

Penggunaan Model *Problem Based Learning* dengan Pendekatan Pembelajaran Berdiferensiasi Berdasarkan Gaya Belajar untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa

Reno Delison Bakkara*, Yumiati, Ardi Dwi Susandi
Universitas Terbuka, Bandar Lampung, Indonesia

*Corresponding Author: renobakkara@gmail.com
Dikirim: 16-06-2025; Direvisi: 23-07-2025; Diterima: 25-07-2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana efektivitas penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang dikombinasikan dengan strategi pembelajaran berdiferensiasi sesuai gaya belajar siswa dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Latar belakang studi ini muncul dari kenyataan bahwa banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam mengungkapkan ide serta konsep matematika dengan jelas, ditambah dengan minimnya perhatian pendidik terhadap perbedaan gaya belajar dalam kegiatan pembelajaran matematika. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kuasi-eksperimental dengan rancangan kelompok kontrol yang tidak setara. Subjek penelitian terdiri dari 96 siswa kelas X di SMA swasta BPK PENABUR Bandar Lampung dan teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik sampling jenuh, yaitu seluruh subjek yang berjumlah 96 siswa kelas X di SMA Swasta BPK PENABUR Bandar Lampung dijadikan sebagai sampel penelitian yang terbagi menjadi tiga kelompok: satu kelas menerima PBL dengan diferensiasi gaya belajar visual dan auditori, satu kelas mendapatkan PBL tanpa diferensiasi, dan satu kelas kontrol dengan proses belajar yang konvensional. Instrumen pada penelitian ini mencakup tes kemampuan komunikasi matematis dan hasil tes tentang identifikasi gaya belajar siswa. Berdasarkan hasil analisis, siswa yang belajar melalui model PBL dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi mengalami peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan kedua kelompok lainnya. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan PBL dengan strategi pembelajaran yang memperhatikan gaya belajar siswa dapat menghasilkan peningkatan kemampuan siswa dalam hal komunikasi matematis.

Kata Kunci: *Problem Based Learning*; pembelajaran berdiferensiasi; gaya belajar; komunikasi matematis

Abstract: The objective of this research is to investigate how effective the implementation of the Problem-Based Learning (PBL) model, combined with a differentiated instruction strategy tailored to students' learning styles, is in improving the mathematical communication abilities. The research is motivated by students' limited ability to articulate mathematical ideas and concepts clearly, as well as the lack of attention from educators to diverse learning styles during mathematics instruction. The research subjects consisted of 96 class X students at BPK PENABUR Bandar Lampung private high school and the sampling technique in this study used a saturated sampling technique, namely all subjects totaling 96 class X students at BPK PENABUR Bandar Lampung private high school were used as research samples which were divided into three groups: one class received PBL with differentiation of visual and auditory learning styles, one class received PBL without differentiation, and one control class with a conventional learning process. Research instruments included a mathematical communication skills test and a learning style identification assessment. The findings revealed that students exposed to PBL with differentiated instruction showed significantly greater improvement in mathematical communication skills compared to those in the other two groups. These results suggest that integrating PBL with instructional strategies that accommodate students' learning

preferences can positively impact the development of their mathematical communication abilities.

Keywords: Problem Based Learning; differentiated learning; learning style; mathematical communication

