



Penerapan *Problem-based Learning* dengan Pendekatan Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis

Ayu Mayang Zulian Sari, Fitri Aida Sari*, Sukriadi

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Mulawarman, Indonesia

* Korespondensi Penulis. E-mail: fitrisari@fkip.unmul.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan kemampuan komunikasi matematis siswa setelah penerapan *Problem-based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan pembelajaran berdiferensiasi pada siswa kelas IV di salah satu SD Negeri di Samarinda Ulu. Penelitian menggunakan metode pra-eksperimental dengan desain *one-group pre-test* dan *post-test*. Data diperoleh melalui tes kemampuan komunikasi matematis serta lembar observasi, kemudian dianalisis menggunakan uji *Wilcoxon* untuk mengetahui perbedaan skor sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan nilai *n-Gain* rata-rata sebesar 0,78 dengan kategori tinggi serta nilai signifikansi uji *Wilcoxon* $< 0,001$, yang mengindikasikan adanya perubahan kemampuan komunikasi matematis yang signifikan setelah penerapan pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi model PBL dengan pembelajaran berdiferensiasi berkontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi pendidik dalam mengimplementasikan model PBL yang terintegrasi dengan pembelajaran berdiferensiasi sebagai strategi pembelajaran yang adaptif dan berorientasi pada kebutuhan individu siswa.

Kata Kunci: Komunikasi matematis, Pembelajaran berdiferensiasi, *Problem-based learning*

Integrating Problem-Based Learning with Differentiated Instruction to Improve Mathematical Communication Skills

Abstract

This study aims to analyze changes in students' mathematical communication skills after the implementation of Problem-based Learning (PBL) combined with differentiated learning in grade IV students in one of the State Elementary Schools in Samarinda Ulu. The research used a pre-experimental method with a one-group pre-test and post-test design. Data were obtained through mathematical communication ability tests and observation sheets, and analyzed using the Wilcoxon test to determine differences in scores before and after treatment. The results showed an average n-Gain value of 0.78 in the high category and a Wilcoxon test significance value of < 0.001, indicating a significant change in mathematical communication skills after the application of learning. These findings suggest that integrating the PBL model with differentiated learning improves students' mathematical communication skills. This research can serve as a reference for educators in implementing the PBL model, integrated with differentiated learning as an adaptive learning strategy and oriented to students' individual needs.

Keywords: Differentiated learning, Mathematical communication, *Problem-based learning*

How to Cite: Sari, A. M. Z., Sari, F. A., & Sukriadi, S. 2026). Penerapan *Problem-based Learning* dengan Pendekatan pembelajaran berdiferensiasi untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(1), 164–178. <https://doi.org/10.21831/jpms.v14.i1.91682>

Permalink/DOI: DOI: <https://doi.org/10.21831/jpms.v14.i1.91682>

PENDAHULUAN

Pendidikan dasar merupakan fondasi utama dalam pembentukan kompetensi abad ke-21 yang mencakup kemampuan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas. UNESCO (2015) menegaskan bahwa

pendidikan pada tahap awal memiliki peranan penting dalam mengembangkan kecakapan dasar yang memengaruhi keberhasilan belajar peserta didik di tahap selanjutnya. Temuan tersebut sejalan dengan laporan *Organisation for Economic Co-operation and Development* (2020) yang menunjukkan bahwa kemampuan

literasi, numerasi, dan komunikasi yang diperoleh sejak pendidikan dasar berkontribusi signifikan terhadap peningkatan performa akademik pada jenjang berikutnya. Sejalan dengan pandangan tersebut, sekolah dasar memegang peranan krusial dalam membentuk dasar keterampilan berpikir serta kemampuan berkomunikasi siswa. Hal ini diperkuat oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 37 Tahun (2018) yang menyatakan bahwa pendidikan dasar bertujuan membangun fondasi literasi, numerasi, dan kemampuan komunikasi sebagai bekal bagi siswa untuk menghadapi tuntutan pembelajaran di jenjang berikutnya.

Kemampuan komunikasi matematis menjadi salah satu aspek penting dalam pembelajaran matematika karena berfungsi sebagai jembatan untuk mengembangkan pemikiran kritis, koneksi konsep, dan penalaran dalam memecahkan masalah sehari-hari (Kurniawati & Sudiana, 2023). *National Council of Teachers of Mathematics* (2020) menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan yang harus dikembangkan untuk membantu siswa dalam membangun pemahaman dan mengungkapkan ide matematika secara jelas. Kemampuan ini juga memfasilitasi kolaborasi dan diskusi matematis di kelas, yang memungkinkan siswa untuk saling berbagi strategi pemecahan masalah dan belajar dari perspektif teman sebaya mereka (F. S. Wulandari et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa integrasi komunikasi matematis dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan kualitas pemahaman konsep, tetapi juga berpikir tingkat tinggi dan kolaborasi sosial siswa melalui interaksi dan diskusi dalam komunitas belajar (Yulian et al., 2023).

Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa sekolah dasar masih cukup rendah (Aviana et al., 2024). Firdayani et al. (2020) juga menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa sekolah dasar masih rendah, rendahnya kemampuan ini terlihat dari fakta bahwa siswa belum mampu menyampaikan dan menerima ide matematis secara efektif baik secara lisan maupun tulisan. Secara empiris, hanya 18,19% siswa memiliki kemampuan komunikasi matematis pada kategori baik, sementara mayoritas masih rendah. Ini menunjukkan pengembangan kemampuan tersebut masih jadi tantangan besar di pembelajaran matematika SD. Temuan serupa juga dikemukakan oleh Pratiwi

(2024) bahwa sebagian siswa memiliki kemampuan komunikasi matematis pada kategori rendah, terutama pada indikator menjelaskan langkah penyelesaian dan menuliskan ide matematika secara runtut. Sejalan dengan hal tersebut, Hidayat et al. (2023) menyatakan bahwa kemampuan siswa dalam menyampaikan, menjelaskan, dan menuliskan simbol serta ide-ide matematika masih rendah. Selain itu, hasil kajian nasional menunjukkan bahwa hanya sekitar 5% siswa Indonesia yang mampu menyelesaikan soal yang menuntut komunikasi matematis tingkat tinggi, sehingga menguatkan bahwa penguasaan kemampuan ini secara umum masih berada pada kategori rendah (Purwati, 2020).

Temuan-temuan tersebut memperlihatkan adanya kesenjangan nyata antara tuntutan kurikulum yang menekankan penguasaan literasi, numerasi, dan keterampilan komunikasi sebagai kompetensi dasar siswa, dengan kondisi faktual di lapangan yang menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa masih berada pada kategori rendah (Purwati, 2020; N. N. Sari et al., 2022). Kesenjangan ini mengindikasikan bahwa dibutuhkan model pembelajaran yang lebih tepat dan mampu menjawab permasalahan yang terjadi di kelas, khususnya model yang secara eksplisit dirancang untuk mengembangkan komunikasi matematis sekaligus mendukung capaian literasi dan numerasi siswa secara terpadu (Hermawati & Anawati, 2023).

Oleh sebab itu, penting untuk meninjau pembelajaran matematika selama ini diterapkan di sekolah dasar. Peninjauan ini diperlukan untuk mengetahui apakah model dan pendekatan pembelajaran yang digunakan guru telah memberikan ruang yang memadai bagi siswa untuk berpartisipasi aktif, mengemukakan ide, serta mengembangkan kemampuan komunikasinya. Memahami kondisi tersebut, upaya perbaikan pembelajaran dapat dilakukan secara lebih terarah dan sesuai dengan kebutuhan siswa, misalnya melalui penerapan berbagai model pembelajaran inovatif seperti *Problem-based Learning* (PBL) yang terbukti efektif dalam meningkatkan partisipasi, keaktifan serta kemampuan komunikasi matematis siswa di kelas (Mamluaturrahmatika, 2025; Situmorang & Laksono, 2025; Unisty et al., 2021).

