persentase	40%	90%	75%	90%	60%	40%	40%	30%

Keterangan: tanda centang (✓) menunjukkan bahwa artikel memuat kategori indikator terkait, baik melalui rumusan indikator, deskriptor, instrumen, maupun uraian analisis hasil penelitian.

Berdasarkan Tabel 6, indikator yang paling banyak digunakan adalah I₂ dan I₄, masing-masing muncul pada 18 dari 20 artikel atau sebesar 90%. Indikator I₂, yaitu kemampuan menjelaskan ide atau solusi secara tertulis menggunakan bahasa sendiri, banyak digunakan karena sebagian besar artikel memosisikan komunikasi matematis sebagai kemampuan siswa dalam menuangkan ide, informasi, dan proses penyelesaian ke dalam bentuk tulisan. Hal ini tampak pada beberapa artikel diantaranya, [13] menggunakan indikator *expressing mathematical ideas*, [19] menggunakan indikator *consolidating thoughts in writing*, sedangkan [32] menggunakan indikator *written text* sebagai kemampuan menulis penjelasan jawaban secara logis, jelas, terstruktur, dan sistematis. Dengan demikian, tingginya kemunculan I₂ menunjukkan bahwa komunikasi matematis masih banyak dioperasionalkan melalui kemampuan siswa menuliskan ide atau solusi secara tertulis.

Indikator I₄, yaitu kemampuan menyatakan masalah ke dalam simbol, notasi, rumus, atau model matematika, juga muncul pada 18 artikel atau sebesar 90%. Dominannya indikator ini menunjukkan bahwa banyak penelitian memandang komunikasi matematis sebagai kemampuan menerjemahkan situasi atau permasalahan ke dalam bahasa matematika formal. Hal ini tampak pada [14] yang menggunakan indikator seperti *creating an equation*, *formulating mathematical equations*, dan *solving physics problems using mathematical equations*. [16] dan [17] juga mencantumkan indikator penggunaan simbol, tanda, istilah, atau rumus matematika untuk menyampaikan ide matematis. Selain itu, [22] menggunakan indikator menyatakan objek nyata, situasi, dan peristiwa sehari-hari ke dalam bentuk model matematika. Dengan demikian, I₄ banyak digunakan karena komunikasi matematis tidak hanya menuntut siswa menuliskan ide, tetapi juga mengekspresikan ide tersebut ke dalam simbol, notasi, persamaan, atau model matematika.

Secara konseptual, dominasi I₂ dan I₄ mencerminkan budaya evaluasi matematika yang masih berbasis tulisan. Tes tertulis lebih mudah distandarisasi dan diukur secara objektif, sehingga menjadi pilihan utama dalam penelitian yang mengedepankan reliabilitas pengukuran. Sebaliknya, komunikasi lisan belum banyak dijadikan fokus pengukuran, kemungkinan karena penelitian komunikasi matematis di Indonesia masih didominasi oleh desain *quasi-experimental* yang mengandalkan instrumen tes tertulis sebagai alat ukur utama, sehingga aspek komunikasi lisan kurang terakomodasi dalam rancangan penelitian yang ada. Implikasi pedagogis dari temuan ini adalah perlunya perancangan pembelajaran yang secara eksplisit melatih siswa mengekspresikan pemahaman matematis secara

lisan, misalnya melalui diskusi kelas terstruktur, presentasi, atau wawancara matematis. Tanpa intervensi sistematis, komunikasi lisan akan terus terabaikan dalam asesmen, sehingga gambaran kemampuan komunikasi matematis siswa yang diperoleh menjadi tidak menyeluruh. Selain itu, dominasi komunikasi tertulis juga berkaitan erat dengan *assessment culture* dalam konteks pendidikan matematika Indonesia, di mana ujian tertulis masih menjadi ukuran tunggal keberhasilan belajar matematika.