PENDAHULUAN

Pendidikan sekarang ini semakin dirasakan kebergunaannya dalam kehidupan manusia untuk menjadi solusi dalam pemecahan masalah di dalam kehidupan nyata. Melalui pembelajaran berdiferensiasi di dalam kegiatan belajar dan mengajar dapat memotivasi siswa untuk dapat menemukan ide, gagasan dan menganalisa permasalahan serta dapat menemukan solusi serta mempresentasikan solusi khususnya dalam pembelajaran matematika. Dalam penelitian ini, istilah kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan komunikasi dalam matematika digunakan secara bergantian untuk merujuk pada kemampuan siswa dalam mengekspresikan dan menjelaskan ide, konsep, dan solusi matematika dalam bentuk tertulis, lisan, atau visual. Dari beberapa kemampuan yang dibutuhkan oleh siswa terdapat salah satu kemampuan yang tidak kalah penting yaitu kemampuan komunikasi matematis. Hasil penelitian mengatakan bahwa kemampuan komunikasi dalam matematika adalah kemampuan yang sangat penting untuk dikuasai oleh siswa karena kemampuan ini akan digunakan untuk menjelaskan dan menyampaikan pemikiran yang dimiliki kepada siswa lain atau guru tentang gagasan dan pengetahuan matematis yang disampaikan secara lisan atau tulisan (NCTM, 2020. Menurut Smith (2022), kemampuan komunikasi dalam matematika dapat diartikan sebagai kecakapan siswa dalam mengidentifikasi dan mengemukakan ide-ide matematis, membuat ide tersebut kedalam pemahaman konsep matematika, langkah-langkah penyelesaian masalah matematika dan membagikannya dengan mudah dan jelas serta menggunakan bahasa atau simbol matematika, menggunakan grafik atau diagram, sehingga dapat dengan mudah dan jelas diterima serta dipahami oleh siswa lain beserta guru dengan cara lisan ataupun tulisan.

Penelitian yang dilakukan oleh Mardiyah dan Kadarisma (2023) di sebuah SMA di Kabupaten Bandung Barat menunjukkan bahwa siswa menghadapi kesulitan dalam mentransformasikan situasi nyata ke dalam model matematika serta dalam menyampaikan solusi masalah menggunakan representasi yang sesuai. Fakta tersebut mengindikasikan bahwa pengembangan kemampuan komunikasi dalam matematika yang dimiliki oleh siswa masih menjadi tantangan dalam proses kegiatan belajar pada bidang studi matematika pada jenjang menengah. Rendahnya kemampuan komunikasi matematis ini berdampak pada kesulitan siswa dalam menyampaikan proses berpikirnya, memahami konsep secara mendalam, serta dalam menyelesaikan soal-soal kontekstual secara tepat. Dengan demikian, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang dapat merangsang siswa untuk berpikir kritis dan mengekspresikan gagasan mereka secara efektif, salah satunya melalui penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang dikombinasikan dengan strategi pembelajaran berdiferensiasi serta mempertimbangkan perbedaan gaya belajar siswa.

Dalam pembelajaran matematika menurut pengamatan peneliti di Sekolah Menengah Atas (SMA) BPK PENABUR bahwa siswa masih memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dalam matematika yang masih tergolong rendah seperti yang ditunjukkan melalui salah satu soal yang diberikan saat ulangan dengan soal logaritma,



dimana siswa diminta untuk menjelaskan langkah-langkah penyelesaian soal sifat-sifat logaritma. Dari 32 siswa yang mengikuti ulangan hanya 6 siswa yang menjawab dengan benar sesuai indikator komunikasi matematis dan 26 siswa tidak menjawab dengan benar hanya membuat perhitungan hasil akhir tanpa menjelaskan langkah-langkah penyelesaiannya.

Untuk menambah referensi tentang informasi kemampuan untuk berkomunikasi dalam matematika bagi siswa juga diberikan pertanyaan wawancara, dengan jawaban wawancara adalah sebagai berikut: (1) Siswa belum mengetahui apa yang dimaksud dengan komunikasi matematis. Siswa lebih sering menjawab soal secara langsung tanpa menjelaskan langkah-langkahnya. (2) Siswa bisa menjawab perhitungan dan menemukan jawabannya namun sulit untuk menjelaskan dengan kata-kata. (3) Siswa belum mampu mengkomunikasikan dengan pikiran sendiri terhadap ide dan penyelesaian dari jawaban soal. (4) Siswa masih kesulitan menjelaskan konsep matematika kepada siswa lain dan guru terkait jawaban yang sudah ditemukan oleh siswa.