Pada praktiknya, pelaksanaan pembelajaran matematika di sekolah dasar masih menghadapi berbagai kendala, terkait penerapan

metode yang kurang melibatkan siswa secara aktif. Berdasarkan hasil observasi awal di salah satu SD Negeri di Samarinda Ulu, Kalimantan Timur, ditemukan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh metode konvensional berupa ceramah dan pemberian latihan soal. Kondisi ini menyebabkan sebagian siswa terlihat pasif, kurang berpartisipasi dalam diskusi, serta kesulitan mengemukakan ide atau penalaran matematis mereka. Temuan ini sejalan dengan Fajrin et al. (2023) yang menyatakan bahwa metode konvensional membuat aktivitas belajar didominasi oleh guru, sehingga siswa hanya menerima materi tanpa keterlibatan aktif. Selain itu, beberapa studi juga menunjukkan bahwa pembelajaran yang berpusat pada guru cenderung menekan kesempatan siswa untuk bertanya, menjelaskan strategi, dan berargumentasi secara matematis, sehingga berdampak pada rendahnya kemampuan komunikasi matematis mereka (Saepudin et al., 2024; Safitri et al., 2021; Simamora et al., 2022).

Upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di sekolah dasar menuntut adanya model, metode, atau pendekatan pembelajaran yang benar-benar memberi kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara aktif. Salah satu pendekatan yang relevan adalah penerapan PBL yang dipadukan dengan pembelajaran berdiferensiasi (Silvana et al., 2023). Kolaborasi keduanya memungkinkan siswa membangun pemahaman melalui pemecahan masalah yang dekat dengan konteks nyata, sementara guru dapat menyesuaikan proses pembelajaran dengan perbedaan kebutuhan, minat, serta gaya belajar setiap siswa. Pendekatan seperti ini memberi peluang lebih besar bagi terciptanya suasana belajar yang adaptif dan inklusif, serta mampu menghargai keberagaman kemampuan siswa. Efektivitas pendekatan ini tercermin dari temuan bahwa kombinasi PBL dan pembelajaran berdiferensiasi dapat meningkatkan partisipasi, antusiasme, dan hasil belajar siswa secara signifikan (Solehudin & Rochmiyati, 2023). PBL juga berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa melalui aktivitas eksplorasi, diskusi, dan presentasi ide secara terstruktur (R. N. Lubis & Rahayu, 2023). Berdasarkan uraian tersebut, pendekatan ini berpotensi mewujudkan pembelajaran yang lebih adaptif dan inklusif terhadap keberagaman kemampuan siswa.

Melihat peluang yang ditawarkan oleh kolaborasi model PBL dan pendekatan

pembelajaran berdiferensiasi, penting untuk meninjau apakah kolaborasi tersebut benar-benar mampu menjawab permasalahan yang selama ini muncul di kelas. Hal ini terutama berkaitan dengan masih rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa, yang menjadi salah satu tantangan utama dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar (Aviana et al., 2024; Pratiwi, 2024; Purwati, 2020).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PBL dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Saputri et al. (2023) menyatakan bahwa model PBL memberikan kontribusi yang positif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ulhasna & Suhandri (2025) juga menunjukkan bahwa penerapan model PBL dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Pramiasari et al. (2022) mengungkapkan bahwa penerapan PBL di sekolah dasar dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis sekaligus mendorong siswa untuk lebih aktif dalam menjelaskan ide, strategi, dan alasan matematis mereka dalam memecahkan masalah.

Peningkatan komunikasi matematis tidak hanya bergantung pada model PBL, tetapi juga memerlukan pendekatan yang mampu menyesuaikan proses belajar dengan karakteristik siswa yang beragam. Setiap siswa membawa kebutuhan, minat, dan kesiapan yang berbeda ketika berhadapan dengan sebuah masalah, sehingga kesempatan untuk memahami konteks, menyampaikan pendapat, dan mengekspresikan ide matematika juga bervariasi. Oleh karena itu, pembelajaran berdiferensiasi menjadi pendekatan yang relevan untuk mengakomodasi keberagaman karakteristik siswa, karena guru dapat menyesuaikan konten, proses, dan produk sesuai kebutuhan belajar mereka (Tomlinson, 2014). Pendekatan ini juga terbukti meningkatkan partisipasi dan komunikasi matematis melalui dukungan yang sesuai kesiapan dan gaya belajar siswa (Lestari et al., 2024). Selain itu, diferensiasi membantu menciptakan lingkungan belajar yang inklusif sehingga mendorong siswa lebih aktif mengungkapkan ide matematis (Rijal et al., 2025).

Pembelajaran berdiferensiasi hadir sebagai pendekatan yang mampu mengakomodasi keberagaman kebutuhan belajar tersebut (Kusumadewi et al., 2023).

Pendekatan berdiferensiasi memungkinkan guru untuk memodifikasi konten, proses, produk, atau lingkungan belajar agar selaras dengan profil belajar siswa (Tomlinson, 2014) Sejalan dengan fleksibilitas tersebut, penelitian ini memfokuskan perhatian pada integrasi pembelajaran berdiferensiasi dengan model PBL untuk menciptakan proses pembelajaran yang lebih adaptif. Integrasi kedua pendekatan ini diharapkan tidak hanya memberikan keleluasaan bagi siswa untuk belajar sesuai kebutuhan, tetapi juga mendorong siswa untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematisnya. Fokus penelitian ini diarahkan pada upaya menilai apakah ada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa setelah diterapkannya kombinasi model PBL dan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil tes kemampuan komunikasi matematis sebelum dan sesudah perlakuan, sehingga diperoleh gambaran objektif mengenai perubahan kemampuan siswa (Bakkara et al., 2025).

Meskipun berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa PBL maupun pembelajaran berdiferensiasi berdampak positif terhadap hasil belajar, kajian yang secara khusus meneliti pengaruh keduanya terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa sekolah dasar masih sangat terbatas. Sebagian besar studi sebelumnya lebih berfokus pada kemampuan pemecahan masalah atau capaian kognitif secara umum, sementara aspek komunikasi matematis yang merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran abad ke-21 jarang menjadi fokus utama penelitian.

Celah tersebut menunjukkan perlunya verifikasi empiris untuk memastikan efektivitas integrasi model PBL dan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada konteks pembelajaran nyata di sekolah dasar. Upaya verifikasi ini penting agar hasil penelitian tidak hanya memperkaya pengembangan teori, tetapi juga menghasilkan rekomendasi praktis yang dapat diterapkan guru untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di kelas.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pra-eksperimen (*pre-experimental design*) jenis *one-group pretest-post-test design*. Desain ini dipilih karena

peneliti ingin mengukur secara langsung efektivitas penerapan PBL dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada satu kelas tanpa melibatkan kelompok pembanding. Desain penelitian ini memungkinkan peneliti mengamati perubahan kemampuan subjek sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Pada desain ini, siswa terlebih dahulu diberikan *pre-test* (*O1*) untuk mengukur kemampuan awal sebelum perlakuan diberikan. Selanjutnya, dilakukan perlakuan (*X*) berupa penerapan PBL dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. Setelah perlakuan selesai, peserta didik diberikan *post-test* (*O2*) untuk mengetahui perubahan atau peningkatan hasil belajar setelah mengikuti pembelajaran tersebut (Creswell & Creswell, 2018)

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu SD Negeri di Samarinda Ulu, Kalimantan Timur. Pemilihan sekolah dilakukan secara purposif karena karakteristiknya selaras dengan kebutuhan penelitian, yakni rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa yang tampak dari keterbatasan mereka dalam menyampaikan ide dan penalaran matematis. Selain itu, pembelajaran matematika di sekolah tersebut masih didominasi metode konvensional, sehingga kegiatan diskusi dan interaksi yang dapat mendorong komunikasi matematis siswa belum berkembang secara optimal. Variasi kemampuan akademik siswa di sekolah ini tergolong tinggi, namun guru belum secara konsisten menerapkan model pembelajaran yang adaptif dan berorientasi pada pengembangan kemampuan komunikasi matematis untuk memfasilitasi keberagaman tersebut.