Indikator I_3 , yaitu menyajikan ide atau solusi dalam bentuk gambar, grafik, diagram, atau tabel, muncul pada 15 artikel atau sebesar 75%. Kemunculan indikator ini menunjukkan bahwa representasi visual masih menjadi bagian penting dalam pengukuran komunikasi matematis. [15] menggunakan indikator yang berkaitan dengan ekspresi ide matematika dalam bentuk gambar, grafik, atau diagram. [23] menggunakan indikator *drawing*, yaitu penyampaian gagasan matematika atau penyelesaian masalah melalui gambar. [24] dan [32] juga menggunakan indikator *drawing* sebagai salah satu indikator utama komunikasi matematis. Namun, I_3 tidak muncul pada seluruh artikel karena tidak semua konteks materi atau instrumen penelitian menuntut siswa membuat gambar, grafik, diagram, atau tabel. Beberapa artikel lebih menekankan penyelesaian berbasis penalaran, strategi pemecahan masalah, atau komunikasi lisan sehingga representasi visual tidak dijadikan indikator utama. Hal ini tampak pada [18], yang menggunakan indikator penulisan informasi yang diketahui dan ditanyakan, strategi pemecahan masalah, penyelesaian berbasis penalaran, dan penarikan kesimpulan, tanpa merumuskan gambar, grafik, diagram, atau tabel sebagai indikator tersendiri.

Indikator I_5 , yaitu menyusun strategi atau langkah penyelesaian secara sistematis, muncul pada 12 artikel atau sebesar 60%. Indikator ini banyak digunakan pada artikel yang mengaitkan komunikasi matematis dengan pemecahan masalah. [16] dan [17] menggunakan indikator *present completion steps* serta menjelaskan konsep, fakta, atau metode yang berkaitan dengan proses pemecahan masalah. [18] juga menggunakan indikator *using problem-solving strategies following the problems presented*, sedangkan [21] menggunakan indikator mengungkapkan strategi dan menyelesaikan permasalahan dari strategi yang dibuat. Hal ini menunjukkan bahwa dalam artikel-artikel yang berorientasi pada pemecahan masalah, komunikasi matematis tidak hanya dinilai dari jawaban akhir, tetapi juga dari kemampuan siswa menyusun langkah penyelesaian secara runtut dan sistematis.

Indikator I_1 , I_6 , dan I_7 masing-masing muncul pada 8 artikel atau sebesar 40%. Indikator I_1 , yaitu mengidentifikasi hal yang diketahui dan ditanyakan dari masalah, digunakan pada artikel yang secara eksplisit menjadikan pemahaman awal terhadap informasi soal sebagai bagian dari komunikasi matematis. [16] dan [17] menggunakan indikator *describe the elements known and those that can be proven*, sedangkan [18] menggunakan indikator *writing down information that is known and asked including concepts related to context according to the problem*. [26] juga menggunakan indikator menulis informasi yang ada pada soal dengan mencatat apa yang diketahui dan ditanyakan. I_1 tidak muncul pada semua artikel karena sebagian artikel memasukkan aktivitas mengidentifikasi informasi sebagai bagian dari indikator lain, misalnya sebagai bagian dari *expressing mathematical ideas* atau langkah penyelesaian, bukan indikator tersendiri. Hal ini tampak pada [13] yang menggunakan indikator *expressing mathematical ideas* dan menjelaskan bahwa indikator tersebut menilai kemampuan siswa mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan dari masalah.