Dari hasil jawaban tes siswa dan hasil wawancara menunjukkan bahwa kemampuan untuk berkomunikasi dalam matematika bagi siswa SMA BPK PENABUR masih tergolong rendah, hal ini terlihat peneliti memberikan soal cerita logaritma kepada siswa dimana dalam soal tersebut siswa diminta untuk merubah soal cerita kedalam bentuk umum logaritma dan menentukan langkah-langkah penyelesaiannya, mereka banyak yang kebingungan mengartikan perintah soal dan bingung untuk menyelesaikan soal serta menentukan langkah-langkah penyelesaiannya, dalam proses pembelajaran sebelumnya dalam pembahasan soal-soal logaritma siswa cenderung untuk menunggu temannya yang lain untuk mengerjakan soal yang diberikan oleh guru dan menyebabkan siswa kurang aktif dan kurang termotivasi dalam pembelajaran matematika. Ranisa (2016), mengemukakan bahwa salah satu faktor penyebab rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) adalah kebiasaan guru yang masih dominan menggunakan metode ceramah dalam penyampaian materi. Hal ini menyebabkan siswa menjadi pasif selama proses pembelajaran, karena metode yang diterapkan kurang melibatkan mereka secara aktif sehingga tidak mendukung optimalisasi kemampuan komunikasi matematis. Adapun penyebab timbulnya permasalahan yang menyebabkan rendahnya kemampuan komunikasi dalam matematika siswa tersebut kemungkinan terjadi dikarenakan guru menggunakan model pembelajaran yang tidak sesuai dengan kebutuhan belajar, gaya belajar dan pengalaman belajar siswa.

Melihat kondisi siswa di sekolah dan faktor kebutuhan belajar, gaya belajar dan pengalaman belajar maka saya akan menggunakan model pembelajaran yakni model pembelajaran PBL dengan pembelajaran berdiferensiasi. Menurut Suhendi (2016), bahwa model PBL dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi dalam matematika siswa khususnya dalam proses belajar matematika, karena di dalam model ini siswa diberi ruang yang tidak dibatasi untuk memberikan ide-ide, pemikiran, pendapat yang berbeda dengan temannya serta dapat memberikan kritik ataupun solusi yang berbeda sehingga dalam prosesnya siswa akan lebih aktif untuk berdiskusi dan berkolaborasi serta berkomunikasi dalam proses belajar untuk mencapai tujuan yang sudah ditentukan.

Selama tiga tahun terakhir, isu terkait kemampuan komunikasi matematis terus menjadi fokus utama dalam berbagai penelitian. Salah satu di antaranya adalah



penelitian oleh Sihotang dan Surya (2023), yang menemukan bahwa penggunaan PBL secara signifikan mampu meningkatkan kemampuan berpikir logis dan komunikasi matematis siswa. Namun, terdapat perbedaan signifikan antara penelitian ini. Perbedaan utama meliputi hal berikut: (1) Pendekatan berdiferensiasi menjadi hal utama dalam penelitian ini mengombinasikan PBL dengan pendekatan yang menyesuaikan strategi pembelajaran berdasarkan gaya belajar siswa, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung hanya menerapkan PBL tanpa mempertimbangkan keberagaman gaya belajar. (2). Tujuan utama dalam penelitian ini adalah meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa melalui strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik gaya belajar masing-masing.

Tidak seperti penelitian terdahulu yang umumnya bertujuan untuk pengembangan komunikasi matematis tanpa melibatkan pembelajaran berdiferensiasi, penelitian ini mengintegrasikan perhatian terhadap gaya belajar serta pendekatan yang sesuai dengan karakteristik siswa. Harapannya, pendekatan ini mampu memberikan kontribusi yang lebih signifikan terhadap efektivitas pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis secara maksimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode desain kuasi-eksperimental dengan *model non-equivalent control group design*. Dalam desain ini, akan diuji efektivitas penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi berdasarkan gaya belajar dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Sugiyono (2021), mengatakan bahwa metode desain kuasi-eksperimental dengan *model non-equivalent control group design* dilakukan dalam kelompok yang tidak dipilih secara acak yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Berikut adalah desain *non equivalent-control grup*.