Populasi penelitian mencakup seluruh peserta didik kelas IV, yang dipilih berdasarkan kriteria kematangan perkembangan kognitif. Menurut teori perkembangan kognitif yang diungkapkan oleh Slavin (2018), anak usia 7–11 tahun berada pada tahapan operasional konkret, yaitu ketika mereka mulai mampu berpikir logis, namun masih terbatas pada objek dan situasi nyata. Berbagai kajian perkembangan kognitif menjelaskan bahwa anak sekolah dasar berusia kurang lebih 7–11 tahun berada pada tahap operasional konkret, yakni ketika mereka mulai mampu melakukan penalaran logis terhadap situasi dan benda yang bersifat konkret (Rizqiyatia et al., 2023). Pada tahapan ini, anak sudah dapat memahami hubungan sebab-akibat, mengelompokkan objek berdasarkan ciri

tertentu, dan menggunakan simbol untuk menggambarkan pengalaman konkret (Slavin, 2018). Oleh karena itu, siswa kelas IV yang umumnya berusia sekitar 9 - 10 tahun dinilai berada dalam fase perkembangan yang matang untuk menerima pembelajaran berdiferensiasi, khususnya dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mereka. Sehingga relevan dengan penerapan pembelajaran berdiferensiasi berbasis PBL.

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui beberapa tahapan yang dirancang untuk memastikan seluruh prosedur berjalan terstruktur dan terkontrol. Data penelitian dikumpulkan melalui tiga teknik utama, yaitu tes, lembar observasi gaya belajar,

dan dokumentasi. Observasi gaya belajar digunakan untuk memetakan karakteristik belajar siswa, sehingga strategi pembelajaran dapat disesuaikan dengan minat, kecenderungan, serta kemampuan individual mereka. Tes digunakan untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis siswa melalui *pre-test* dan *post-test*, dengan butir soal yang disusun berdasarkan indikator komunikasi matematis agar hasil pengukuran mencerminkan tingkat penguasaan siswa secara akurat. Dokumentasi melengkapi data penelitian melalui pengumpulan catatan lapangan, foto kegiatan, serta hasil kerja siswa yang berkaitan dengan pelaksanaan pembelajaran.

Tabel 1. Kisi-kisi instrumen komunikasi matematis *pre-test* dan *post-test*

Nomor	Indikator Komunikasi Matematis	Butir Soal	Level Kognitif
1	Menuliskan ide atau konsep matematis dalam bentuk tertulis dengan benar.	Ibu membeli 1 botol air berisi 100 ml. Kemudian ia membeli lagi 3 botol dengan ukuran yang sama. Berapamll air seluruhnya yang dibeli Ibu?	C3 Menerapkan
2	Menuliskan ide atau konsep matematis dalam bentuk tertulis dengan benar.	Ayah sedang mengalami batuk dan harus rutin minum obat batuk sesuai anjuran dokter. Setiap pagi selama 6 hari berturut-turut, ayah minum 2 sendok teh obat batuk. Jika 1 sendok teh berisi dengan 10 ml. Berapa ml obat batuk yang telah diminum ayah selama 6 hari?	C3 Menerapkan
3	Menjelaskan langkah-langkah penyelesaian masalah matematika secara tertulis.	Agnes memiliki 4 kotak pensil. Setiap kotak berisi 6 pensil. Berapa jumlah seluruh pensil yang dimiliki Agnes? Tuliskan langkah-langkah penyelesaiannya dengan jelas!	C4 Menganalisis
4	Menjelaskan langkah-langkah penyelesaian masalah matematika secara tertulis.	Ani ingin membeli buku tulis untuk keperluan sekolahnya. Ia pergi ke toko alat tulis dan melihat bahwa harga satu buah buku tulis adalah Rp 6.000. Ani membeli 4 buku tulis sekaligus. Berapa total uang yang harus Ani bayar untuk 4 buku tulis tersebut? Jelaskan langkah-langkah penyelesaiannya secara tertulis dengan jelas!	C4 Menganalisis
5	Menggambarkan konsep matematika dengan alat bantu visual	Gambarlah sketsa untuk menunjukkan jumlah roti yang dimiliki oleh Doni dari perkalian 3×4 !	C2 Memahami
6	Menggambarkan konsep matematika dengan alat bantu visual	Di taman sekolah, bunga ditanam dalam 5 baris dan setiap baris terdiri dari 3 tanaman bunga. Berapa jumlah seluruh bunga yang ada di taman sekolah tersebut? Gambarlah susunan bunga untuk membantu menghitung total bunga yang berada di taman sekolah!	C2 Memahami

Seluruh instrumen penelitian terlebih dahulu divalidasi secara teoritis oleh para ahli untuk memastikan kesesuaian isi dan konstruk sebelum diterapkan pada subjek penelitian. Setelah validasi ahli, dilakukan uji coba empiris yang menunjukkan bahwa nilai r hitung setiap butir tes berada pada rentang 0,5820–0,8550, dan seluruhnya lebih besar daripada r tabel sebesar 0,444 pada taraf signifikansi 5%, sehingga dinyatakan valid. Uji reliabilitas menggunakan rumus Cronbach's Alpha menghasilkan nilai alpha di atas 0,645, menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik.

Tabel 2. Hasil analisis tingkat kesukaran

Butir Soal	Indeks Kesukaran (P)	Kategori
1	0,431	Sedang
2	0,170	Sukar
3	0,613	Sedang
4	0,568	Sedang
5	0,556	Sedang
6	0,5	Sedang

Pada tabel 2, menunjukkan Analisis tingkat kesukaran menunjukkan mayoritas soal berada pada kategori sedang, berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Arifin (2012), interpretasi tingkat kesukaran butir soal ditentukan oleh nilai indeks kesukaran (P), yaitu 0,00–0,30 (sukar), 0,31–0,70 (sedang), dan 0,71–1,00 (mudah). Sedangkan uji daya pembeda menunjukkan sebagian besar butir soal termasuk kategori baik hingga sangat baik. Berdasarkan seluruh hasil pengujian tersebut, instrumen penelitian dinyatakan layak digunakan sebagai alat ukur dalam penelitian utama dan mampu memberikan gambaran yang akurat mengenai variabel yang diteliti.

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap dan sistematis. Untuk mengetahui peningkatan serta signifikansi perubahan kemampuan komunikasi matematis peserta didik setelah diterapkan PBL dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. Data yang dianalisis berupa skor *pre-test* dan *post-test* kemampuan komunikasi matematis peserta didik.