Indikator I_6 , yaitu memberikan alasan atau argumen yang mendukung penyelesaian, juga muncul pada 8 artikel atau sebesar 40%. Indikator ini tampak pada artikel yang menempatkan komunikasi matematis sebagai proses yang berkaitan dengan penalaran. [15] menggunakan indikator *provide a solution of mathematical problems with rational reasons*. [16] dan [17] menggunakan indikator *justify the reasoning process by presenting supporting reasons or arguments*. Sementara itu, [22] memasukkan kegiatan membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi, dan generalisasi. Indikator ini tidak muncul secara dominan karena tidak semua penelitian menuntut siswa memberikan justifikasi secara eksplisit. Pada beberapa artikel, alasan atau argumen dapat tercakup dalam proses penyelesaian, tetapi tidak dirumuskan sebagai indikator khusus. Hal ini tampak pada artikel yang menggunakan indikator umum seperti *written text*, *mathematical expression*, dan *drawing*, sehingga aspek justifikasi tidak dipisahkan sebagai indikator tersendiri [24], [32].

Indikator I_7 , yaitu menarik kesimpulan berdasarkan hasil penyelesaian, muncul pada 8 artikel atau sebesar 40%. Indikator ini tampak pada [13] melalui indikator *drawing conclusions at the end of solution*. [16] dan [17] menggunakan indikator *present conclusion*, sedangkan [18] menggunakan indikator *writing down conclusions based on reasoning*. Pada [18], indikator kesimpulan juga tampak dalam perbandingan data tes dan wawancara. Beberapa siswa mampu menyebutkan kesimpulan saat diwawancarai, tetapi tidak menuliskannya secara lengkap pada lembar jawaban. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan menyimpulkan sering kali menjadi bagian penting dalam komunikasi matematis, tetapi tidak selalu dirumuskan sebagai indikator tersendiri pada semua artikel. Artikel yang menggunakan indikator umum seperti *written text*, *mathematical expression*, dan *drawing* tidak selalu memisahkan kesimpulan sebagai indikator khusus.

Indikator yang paling sedikit digunakan adalah I_8 , yaitu mengomunikasikan ide secara lisan, yang muncul pada 6 artikel atau sebesar 30%. Rendahnya kemunculan I_8 menunjukkan bahwa komunikasi lisan belum banyak dijadikan indikator eksplisit dalam penelitian komunikasi matematis. Beberapa artikel memang menggunakan wawancara, diskusi, atau observasi, tetapi fungsi lisan dalam artikel tersebut sering kali hanya sebagai data pendukung atau triangulasi terhadap jawaban tertulis. [18] misalnya, membedakan komunikasi matematis tertulis dan verbal, tetapi indikator yang digunakan tetap banyak dirumuskan dalam bentuk *writing down information*, *writing down problem-solving*, dan *writing down conclusions*. Artikel tersebut juga menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi tertulis siswa tidak sebaik komunikasi lisannya, karena beberapa siswa dapat menyebutkan informasi secara lisan tetapi tidak menuliskannya secara lengkap pada lembar jawaban.

Berbeda dengan [18], artikel seperti [22], [27], [28], [29], [30], [31] lebih kuat untuk dikodekan pada I_8 karena memuat rumusan yang secara eksplisit menyebut komunikasi lisan, seperti “tertulis dan lisan”, “menuliskan atau mengucapkan”, “menjelaskan ide secara lisan dan tertulis”, atau “menyimak, berdiskusi, dan menulis tentang matematika”. Dengan demikian, I_8 hanya dicentang ketika artikel benar-benar merumuskan komunikasi lisan sebagai bagian dari indikator atau deskripsi operasional kemampuan komunikasi matematis, bukan hanya karena artikel menggunakan wawancara sebagai teknik pengumpulan data.