Kelas Eksperimen	:	O_1	X	O_2
		O_1	Y	O_2
Kelas Kontrol	:	O_1	Z	O_2

Keterangan:

O_1 : Pemberian pretes

O_2 : Pemberian postes

X : Variabel bebas (Model PBL dan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar)

Y : Variabel bebas (Model PBL saja)

Z : Variabel bebas (Model Konvensional)

Penelitian ini terdapat tiga tahapan: (1) Tahap Pretes (2) Perlakuan dan (3) Postes serta terdiri dari dua kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol, dengan rincian: (1) Kelompok Eksperimen Pertama dengan kelompok eksperimen akan menggunakan model (PBL) yang dipadukan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar. Model PBL bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa, sedangkan pembelajaran berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar digunakan untuk menyesuaikan proses pembelajaran dengan gaya belajar individu siswa, sehingga diharapkan dapat memperoleh peningkatan dalam hal komunikasi dalam matematika. (2) Kelompok Eksperimen Kedua dengan kelompok

eksperimen ini akan menggunakan model pembelajaran PBL saja dalam pembelajaran. (3) Kelompok Kontrol dengan kelompok kontrol akan menjalani pembelajaran konvensional yang digunakan sebagai perbandingan. Dalam model ini, pengajaran dilakukan secara umum tanpa ada PBL dan diferensiasi terhadap gaya belajar siswa.

Penelitian ini melibatkan seluruh siswa SMAS BPK PENABUR Kota Bandar Lampung sebagai populasi, pada tahun ajaran 2024/2025. Sampel penelitian diambil dari tiga kelas X (Fase E) yang memiliki karakteristik serupa, ditinjau dari rata-rata nilai matematika serta kemampuan komunikasi matematis. Kelas X-2 ditetapkan sebagai kelompok eksperimen pertama, X-3 sebagai kelompok eksperimen kedua, dan X-1 sebagai kelompok kontrol, dengan masing-masing kelas terdiri atas 32 peserta didik.

Instrumen tes digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data mengenai kemampuan komunikasi matematis siswa, sesuai dengan indikator-indikator yang menjadi fokus dalam penelitian ini. Jenis tes yang diberikan berbentuk uraian, karena tes uraian memungkinkan siswa menunjukkan pencapaian mereka terhadap berbagai indikator komunikasi matematis, antara lain: (1) Kemampuan menulis, yaitu kemampuan siswa dalam menjelaskan ide atau solusi dari suatu masalah atau gambar dengan menggunakan bahasa mereka sendiri. (2) Kemampuan menggambar, yakni kemampuan untuk mengilustrasikan gagasan atau solusi dari permasalahan matematika dalam bentuk gambar. (3) Kemampuan mengekspresikan secara matematis, yaitu kemampuan siswa dalam mengungkapkan situasi atau peristiwa sehari-hari ke dalam bentuk model matematika menggunakan bahasa mereka sendiri. (4) Kemampuan mengidentifikasi dan menjelaskan, yaitu kemampuan siswa dalam mengenali data matematika, merespons pertanyaan, dan menjelaskan proses dalam menemukan solusi suatu masalah. (5) Kemampuan menyimpulkan, yakni kemampuan siswa untuk merumuskan kesimpulan dari hasil penyelesaian masalah matematika (NCTM, 2020; Sundayana, 2014).

Analisis validitas butir instrumen tes kemampuan komunikasi matematis ini menggunakan rumus *Korelasi Product Moment Pearson* dengan bantuan *Microsoft Excel*. Kriteria yang digunakan menurut Setyosari (2013) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Validitas

Koefisien Korelasi	Interpretasi Validitas
$r \leq 0$	Tidak valid
$0,00 < r \leq 0,20$	Sangat rendah
$0,20 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,40 < r \leq 0,60$	Sedang
$0,60 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,80 < r \leq 1,00$	Sangat tinggi

Setelah melakukan perhitungan, lalu dibandingkan dengan nilai r_{tabel} , dengan $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka ke empat nomor item instrumen dinyatakan valid yang direkapitulasi pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas

Nomor Butir Item	r_{hitung}	r_{tabel}	Kesimpulan
1	0,94	0,35	Valid
2	0,83	0,35	Valid
3	0,82	0,35	Valid
4	0,87	0,35	Valid

Kriteria penilaian reliabilitas yang dijadikan acuan dalam penelitian ini merujuk pada pendapat Azwar (2011) dan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Reliabilitas

Koefisien Korelasi	Korelasi	Interpretasi Reliabilitas
$0,90 < r_i \leq 1,00$	Sangat tinggi	Sangat baik
$0,70 < r_i \leq 0,90$	Tinggi	Baik
$0,40 < r_i \leq 0,70$	Sedang	Cukup baik
$0,20 < r_i \leq 0,40$	Rendah	Buruk
$r_i \leq 0,20$	Sangat rendah	Sangat buruk

Dari perhitungan diperoleh nilai $r_i = 0,89$. Karena $r_i = 0,89 > 0,70$, maka distribusi data reliabel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa status data reliabel dengan interpretasi reliabilitas tinggi. Berikut merupakan kriteria reliabilitas yang digunakan dalam penelitian ini menurut Atimah dan Alfath (2020) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Interpretasi Daya Pembeda

Nilai	Interpretasi Daya Pembeda
$0,70 < DP \leq 1,00$	Sangat baik
$0,40 < DP \leq 0,70$	Baik
$0,20 < DP \leq 0,40$	Cukup
$0,00 < DP \leq 0,20$	Buruk
$DP \leq 0,00$	Sangat buruk

Dari perhitungan diperoleh daya pembeda butir soal seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Interpretasi Daya Pembeda

Nomor Butir Item	Daya Pembeda	Interpretasi Daya Pembeda
1	0,31	Cukup
2	0,28	Cukup
3	0,28	Cukup
4	0,28	Cukup

Diperoleh Interpretasi daya pembeda keempat butir soal adalah cukup dimana setiap butir soal memiliki nilai Daya Pembeda yaitu $0,20 < DP \leq 0,40$. Untuk mengukur tingkat kesukaran menggunakan indeks pada soal sebagai berikut (Lestari & Yudhanegara, 2015), seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi Indeks Kesukaran

Nilai	Interpretasi Indeks Kesukaran
$IK = 0,0$	Terlalu sukar
$0,00 < IK \leq 0,30$	Sukar
$0,30 < IK \leq 0,70$	Sedang
$0,70 < IK \leq 1,00$	Mudah
$IK = 1,00$	Terlalu mudah

Setelah melakukan perhitungan instrumen tes diperoleh maka diperoleh nilai indeks kesukaran butir soal ditunjukkan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Interpretasi Indeks Kesukaran

Nomor Butir Item	Indeks Kesukaran	Interpretasi Indeks Kesukaran
1	0,88	Mudah
2	0,82	Mudah
3	0,85	Mudah
4	0,85	Mudah

Metode Analisis Data dengan uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji ini menggunakan Kolmogorov-Smirnov atau Shapiro-Wilk. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians data dari kedua kelompok adalah homogen atau tidak. Uji ini menggunakan *Levene's Test*.

Dalam penelitian ini, data yang diuji mencakup pretes, postes, dan peningkatannya menggunakan nilai *Normalized Gain*. Berikut adalah penjelasan masing-masing:

Pretes: Dilakukan sebelum penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. Pretes ini bertujuan untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis siswa sebelum intervensi pembelajaran. **Postes:** Dilakukan setelah penerapan model pembelajaran PBL dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. postes ini bertujuan untuk mengukur perubahan atau peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa setelah intervensi pembelajaran.

N-Gain: Digunakan untuk mengukur peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dari pretes ke postes. N-Gain adalah metode yang menghitung selisih antara skor pretes dan postes, kemudian membandingkannya dengan selisih maksimal yang mungkin dicapai. Ini memberikan gambaran tentang efektivitas pembelajaran yang diterapkan.