Tahap pertama analisis menggunakan statistik deskriptif untuk memaparkan kondisi kemampuan komunikasi matematis peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan. Pada tahap ini dihitung nilai rata-rata, median, skor minimum,

skor maksimum, dan standar deviasi untuk memberikan gambaran umum mengenai kemampuan awal siswa serta pola perubahan setelah pembelajaran diterapkan. Tahap berikutnya adalah analisis *Normalized Gain (n-Gain)* yang menjadi analisis utama dalam penelitian ini. *N-Gain* digunakan untuk mengukur peningkatan kemampuan komunikasi matematis melalui perbandingan skor *pre-test* dan *post-test*, kemudian hasilnya dikategorikan ke dalam tingkat rendah, sedang, dan tinggi untuk menunjukkan efektivitas pembelajaran berdiferensiasi berbasis PBL.

Sebelum uji hipotesis dilakukan, terlebih dahulu dilaksanakan uji prasyarat berupa uji normalitas terhadap data *n-Gain* dengan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Uji ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah data *n-Gain* berdistribusi normal sebagai dasar penentuan jenis uji statistik inferensial yang digunakan.

Hasil uji menunjukkan bahwa data *n-Gain* tidak berdistribusi normal, sehingga asumsi untuk menerapkan uji parametrik tidak terpenuhi. Berdasarkan pertimbangan tersebut, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test*, yakni uji nonparametrik yang sesuai untuk dua data berpasangan dengan distribusi tidak normal.

Wilcoxon Signed Rank Test digunakan untuk menguji ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara kemampuan komunikasi matematis peserta didik sebelum dan sesudah penerapan PBL dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi, dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dan kriteria penerimaan H_1 apabila $p\text{-value} < 0,05$. Seluruh rangkaian analisis data menggunakan perangkat lunak statistik guna menjamin keakuratan dan objektivitas hasil yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu SD Negeri di Samarinda Ulu, dengan melibatkan seluruh siswa kelas IV, yang terdiri dari satu rombongan belajar, sebagai subjek penelitian. Pada tahap awal, dilakukan *pre-test* untuk mengidentifikasi kemampuan komunikasi matematis siswa sebelum diberi perlakuan. Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa rata-rata skor yang diperoleh siswa hanya mencapai 8,136 dari skor ideal sebesar 24. Hal ini menggambarkan bahwa kemampuan komunikasi matematis mereka masih berada pada kategori rendah. Hasil

jawaban siswa menunjukkan pola jawaban dimana siswa belum mampu menyampaikan ide matematis secara runtut, kurang jelas dalam menjelaskan langkah penyelesaian, serta masih kesulitan menggunakan simbol dan representasi matematika secara tepat.

Setelah memperoleh gambaran kemampuan awal melalui *pre-test*, siswa kemudian diberikan perlakuan berupa pembelajaran dengan model PBL yang dikombinasikan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. Pembelajaran ini dirancang untuk menyesuaikan kebutuhan belajar siswa sekaligus mendorong kemampuan mereka dalam mengkomunikasikan ide matematika secara lebih jelas dan sistematis. Pembelajaran dengan model tersebut juga mendorong siswa aktif dalam memecahkan masalah kontekstual, berdiskusi, serta mengkomunikasikan ide-ide matematika secara lebih jelas, sistematis, dan bermakna.

Untuk menilai efektivitas perlakuan tersebut serta mengukur peningkatan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Analisis utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Normalized Gain (n-Gain)*. Analisis *n-Gain* dipilih karena mampu menggambarkan perubahan kemampuan siswa secara proporsional dengan membandingkan skor *pre-test* dan *post-test*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *n-Gain* dari 22 peserta didik memiliki rata-rata sebesar 0,7802 yang termasuk dalam kategori tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi berbasis PBL memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Meskipun terdapat variasi antar individu, sebagian besar siswa menunjukkan peningkatan yang konsisten, yang tercermin dari nilai median *n-Gain* sebesar 0,7937. Skor *n-Gain* minimum sebesar 0,09 dan skor maksimum 1,00 menunjukkan adanya perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antar siswa, namun seluruh skor tetap berada dalam rentang yang merepresentasikan peningkatan kemampuan siswa. Nilai standar deviasi sebesar 0,23612 menunjukkan bahwa sebaran skor *n-Gain* masih tergolong wajar dan cukup stabil di seluruh siswa.

Meskipun analisis deskriptif dan perhitungan *n-Gain* menunjukkan adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa, analisis tersebut belum cukup untuk membuktikan apakah peningkatan yang terjadi

signifikan secara statistik. Analisis deskriptif dan *n-Gain* hanya memberikan gambaran umum mengenai kecenderungan peningkatan kemampuan siswa setelah perlakuan diberikan. Oleh karena itu, diperlukan uji statistik inferensial untuk memastikan bahwa peningkatan yang diperoleh bukan sekadar variasi acak.

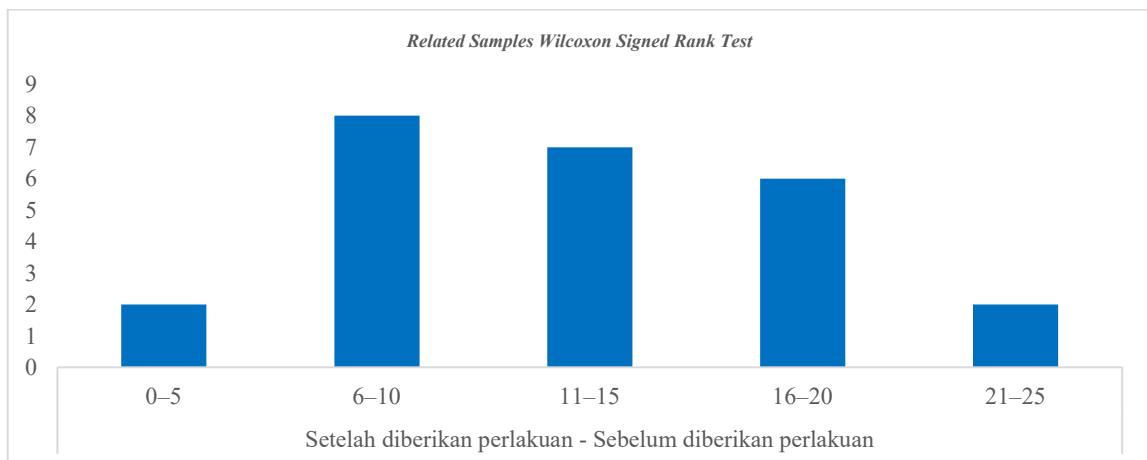
Tahap awal sebelum menentukan jenis uji yang digunakan adalah melakukan uji prasyarat, yaitu uji normalitas terhadap data *n-Gain*. Uji normalitas dilakukan menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* pada taraf signifikansi 5%. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan, diperoleh nilai *Asymp. Sig.* sebesar 0,042. Hasil tersebut lebih kecil daripada 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *n-Gain* tidak berdistribusi normal. Kondisi ini menyebabkan uji parametrik seperti *paired t-test* tidak memenuhi asumsi yang dipersyaratkan.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data *n-Gain* tidak berdistribusi normal (*Asymp. Sig. < 0,05*). Kondisi ini menyebabkan penggunaan uji parametrik seperti *paired t-test*, yang mensyaratkan distribusi normal, tidak dapat diterapkan. Ketidakterpenuhinya asumsi normalitas tersebut, mendorong penggunaan *Wilcoxon Signed Rank Test*, yaitu uji nonparametrik yang sesuai untuk data berpasangan dengan distribusi yang tidak normal.