Secara keseluruhan, Tabel 6 menunjukkan bahwa indikator komunikasi matematis masih didominasi oleh komunikasi tertulis dan representasi simbolik, terlihat dari I_2 dan I_4 yang masing-masing muncul pada 90% artikel. Indikator visual I_3 juga cukup dominan, sedangkan indikator identifikasi informasi, justifikasi, kesimpulan, dan komunikasi lisan muncul lebih terbatas. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pemilihan indikator dipengaruhi oleh fokus penelitian, jenis instrumen, konteks materi, dan bentuk komunikasi yang ingin diukur.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* terhadap 20 artikel, penelitian komunikasi matematis dalam pendidikan matematika periode 2022–2026 menunjukkan beberapa kecenderungan. Publikasi terbanyak ditemukan pada tahun 2023, sedangkan jenjang SMP menjadi jenjang yang paling banyak diteliti. Metode yang dominan digunakan adalah kualitatif deskriptif, menunjukkan bahwa penelitian komunikasi matematis lebih banyak diarahkan pada pemahaman proses siswa dalam mengungkapkan dan merepresentasikan ide matematis. Dari sisi bentuk komunikasi, penelitian masih berpusat pada komunikasi tertulis, baik sebagai fokus tunggal maupun dipadukan dengan komunikasi lisan, sementara komunikasi lisan belum ditemukan sebagai fokus tunggal. Hasil penggabungan indikator menunjukkan bahwa indikator yang paling banyak digunakan adalah kemampuan menjelaskan ide atau solusi secara tertulis dan kemampuan menyatakan masalah ke dalam simbol, notasi, rumus, atau model matematika. Temuan ini menegaskan bahwa penelitian komunikasi matematis masih berorientasi kuat pada komunikasi tertulis dan representasi simbolik, sedangkan komunikasi lisan masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan instrumen yang mengintegrasikan komunikasi tertulis dan lisan secara lebih seimbang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sfard and S. Avigail, “When the rules of discourse change, but nobody tells you - the case of a class learning about negative numbers,” *J. Learn. Sci.*, vol. 16, no. 4, pp. 565–613, 2007.
- [2] D. Akyüz, “An investigation into sociomathematical norms in a technology and inquiry based classroom for teaching circle properties,” *Educ. Sci.*, vol. 39, no. 175, pp. 58–72, 2014, doi: 10.15390/EB.2014.3220.
- [3] M. Yimam and A. Dagnew Kelkay, “Evaluation of the effects of discourse-based mathematics instruction on eleventh grade students’ conceptual and procedural understanding of probability and statistics,” *COGENT Educ.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–19, 2022, doi: 10.1080/2331186X.2021.2007742.
- [4] Q. Aini, I. G. N. Y. Hartawan, and I. W. P. Astawa, “Pengaruh model pembelajaran treffinger terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas x mia sma negeri 1 sukasada,” *J. Pendidik. Mat. UNDIKSHA*, vol. X, no. 1, pp. 29–37, 2019, doi: 10.23887/jjpm.v10i1.19907.
- [5] N. L. H. Purnamayanti, I. P. W. Ariawan, and I. P. P. Suryawan, “Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas vii-1 smp laboratorium undiksha melalui penerapan model pembelajaran process oriented guided inquiry learning,” *J. Pendidik. Mat. UNDIKSHA*, vol. IX, no. 2, pp. 95–105, 2018, doi: 10.23887/jjpm.v9i2.19903.
- [6] I. M. Widiatmika, I. G. P. Suharta, and I. P. P. Suryawan, “Meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa melalui penerapan creative problem solving,” *J. Pendidik. Mat. UNDIKSHA*, vol. X, no. 2, pp. 1–8, 2019, doi: 10.23887/jjpm.v10i2.19905.
- [7] M. Turmuzi, I. G. P. Suharta, and I. N. Suparta, “Ethnomathematical research in mathematics education journals in Indonesia : A case study of data design and analysis,” *EURASIA J. Math. Sci.*