Dengan menguji ketiga data ini, penelitian dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang pengaruh model pembelajaran PBL dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan t-test untuk mengetahui perbedaan rata-rata kemampuan komunikasi matematis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Selain itu, ANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara model pembelajaran dan gaya belajar terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa.

Untuk mengendalikan variabel-variabel luar yang mungkin mempengaruhi hasil penelitian, dilakukan langkah-langkah berikut:

- Memastikan kedua kelompok memiliki karakteristik awal yang sebanding.
- Memberikan perlakuan yang konsisten sesuai dengan rencana pembelajaran.
- Menggunakan instrumen yang valid dan reliabel untuk pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berikut adalah rata-rata nilai pretes kemampuan komunikasi matematis pada masing-masing kelas ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pretes

Kelas	Perlakuan	Rata-rata Pretes
X-3	PBL + Diferensiasi Gaya Belajar	46,09
X-2	PBL saja	47,27
X-1	Konvensional	43,55

Setelah proses belajar pada setiap kelas diperoleh rata-rata nilai postes pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Postes

Kelas	Perlakuan	Rata-rata Pretes
X-3	PBL + Diferensiasi Gaya Belajar	92,97
X-2	PBL saja	81,05
X-1	Konvensional	75,39

Dari data hasil postes terlihat bahwa kelompok X-3 yang diberikan perlakuan PBL dan diferensiasi berdasarkan gaya belajar menunjukkan peningkatan paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan PBL saja dan pembelajaran konvensional.

Nilai kritis D_{tabel} berasal dari tabel Kolmogorov-Smirnov Lilliefors pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ untuk $N = 32$ adalah 0,24. Kriteria pengambilan keputusan distribusi: (1) Jika $D_{hitung} < D_{tabel}$, maka data berdistribusi normal. Dan (2) Jika $D_{hitung} > D_{tabel}$, maka data tidak berdistribusi normal. Hasil uji normalitas pretes disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji Normalitas Pretes

Kelas	D_{hitung}	D_{tabel}	Kesimpulan
PBL + Diferensiasi Gaya Belajar (X-3)	0,16	0,24	Normal
PBL saja (X-2)	0,22	0,24	Normal
Konvensional (X-1)	0,15	0,24	Normal

Pada Kelas X-3 (yang menggunakan PBL dengan pendekatan diferensiasi berdasarkan gaya belajar), diperoleh nilai $D_{hitung} = 0,16$, yang lebih kecil dari $D_{tabel} = 0,24$, sehingga data pada kelas ini dinyatakan berdistribusi normal. Demikian juga, pada Kelas X-2 (yang menggunakan model PBL tanpa diferensiasi), diperoleh $D_{hitung} = 0,22$, yang juga lebih kecil dari $D_{tabel} = 0,24$, sehingga distribusi data pada kelas ini juga normal. Begitu pula dengan Kelas X-1 (yang menggunakan pembelajaran konvensional), diperoleh nilai $D_{hitung} = 0,15$, yang juga lebih kecil dari $D_{tabel} = 0,24$, sehingga distribusi data pada kelas ini juga normal.

Hasil uji normalitas postes disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Uji Normalitas Postes

Kelas	D_{hitung}	D_{tabel}	Kesimpulan
PBL + Diferensiasi Gaya Belajar (X-3)	0,22	0,24	Normal
PBL saja (X-2)	0,10	0,24	Normal
Konvensional (X-1)	0,10	0,24	Normal

Pada Kelas X-3 (yang menggunakan model *Problem Based Learning* dengan pendekatan diferensiasi berdasarkan gaya belajar), diperoleh nilai $D_{hitung} = 0,22$, yang lebih kecil dari $D_{tabel} = 0,24$, sehingga data pada kelas ini dinyatakan berdistribusi normal. Demikian juga, pada Kelas X-2 (yang menggunakan model PBL tanpa diferensiasi), diperoleh $D_{hitung} = 0,10$, yang juga lebih kecil dari $D_{tabel} = 0,24$, sehingga distribusi data pada kelas ini juga normal. Begitu pula dengan Kelas X-1 (yang menggunakan pembelajaran konvensional), diperoleh nilai $D_{hitung} = 0,10$, yang juga lebih kecil dari $D_{tabel} = 0,24$, sehingga distribusi data pada kelas ini juga normal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh data pretes dari ketiga kelas berada dalam distribusi normal, sehingga uji statistik parametrik dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.