Hasil analisis uji *Wilcoxon Signed Rank Test* dengan nilai signifikansi $p < 0,001$ menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kemampuan komunikasi matematis siswa sebelum dan setelah penerapan model *Problem-based Learning* dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan model *Problem-based Learning* dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi memberikan dampak positif dan nyata terhadap pengembangan komunikasi matematis siswa. Hasil ini juga konsisten dengan temuan Bakkara et al. (2025) yang menunjukkan bahwa PBL yang dipadukan dengan diferensiasi gaya belajar (visual dan auditori) mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis secara signifikan. Hasil penelitian ini juga selaras dengan berbagai studi yang menunjukkan bahwa model PBL efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis serta keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Madhavia et al., 2020; Rahmalia et al., 2020; Raisah et al., 2024; Sitopu et al., 2022).

Efektivitas PBL dalam meningkatkan komunikasi matematis semakin diperkuat oleh hasil studi eksperimental (Siswadi et al., 2023). Meskipun penelitian mereka tidak menerapkan diferensiasi, mereka menemukan bahwa siswa yang belajar melalui PBL secara signifikan memiliki kemampuan komunikasi matematis yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang

belajar melalui pembelajaran lainnya (pembelajaran ekspositori). Konsistensi temuan ini menegaskan bahwa PBL memang memiliki landasan empiris yang kuat dalam mendorong siswa mengomunikasikan ide matematisnya dan ketika dipadukan dengan pembelajaran berdiferensiasi seperti dalam penelitian ini, efektivitasnya menjadi semakin optimal.



Gambar 1. Diagram perbedaan skor *post-test* dan *pre-test*

Visualisasi diagram perbedaan skor (Gambar 1) memperkuat hasil statistik, menunjukkan pola kenaikan yang konsisten di hampir semua siswa. Tidak ada skor yang menurun atau tetap, serta sebagian besar siswa mengalami kenaikan antara 5–10 poin. Pola ini mencerminkan dampak yang merata dari intervensi, bukan hanya pada sejumlah kecil siswa. Fenomena merata ini relevan dengan konsep pembelajaran berdiferensiasi yang bertujuan memberikan akses belajar yang adil dan personal bagi siswa sesuai karakteristik gaya belajar mereka (Simanjuntak et al., 2024).

Tinjauan hasil *n-Gain* yang tergolong tinggi, ditambah adanya perbedaan signifikan menurut uji *Wilcoxon*, menunjukkan bahwa penerapan PBL dengan pendekatan berdiferensiasi dinyatakan efektif. Peningkatan yang konsisten menandakan bahwa siswa tidak hanya aktif dalam mengikuti proses pembelajaran, melainkan juga berkontribusi dalam mengelola belajarnya sendiri, berdiskusi, serta membangun pemahaman secara sistematis. Hal ini berkaitan erat dengan proses *self-regulated learning* (SRL). Beberapa penelitian mendukung bahwa PBL dapat mendorong perkembangan SRL sekaligus komunikasi matematis. Fauziah et al. (2018) menyatakan model PBL mampu meningkatkan kemampuan

komunikasi matematis siswa dan berkorelasi positif terhadap SRL.

Pada konteks pelaksanaan pembelajaran, PBL memberi siswa kesempatan untuk menghadapi masalah kontekstual, bekerja secara kolaboratif dalam kelompok, dan mengomunikasikan ide-ide matematis baik secara lisan maupun tertulis. PBL merupakan model pembelajaran yang relevan untuk digunakan untuk membantu siswa memahami dan menerapkan konsep matematika secara efektif (F. A. Sari, 2025). Proses yang terjadi di dalam pembelajaran dengan PBL, tidak hanya memperkuat pemahaman terhadap materi yang disampaikan oleh guru tetapi juga mendorong berpikir tingkat tinggi. Temuan ini selaras dengan studi yang dilakukan oleh Mirna et al. (2023) bahwa terjadi peningkatan signifikan kemampuan komunikasi matematis siswa setelah penerapan PBL.

Dukungan dari berbagai penelitian internasional juga mendukung temuan bahwa PBL berperan penting dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Delahunty et al. (2020) mengemukakan bahwa proses konseptualisasi masalah dan aktivitas pemecahan masalah dalam PBL mendorong siswa untuk membangun penalaran yang lebih kuat, berdiskusi secara eksploratif, serta menghasilkan representasi ide yang lebih

terstruktur. Ketiganya merupakan aspek kunci dalam komunikasi matematis. Sejalan dengan itu, English (2023) menegaskan bahwa tugas berbasis masalah mendorong siswa untuk merumuskan, menjelaskan, dan mempertahankan solusi mereka secara koheren, sehingga kemampuan komunikasi matematis berkembang melalui proses argumentasi dan representasi yang lebih mendalam. Temuan-temuan tersebut memberikan dukungan teoretis yang kuat bahwa PBL secara konsisten meningkatkan kualitas komunikasi matematis melalui fasilitasi interaksi, klarifikasi ide, dan penguatan proses penalaran.

Pembelajaran berdiferensiasi yang dalam penelitian ini diterapkan melalui pengelompokan gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Berbagai penelitian sebelumnya menegaskan bahwa diferensiasi memberi kesempatan kepada siswa untuk memilih bentuk penyampaian materi dan media belajar yang sesuai dengan kebutuhan mereka, sehingga memudahkan mereka berdiskusi, memahami alasan di balik jawaban, dan menyampaikan ide matematis secara lebih jelas (Amanda et al., 2024; Nurasiah et al., 2020; Tomo et al., 2025).

Efektivitas tersebut sejalan dengan temuan eksperimental dan kajian meta-analitis yang menunjukkan bahwa pengelompokan berdasarkan strategi atau profil belajar mampu meningkatkan penggunaan strategi kognitif dan metakognitif, yang kemudian berdampak pada meningkatnya kualitas penjelasan matematis siswa (AM et al., 2023; Haelermans, 2022). Bukti lapangan yang dilakukan pada berbagai jenjang pendidikan pun menunjukkan pola yang serupa: adaptasi modul, lembar kerja, serta media yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa secara konsisten meningkatkan kemampuan siswa dalam menyampaikan ide matematis, baik secara lisan maupun tertulis (Aguanda et al., 2023; Gusti et al., 2024; Maullina et al., 2024).

Temuan tersebut diperkuat oleh tinjauan internasional mengenai praktik diferensiasi dan kesiapan guru dalam mengimplementasikannya. Studi-studi tersebut menekankan bahwa pelaksanaan diferensiasi yang didukung umpan balik yang tepat, pemilihan media yang relevan, serta pelatihan guru berperan penting dalam meningkatkan kualitas diskusi dan argumentasi matematis siswa (Letzel et al., 2023; Maryani et al., 2025). Seluruh bukti tersebut menegaskan

bahwa diferensiasi menyediakan ruang belajar yang lebih inklusif dan memungkinkan siswa untuk memahami materi pembelajaran matematika secara lebih efektif.

Implementasi dalam penelitian ini mengintegrasikan prinsip-prinsip diferensiasi tersebut ke dalam PBL melalui pengelompokan berdasarkan gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik. Pendekatan ini sesuai dengan pendapat Tomlinson (2014) mengenai diferensiasi profil belajar yang menekankan pentingnya pemetaan kesiapan, minat, dan karakteristik belajar siswa agar pembelajaran menjadi lebih responsif. Struktur PBL yang berbasis kerja kelompok mendukung penerapan ini, karena ketergantungan positif antarsiswa terbukti meningkatkan keterlibatan, interaksi, dan efektivitas proses belajar (Mesghina et al., 2024).