- Technol. Educ.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–13, 2023, doi: 10.29333/ejmste/12836.
- [8] M. Turmuzi, I. G. P. Suharta, I. W. P. Astawa, and I. N. Suparta, "Meta-analysis of the effectiveness of ethnomathematics-based learning on student mathematical communication in Indonesia," *Int. J. Eval. Res. Educ.*, vol. 13, no. 2, pp. 903–913, 2024, doi: 10.11591/ijere.v13i2.25475.
- [9] I. B. A. Arjaya, I. W. Suastra, I. W. Redhana, and A. A. I. A. R. Sudiarmika, "Global trends in local wisdom integration in education: a comprehensive bibliometric mapping analysis from 2020 to 2024," *Int. J. Learn. Teach. Educ. Res.*, vol. 23, no. 7, pp. 120–140, 2024, doi: 10.26803/ijlter.23.7.7.
- [10] I. P. P. Suryawan, I. M. Sutajaya, and I. G. P. Sudiarta, "Keterkaitan entrepreneur dan pembelajaran matematika bermakna : sebuah kajian literature," *WAHANA Mat. DAN SAINS*, vol. 17, no. 1, pp. 23–36, 2023, doi: 10.23887/wms.v17i1.60245.
- [11] M. J. Page *et al.*, "PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews," *BMJ*, vol. 372, 2021, doi: 10.1136/bmj.n160.
- [12] N. J. van Eck and L. Waltman, "Software survey : VOSviewer , a computer program for bibliometric mapping," *Scientometrics*, pp. 523–538, 2010, doi: 10.1007/s11192-009-0146-3.
- [13] Y. D. Kristiani, D. Juandi, and R. I. I. Putri, "Students' mathematical communication skills on straight-line equation using pmri and collaborative learning," *J. Pendidik. Mat.*, vol. 18, no. 2, pp. 163–180, 2024, doi: 10.22342/jpm.v18i2.pp163-180.
- [14] P. S. Dewi and H. Kuswanto, "The effectiveness of the use of augmented reality-assisted physics e-module based on pedicab to improve mathematical communication and critical thinking abilities," *J. Technol. Sci. Educ.*, vol. 13, no. 1, pp. 53–64, 2023, doi: 10.3926/jotse.1714.
- [15] M. G. Ristiana, Wahyudin, T. Herman, and Nurjanah, "Analysis of mathematical communication ability on prospective elementary school teachers based on self-regulated learning level," *Infin. J.*, vol. 14, no. 3, pp. 607–632, 2025, doi: 10.22460/infinity.v14i3.p607-632.
- [16] K. V. Pantaleon, D. Juniati, and A. Lukito, "Female Student Mathematical Communication Ability in the Proving Process : a Review Based on Math Anxiety," *BOLEMA*, vol. 37, no. 77, pp. 1299–1316, 2023, doi: 10.1590/1980-4415v37n77a18.
- [17] N. S. Bina, D. Armanto, and W. Rajagukguk, "Improvement of students' mathematical communication skills using culture-based webtoon digital comic learning media," *TEM J.*, vol. 13, no. 4, pp. 3241–3249, 2024, doi: 10.18421/TEM134-58.
- [18] N. D. S. Lestari, M. Najih, I. W. S. Putri, W. Murtafiah, F. H. Yahya, and S. Suwarno, "Pisa content quantity-standardized test: exploring vocational student's mathematical communication skills," *TEM J.*, vol. 14, no. 1, pp. 848–860, 2025, doi: 10.18421/TEM141-75.
- [19] N. Priatna, E. Efridamuchlis, and S. Maizora, "Analysis of students' mathematical communication skills in web-based geometry in space and plane learning," *J. Res. Adv. Math. Educ.*, vol. 7, no. 4, pp. 224–236, 2023, doi: 10.23917/jramathedu.v7i4.17498.
- [20] N. J. Elfareta and B. Murtyasa, "Analisis kemampuan komunikasi matematis materi sistem persamaan linear dua variabel dengan penerapan teori bruner," *AKSIOMA J. Progr. Stud. Pendidik. Mat.*, vol. 11, no. 3, pp. 2523–2532, 2022, doi: 10.24127/ajpm.v11i3.5681.
- [21] H. Faizah and E. Sugandi, "Analisis kemampuan komunikasi matematis tulis siswa smp pada soal cerita bentuk aljabar dalam pembelajaran daring," *AKSIOMA J. Progr. Stud. Pendidik. Mat.*, vol. 11, no. 1, pp. 291–304, 2022, doi: 10.24127/ajpm.v11i1.4429.
- [22] Prayogo, H. Faizah, and S. M. Purwasih, "Analisis perbedaan kemampuan komunikasi matematis siswa smp tipe camper dan quitter pada materi aljabar," *AKSIOMA J. Progr. Stud. Pendidik. Mat.*, vol. 13, no. 2, pp. 538–549, 2024, doi: 10.24127/ajpm.v13i2.7596.
- [23] N. W. Utami, L. Anwar, and M. Muksar, "Kemampuan komunikasi matematis tertulis mahasiswa dalam menyelesaikan soal penerapan inklusi-eksklusi ditinjau dari perbedaan gender," *AKSIOMA J. Progr. Stud. Pendidik. Mat.*, vol. 12, no. 1, pp. 717–724, 2023, doi: 10.24127/ajpm.v12i1.6412.
- [24] N. Yuliany, L. A. Mattoliang, A. I. P. Abrar, and W. A. Putri, "Analisis kemampuan komunikasi matematis dalam menyelesaikan masalah kontekstual pada materi sistem persamaan linear dua variabel ditinjau dari self confidence peserta didik," *Koord. J. PEMBELAJARAN Mat. DAN SAINS*, vol. 5, no. 2, pp. 103–121, 2024, doi: 10.24239/koordinat.v5i2.121.
- [25] Buyung, Rosmayadi, and Puspawati, "Analisis kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari motivasi belajar siswa pada materi himpunan," *J-PIMAT*, vol. 4, no. 2, pp. 575–590, 2022, doi: 10.31932/j-pimat.v4i2.2027.
- [26] A. Pujiarti, W. Setiawan, and H. Hendriana, "Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa materi segiempat ditinjau dari self directing learning," *JPMI (JURNAL PEMBELAJARAN Mat. Inov.)*, vol. 6, no. 4, pp. 1431–1440, 2023, doi: 10.22460/jpmi.v6i4.18279.
- [27] D. F. A. Zahra and E. B. Rahaju, "Kemampuan komunikasi matematis siswa dalam memecahkan masalah pada materi peluang ditinjau dari gaya belajar," *MATHEDUNESA*, vol. 14, no. 2, pp. 649–672, 2025, doi: 10.26740/mathedunesa.v14n2.p649-672.
- [28] A. F. Putri and R. Setianingsih, "Kemampuan komunikasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal numerasi ditinjau dari self-efficacy," *MATHEDUNESA*, vol. 13, no. 3, pp. 836–845, 2024, doi:

- 10.26740/mathedunesa.v13n3.p836-845.
- [29] D. Wahyuni and A. Swastika, "Kemampuan komunikasi matematis siswa dengan model pembelajaran problem based learning pada materi spltv," *JIPMAT (JURNAL Ilm. Pendidik. Mat.*, vol. 9, no. 1, pp. 36–50, 2024, doi: 10.26877/jipmat.v9i1.369.
- [30] C. Bariyah and R. R. Wandini, "Kemampuan komunikasi matematis siswa di tinjau dari self efficacy dan gender," *EUCLID*, vol. 10, no. 2, pp. 421–430, 2023, doi: 10.33603/e.v10i2.8591.
- [31] L. Ariyanto, N. D. Rahmawati, and A. A. D. Mustika, "Kemampuan komunikasi matematis siswa smk dalam menyelesaikan soal numerasi," *JIPMAT (JURNAL Ilm. Pendidik. Mat.*, vol. 8, no. 2, pp. 201–209, 2023, doi: 10.26877/jipmat.v8i2.16368.
- [32] A. P. Wijaya and M. Yusup, "Kemampuan komunikasi matematis tertulis peserta didik dengan model problem based learning pada materi spldv," *PLUSMINUS J. Pendidik. Mat.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–72, 2023, doi: 10.31980/plusminus.v3i1.1223.