Uji homogenitas Pretes dilakukan untuk mengetahui apakah varians data pretes dari ketiga kelompok sampel memiliki kesamaan atau tidak. Pengujian dilakukan menggunakan uji F (Fisher) dengan membandingkan F_{hitung} dan F_{tabel} . Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh: (1) $F_{hitung} = 0,55$ dan (2) $F_{tabel} = 3,09$. Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa data pretes dari ketiga kelompok memiliki varians yang homogen. Artinya, tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam keragaman data pretes antara ketiga kelompok, sehingga asumsi homogenitas terpenuhi.

Uji homogenitas Postes dilakukan untuk mengetahui apakah varians data postes dari ketiga kelompok sampel memiliki kesamaan atau tidak. Pengujian dilakukan menggunakan uji F (Fisher) dengan membandingkan F_{hitung} dan F_{tabel} . Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh: (1) $F_{hitung} = 1,68$ dan (2) $F_{tabel} = 3,09$. Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa data postes dari ketiga kelompok memiliki varians yang homogen. Artinya, tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam keragaman data postes antara ketiga kelompok, sehingga asumsi homogenitas terpenuhi. Hal ini memungkinkan dilakukannya analisis lanjutan dengan uji statistik parametrik seperti uji ANOVA.

Hasil perhitungan N-gain diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kriteria N-Gain

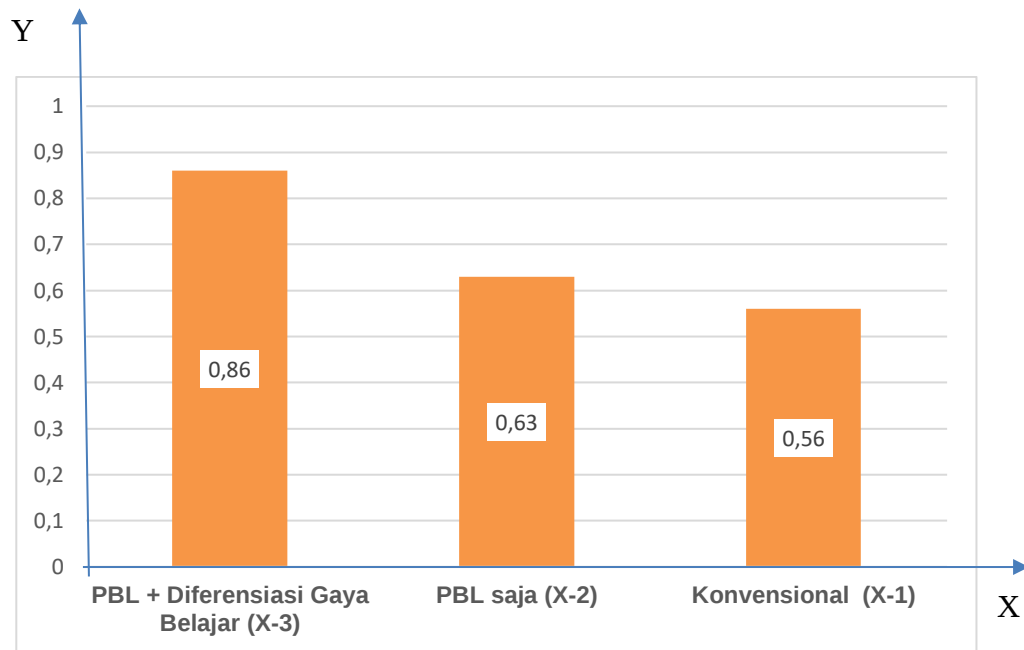
Batasan	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 - 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Hasil perhitungan N-Gain dari pretes dan postes pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Perhitungan N-Gain Pretes dan Postes