Pada implementasi di kelas, ketiga kelompok belajar memperoleh media dan aktivitas yang sesuai dengan karakteristiknya. Kelompok visual (Gambar 2) menggunakan buku cerita matematika yang kaya ilustrasi dan representasi simbolik. Media semacam ini membantu siswa menghubungkan representasi konkret dengan konsep abstrak (Nurfadhillah et al., 2021; Wardanu et al., 2025), sekaligus memperkuat kemampuan komunikasi matematis melalui penjelasan tertulis dan argumentasi konseptual (Dewi & Sulistiowati, 2025; Marlina et al., 2023).



Gambar 2. Pembelajaran visual

Kelompok auditori (Gambar 3) belajar melalui video animasi matematika yang menggabungkan suara dan visual bergerak. Penggunaan media tersebut membantu siswa memahami konsep matematika melalui penjelasan verbal yang disertai ilustrasi dinamis, sehingga informasi lebih mudah diproses dan diingat. Media audio-visual semacam ini terbukti meningkatkan perhatian, minat belajar,

serta pemahaman konseptual (Pratama & Khumaedi, 2021; Rasul et al., 2022).



Gambar 3. Pembelajaran auditori

Sementara itu, kelompok kinestetik (Gambar 4) menggunakan papan catur sebagai media manipulatif yang memungkinkan siswa memahami pola dan strategi secara konkret melalui aktivitas fisik. Penggunaan media konkret dan permainan edukatif terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar matematika (Gustiah et al., 2025; Mardaniah et al., 2025; Sukriadi et al., 2023). Temuan serupa menunjukkan bahwa penggunaan media papan pintar memberikan dampak signifikan terhadap kemampuan kreativitas siswa dalam pembelajaran tematik (P. M. Wulandari et al., 2024).



Gambar 4. Pembelajaran kinestetik

Penerapan pembelajaran berdasarkan tiga jenis gaya belajar siswa tersebut memperlihatkan bagaimana diferensiasi memberikan ruang bagi siswa untuk membangun makna konsep matematika secara personal dan mengekspresikan proses berpikir sesuai preferensinya (Nugroho & Sulistyorini, 2022). Sejalan dengan pandangan Hasanah et al. (2024), pembelajaran perlu terus menyesuaikan diri dengan kebutuhan dan gaya belajar siswa agar proses belajar berlangsung lebih relevan dan efektif. Maka dari itu diperlukan menggunakan media dan pendekatan pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa serta

hasil belajar siswa (N. N. Sari et al., 2022; Yoyana & Supriansyah, 2025).

Salah satu cara yang efektif adalah melalui integrasi teknologi pendidikan, terutama pemanfaatan media digital interaktif yang memberikan fleksibilitas tambahan dalam mengomunikasikan ide matematis. Integrasi teknologi pendidikan semakin memperkuat dinamika ini, terutama melalui pemanfaatan media digital interaktif yang memberikan fleksibilitas tambahan dalam mengomunikasikan ide matematis (Assoim & Sukriadi, 2025; A. N. Lubis & Dewi, 2023; Nurcholisyah et al., 2025). Pada konteks penelitian ini, dukungan teknologi diwujudkan melalui pengembangan video pembelajaran audiovisual yang dirancang peneliti untuk membantu siswa memahami permasalahan, memvisualisasikan konsep, serta mengikuti alur PBL secara lebih terstruktur. Media ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga membantu siswa mengekspresikan pemahaman matematis sesuai dengan gaya belajar mereka.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan PBL yang dikombinasikan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi secara signifikan meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas IV. Hasil *pre-test* menunjukkan kemampuan awal siswa masih rendah, namun setelah intervensi terjadi peningkatan signifikan dengan nilai *n-Gain* yang termasuk kategori tinggi. Analisis *Wilcoxon Signed Rank Test* menguatkan adanya perbedaan yang berarti antara *pre-test* dan *post-test*. Seluruh siswa mengalami kemajuan, terutama dengan kenaikan skor, yang menunjukkan efektivitas pendekatan ini untuk berbagai tipe karakteristik siswa. PBL mendorong keterlibatan aktif siswa secara kognitif dan sosial, sementara pembelajaran berdiferensiasi memfasilitasi pemahaman melalui penyesuaian dengan gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik. Temuan ini menunjukkan bahwa model pembelajaran ini tidak hanya meningkatkan kemampuan komunikasi matematis secara signifikan, tetapi juga mendorong terciptanya proses belajar yang inklusif, kolaboratif, dan berfokus pada pemahaman mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

Aguanda, Setiawan, A., Anwar, M. S., Wardana, M. R. F., & Yambasu, R. A. (2023). The

- effect of differentiated learning on improving student learning outcomes. *Delta-Phi: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 46–50. <https://doi.org/10.61650/dpjpm.v1i1.199>
- AM, M. A., Hadi, S., Istiyono, E., & Retnawati, H. (2023). Does differentiated instruction affect learning outcome? Systematic review and meta-analysis. *Journal of Pedagogical Research*, 7(5), 18–33. <https://doi.org/10.33902/JPR.202322021>
- Amanda, Darma, Y., & Nurmaningsih. (2024). Penerapan pembelajaran berdiferensiasi terhadap kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari kemandirian belajar siswa SMA. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09(04), 739–753.
- Arifin, Z. (2012). *Evaluasi pembelajaran*. Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama RI.
- Assoim, H. I., & Sukriadi. (2025). Pengaruh model PBL (problem based learning) berbantuan Quizizz terhadap hasil belajar matematika materi KUDBAL siswa kelas VI SDN 15 Samarinda Ulu. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(3), 1391–1399. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i3.3234>
- Aviana, D., Nurhasanah, A., & Pribadi, R. A. (2024). Implementasi keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran berbasis media teknologi informasi dan komunikasi di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Perkhasa*, 10(2), 657–663.
- Bakkara, R. D., Yumiati, Y., & Susandi, A. D. (2025). Penggunaan model problem based learning dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi berdasarkan gaya belajar untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1062–1074. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i3.2081>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- Delahunty, T., Seery, N., & Lynch, R. (2020). Exploring problem conceptualization and performance in STEM problem solving contexts. *Instructional Science*, 48(4), 395–425. <https://doi.org/10.1007/s11251-020-09515-4>
- Dewi, R. A., & Sulistiowati, D. L. (2025). Pengembangan media pembelajaran komik matematika berbasis cerita petualangan untuk memfasilitasi kemampuan representasi matematis siswa. *Jurnal Ilmiah Matematika (JIMAT)*, 6(1), 220–233. <https://doi.org/10.63976/jimat.v6i1.871>
- English, L. D. (2023). Ways of thinking in STEM-based problem solving. *ZDM - Mathematics Education*, 55(7), 1219–1230. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01474-7>
- Fajrin, B. F. R. Al, Karimah, L. N., Anisah, N., & Retno, H. A. (2023). Analisis kemampuan pemahaman konsep matematika siswa ditinjau dari penggunaan metode ceramah. *Himpunan: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 3(1), 103–108.
- Fauziah, I., Maarif, S., & Pradipta, T. R. (2018). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis dan self regulated learning siswa melalui model problem based learning (pbl). *Jurnal Analisa*, 4(2), 90–98. <https://doi.org/10.15575/ja.v4i2.3916>
- Firdayani, Marta, R., & Zulhendri. (2020). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan menggunakan model diskursus multy representation di sekolah dasar. *Journal on Teacher Education*, 2(1), 214–223. <https://doi.org/10.31004/jote.v2i1.1190>
- Gusti, W. W., Sofnidar, & Kumalasari, A. (2024). Development of E-LKPD in differentiated learning to improve students' mathematical communication skills. *Riemann: Research of Mathematics and Mathematics Education*, 6(2), 164–176. <https://journal.sanagustin.ac.id/index.php/reimann>
- Gustiah, H., Muhlis, Arafah, A. A., Hidayat, T., & Sultan, M. (2025). Penggunaan alat permainan tradisional congklak untuk meningkatkan hasil belajar matematika operasi hitung bilangan penjumlahan dan pengurangan pada peserta didik kelas II sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(3), 1103–1111. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i3.3300>
- Haelermans, C. (2022). The effects of group differentiation by students' learning strategies. *Instructional Science*, 50(2), 223–250. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09575-0>
- Hasanah, H., Aida Sari, F., Yanuar, M., Abadi, M. K., & Firdaus. (2024). Meningkatkan literasi numerasi siswa di SDN Ujung Tebu melalui penggunaan Math Simple (addition

- and multiplication) sebagai media pembelajaran. *Jati Emas (Jurnal Aplikasi Teknik Dan Pengabdian Masyarakat)*, 8(1), 2024.
- Hermawati, A., & Anawati, S. (2023). Pengaruh pemahaman konsep matematika terhadap kemampuan literasi numerasi siswa. *Himpunan: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 3(2), 275–282.
- Hidayat, S. R., Ermawati, D., & Rondli, W. S. (2023). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa sekolah dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(2), 1677–1684. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i2.5478>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2018 tentang standar pendidikan dasar dan menengah*.
- Kurniawati, E. F., & Sudiana, R. (2023). Enhancing mathematical communication skills through cooperative learning model-based worksheets of talking stick type. *Union: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(3), 356–366. <https://doi.org/10.30738/union.v11i3.15104>
- Kusumadewi, E. R., Nurlaili, A., Alannur, G. B., & Wardani, J. E. S. (2023). Analisis metode pembelajaran yang efektif untuk menyampaikan pembelajaran siswa sekolah dasar. *Seminar Nasional Hasil Riset Dan Pengabdian*, 5, 964–969.
- Lestari, F., Alim, J. A., & Noviyanti, M. (2024). Implementation of differentiated learning to enhance elementary school students' mathematical critical and creative thinking skills. *International Journal of Elementary Education*, 8(1), 178–187. <https://doi.org/10.23887/ijee.v8i1.64295>
- Letzel, V., Pozas, M., & Schneider, C. (2023). Challenging but positive! – An exploration into teacher attitude profiles towards differentiated instruction (DI) in Germany. *British Journal of Educational Psychology*, 93(1), 1–16. <https://doi.org/10.1111/bjep.12535>
- Lubis, A. N., & Dewi, I. (2023). Penerapan problem-based learning berbantuan edmodo untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas XI di SMA Negeri 11 Medan T.A. 2022/2023. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 562–579. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.2067>
- Lubis, R. N., & Rahayu, W. (2023). Meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan self-confidence siswa melalui model pembelajaran problem based learning. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 5(2), 65–77. <https://doi.org/10.21009/jrpmj.v5i2.23087>
- Madhavia, P., Murni, A., & Saragih, S. (2020). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VII SMP Kabupaten Kuantan Singgingi. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1239–1245. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.357>
- Mamluaturrahmatika, A. (2025). Enhancing problem-solving ability and written communication skills through ethnochemistry-integrated problem-based learning. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 14(1), 46–58.
- Mardaniah, R. A., Arafah, A. A., Sukriadi, Buhari, M. R., Muhlis, & Septika, H. D. (2025). Pengembangan media pembelajaran GNADERS (game snake and ladders) berbasis kearifan lokal materi operasi hitung campuran kelas VI. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(3), 1128–1137. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i3.3094>
- Marlina, L., Yumiati, Y., & Novianti, I. (2023). Pengembangan bahan pembelajaran berbasis problem based learning (PBL) dengan media komik untuk meningkatkan kemampuan komunikasi dan berpikir kritis matematis siswa SMP. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 3093–3108. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2157>
- Maryani, D., Mardiyana, & Riyadi. (2025). Differentiated instruction in mathematics education: A systematic literature review. *KnE Social Sciences*, 10(11), 1–10. <https://doi.org/10.18502/kss.v10i11.18727>
- Maullina, E. S., Usodo, B., Fitriana, L., & Nurhasanah, F. (2024). Differentiated mathematics teaching and learning media: Systematic literature review 2015-2024. *Proceeding International Conference on Mathematics and Learning Research*, 1(1), 75–85.
- Mesghina, A., Hong, G., & Durrell, A. (2024). Cooperative learning in introductory

- statistics: Assessing students' perceptions, performance, and learning in heterogeneous and homogeneous groups. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 32(4), 444–456. <https://doi.org/10.1080/26939169.2024.2302175>
- Mirna, Yulanda, S., Martin, S. N., Jamaris, J., & Solfema, S. (2023). Analisis peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan penerapan model problem based learning. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 645–657. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1922>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2020). NCTM. In *Principles and Standards for School Mathematics*.
- Nugroho, S. A., & Sulistyorini, Y. (2022). Analisis gaya belajar siswa pada pembelajaran berdiferensiasi dalam Kurikulum Merdeka berbantuan Articulate Storyline. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Insan Budi Utomo*, 5(1), 151–157. https://doi.org/10.33503/prosiding_penelitian_an.v5i1.286
- Nurasiah, L., Priatna, B. A., & Priatna, N. (2020). The effect of differentiated instruction on student mathematical communication ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012160>
- Nurcholisyah, E., Rahmatudin, J., & Nurlaela. (2025). Peningkatan keaktifan belajar matematika melalui pembelajaran berdiferensiasi terintegrasi teaching at right level dengan model problem based learning berbantuan video pembelajaran. *JUMLAHKU: Jurnal Matematika Ilmiah Universitas Muhammadiyah Kuningan*, 11(1), 15–32.
- Nurfadhillah, S., Rizkiya, D. F., Waro, K., Handayani, N. R., & Ningsih, P. A. (2021). Pengaplikasian media pembelajaran visual pada pembelajaran matematika sekolah dasar Bina Bangsa. *EDISI : Jurnal Edukasi Dan Sains*, 3(2), 253–263. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/edisi>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020). *Education at a glance 2020: OECD indicators*. <https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/>
- Pramiasari, A. D., Muslim, A., & Supriatna. (2022). Problem-based learning in elementary schools: The study of curiosity and mathematics communication ability. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.56916/jirpe.v1i1.27>
- Pratama, D. D., & Khumaedi, M. (2021). Penggunaan media pembelajaran audio visual sebagai upaya meningkatkan hasil belajar siswa pada kompetensi pemberian ukuran gambar teknik. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 21(1), 1–5.
- Pratiwi, K. A. M. (2024). Efektivitas pembelajaran berdiferensiasi terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. *Jurnal Santiaji Pendidikan (JSP)*, 14(2), 194–206. <https://doi.org/10.36733/jsp.v14i2.9081>
- Purwati, R. (2020). Potensi pengembangan komunikasi matematis siswa sekolah dasar melalui pendekatan realistic mathematic education. *EduBase : Journal of Basic Education*, 1(2), 71–82. <https://doi.org/10.47453/edubase.v1i2.168>
- Rahmalia, R., Hajidin, & Ansari, B. (2020). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis dan disposisi matematis siswa SMP melalui model problem based learning. *Jurnal Numeracy*, 7(1), 137–149.
- Raisah, R., Aklimawati, A., Qausar, H., Fonna, M., & Isfayani, E. (2024). Pengaruh model pembelajaran problem based learning (PBL) terhadap kemampuan komunikasi matematis dan self-efficacy siswa di MAS Ulumuddin. *Jurnal Pendidikan Matematika Malikussaleh*, 4(2), 166–177. <https://doi.org/10.29103/jpmm.v4i2.18099>
- Rasul, A., Subhanudin, & Sutirta, H. (2022). Pengaruh penggunaan media audio visual YouTube terhadap keaktifan belajar matematika pada materi teorema Pythagoras siswa kelas VIII SMP Negeri 8 Mimika. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam JURRIMIPA*, 1(1), 1–4.
- Rijal, A., Aswarliansyah, & Waluyo, B. (2025). Effectiveness of differentiated learning in mathematics: Insights from elementary school students. *Journal of Education and Learning*, 19(1), 241–248. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21806>
- Rizqiyatia, I., Wardani, A., Fadholi, Z. R., & Dewi, N. R. (2023). Penelitian teori

- perkembangan piaget tahap operasional konkret pada usia 11–12 tahun terhadap hukum kekekalan volume. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 6, 634–638.
- Saepudin, S., Pratidiana, D., & Rifa'i, R. (2024). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMA Negeri 1 Panggarangan melalui metode tutor sebaya dengan media YouTube. *MENDIDIK: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Pengajaran*, 10(2), 137–145. <https://doi.org/10.30653/003.2024102.347>
- Safitri, T. A., Amelia, F., & Hanggara, Y. (2021). Pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe think-pair-share terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. *Cahaya Pendidikan*, 7(2), 123–131. <https://doi.org/10.62383/edukasi.v1i2.87>
- Saputri, L., Rahmadona, I., Aulia, N., & Sinulingga, S. P. B. (2023). Pengaruh model pembelajaran problem based learning terhadap kemampuan berpikir kritis dan komunikasi matematis peserta didik SMP. *Jurnal Serunai Matematika*, 15(1), 15–20.
- Sari, F. A. (2025). Analisis kemampuan awal matematis dan kesalahan mahasiswa berdasarkan Newman's error analysis pada materi luas bangun datar. *TUNAS: Jurnal Penelitian Pendidikan Dasar*, 2(1), 14–30. <https://jurnal.fkip.unmul.ac.id/index.php/tunas/index>
- Sari, N. N., Kurniawati, N., & Wijaka, R. N. (2022). Deskripsi kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi sistem persamaan linear dua variabel. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 10(1), 22–28. <https://doi.org/10.21831/jpms.v10i1.39364>
- Silvana, P. M., Rofiah, I., & Kholid, A. (2023). Implementasi pembelajaran berdiferensiasi melalui model pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar matematika siswa kelas X di SMA Negeri 1 Jombang. *Didaktika: Jurnal Pemikiran Pendidikan*, 29(2), 188–198. <https://doi.org/10.30587/didaktika.v29i2.6503>
- Simamora, M. O., Siahaan, T. M., & Sidabutar, R. (2022). Pengaruh model pembelajaran problem based learning terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VIII SMP Negeri 10 Pematangsiantar T.A 2022/2023. *Jurnal Pembelajaran Dan Matematika Sigma (JPMS)*, 8(2), 154–161.
- Simanjuntak, A., Fachriza, H., Anggani, N. D., Herman, T., & Hasanah, A. (2024). Kemampuan komunikasi matematis siswa SMP ditinjau dari gaya belajar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 07(01), 33–43. <http://dx.doi.org/10.30656/gauss.v7i1.7952>
- Siswadi, Mira, R., Saragih, B., & Wardana, G. (2023). Penggunaan model problem based learning (PBL) dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(1), 97–104.
- Sitopu, J. W., Purba, I. R., & Asriyati, D. (2022). Komunikasi matematis siswa melalui model problem based learning (PBL). *Jpmr*, 07(02), 66–75. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jpmr>
- Situmorang, S. S., & Laksono, E. W. (2025). Penerapan problem-based learning terhadap kemampuan berpikir kritis dan keaktifan belajar peserta didik. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(Special_issue), 283–294. <https://jurnal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/view/89598>
- Slavin, R. E. (2018). *Educational psychology: Theory and practice (12th ed.)*. Pearson Education ESL.
- Solehudin, & Rochmiyati, S. (2023). Differentiated learning through the PBL model to improve Indonesian language learning outcomes for elementary school students. *Jurnal Bidang Pendidikan Dasar*, 7(2), 99–105. <https://doi.org/10.21067/jbpd.v7i2.8637>
- Sukriadi, Kusdar, Djangka, L., & Febiola, D. (2023). Pelatihan pembuatan dan penggunaan matematika kreatif augmented reality sebagai media pembelajaran geometri bagi guru dan hahasiswa PGSD. *Jurnal BUDIMAS*, 05(02), 1–5.
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed.). ASCD (Association for Supervision and Curriculum Development). www.ascd.org/deskcopy.
- Tomo, T., T, A. Y., Siregar, N., & Meldi, N. F. (2025). Pembelajaran berdiferensiasi pada pembelajaran matematika: Sebuah kajian literatur. *Jurnal Alwatzikhoebillah : Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 11(1), 97–104. <https://doi.org/10.37567/alwatzikhoebillah.v11i1.3238>

- Ulhasna, N., & Suhandri, S. (2025). Pengaruh model problem based learning (PBL) terhadap kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari self regulated learning siswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 9(2), 145–153. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.9.2.145-153>
- UNESCO. (2015). *Education 2030: Incheon declaration and framework for action for the implementation of sustainable development goal 4*.
- Unisty, R. M., FS, C. A. H., & Jaenudin. (2021). Penerapan model PBL menggunakan NHT untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan minat belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 9(1), 19–26. <https://doi.org/10.21831/jpms.v9i1.26783>
- Wardanu, A. A., Ardiningtyas, N., Rahmadhani, E. P., & Hadi, F. R. (2025). Inovasi pembelajaran matematika melalui media visual untuk meningkatkan pemahaman konsep bilangan cacah kelas V SD. *MIKHAYLA : Journal of Advanced Research*, 2(1), 89–95. <https://doi.org/10.61579/mikhayla.v2i1.341>
- Wulandari, F. S., Cholily, Y. M., & Kusumawardhana, A. S. (2024). Analysis of students's mathematical communication ability in learning mathematics using the jigsaw cooperative method. *Mathema: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 224–234. <https://doi.org/10.33365/jm.v6i1.3467>
- Wulandari, P. M., Crismono, P. C., & Ilyas, M. (2024). Pengaruh aplikasi media papan pintar terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pembelajaran tematik. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 12(2), 172–178. <https://doi.org/10.21831/jpms.v12i2.72230>
- Yoyana, S., & Supriansyah. (2025). Pengaruh penggunaan media geoboard terhadap hasil belajar matematika siswa pada materi bangun datar. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(2), 360–368.
- Yulian, V. N., Wahyudin, & Darhim. (2023). Students' mathematical communication through math-talk learning community: Describing levels and components. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 121–132. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v14i1.16612>

PROFIL SINGKAT

Ayu Mayang Zulian Sari merupakan mahasiswa Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Mulawarman Samarinda, angkatan 2022. Penulis dapat dihubungi melalui email: ayumayangzuliansari@gmail.com

Fitri Aida Sari merupakan dosen Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Mulawarman Samarinda. Penulis dapat dihubungi melalui email: fitrisari@fkip.unmul.ac.id

Sukriadi merupakan dosen Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Mulawarman Samarinda. Penulis dapat dihubungi melalui email: sukriadi@fkip.unmul.ac.id