Kelas	N-Gain Skor	Kesimpulan
PBL + Diferensiasi Gaya Belajar (X-3)	0,86	Tinggi
PBL saja (X-2)	0,63	Sedang
Konvensional (X-1)	0,56	Sedang

Perhitungan skor N-Gain antara pretes dan postes menunjukkan adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa di setiap kelas, meskipun berada dalam kategori yang berbeda. Kelas X-3, yang mengikuti pembelajaran menggunakan model Problem Based Learning (PBL) yang dikombinasikan dengan pendekatan berdiferensiasi sesuai gaya belajar, mencatat skor N-Gain tertinggi yaitu 0,86 dan termasuk dalam kategori tinggi. Sementara itu, Kelas X-2 yang hanya menerapkan model PBL tanpa pendekatan diferensiasi gaya belajar memperoleh skor N-Gain sebesar 0,63, yang dikategorikan sedang. Di sisi lain, Kelas X-1 sebagai kelompok kontrol dengan pendekatan pembelajaran konvensional memperoleh skor N-Gain sebesar 0,56, juga berada dalam kategori sedang namun merupakan yang terendah di antara ketiga kelas. Visualisasi hasil perhitungan N-Gain ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik N-Gain Skor

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model PBL yang dikombinasikan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi berdasarkan gaya belajar memberikan peningkatan hasil untuk komunikasi matematis yang paling optimal dibandingkan metode lainnya. Untuk menguji adanya perbedaan signifikan antara rata-rata nilai postes dari tiga kelompok yang diberikan perlakuan berbeda, digunakan uji ANAVA satu arah. Hasil analisis menunjukkan bahwa: (1) $F_{hitung} = 13,38$ dan (2) $F_{tabel} (F_{kritis}) = 3,09$ serta (3) $P\text{-value} = 0,000$. Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($13,38 > 3,09$) dan $P\text{-value} < 0,05$, maka dapat terlihat bahwa ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai postes dari ketiga kelompok tersebut. Dengan kata lain, perlakuan yang berbeda (PBL + Diferensiasi, PBL saja, dan Konvensional) memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Rata-rata tertinggi terdapat pada kelompok yang menggunakan model PBL dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi, menunjukkan bahwa kombinasi strategi ini paling efektif.

Uji LSD (*Least Significant Difference*) dengan menggunakan uji-t digunakan untuk melihat perbedaan antar pasangan kelompok yang ditampilkan sebagai berikut ini:

1. Antara kelas PBL dengan diferensiasi gaya belajar (X-3) dan PBL saja (X-2) diperoleh hasil perhitungan: (1) Nilai $t_{hitung} = 3,72$, (2) Nilai t_{kritis} dua arah = 2,00 dan (3) Nilai p (signifikansi) two-tail = 0,00. Dengan nilai $t_{hitung} (3,72) > t_{kritis}$ dua arah (2,00) dan nilai p (two-tail) = $0,00 < \alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata kelas eksperimen PBL dengan diferensiasi gaya belajar (X-3) dan PBL saja (X-2).
2. Antara kelas PBL dengan diferensiasi gaya belajar (X-3) dan kelas konvensional diperoleh hasil perhitungan: (1) Nilai $t_{hitung} = 5,02$, (2) Nilai t_{kritis} dua arah = 2,00 dan (3) Nilai p (signifikansi) two-tail = 0,00. Dengan nilai $t_{hitung} (5,02) > t_{kritis}$ dua arah (2,00) dan nilai p (two-tail) = $0,00 < \alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-

rata kelas eksperimen PBL dengan diferensiasi gaya belajar (X-3) dan kelas konvensional (X-1).

3. Antara Kelas PBL saja (X-2) dan Kelas Konvensional (Kontrol) diperoleh hasil perhitungan: (1) Nilai $t_{hitung} = 1,54$, (2) Nilai t_{kritis} dua arah = 2,00 dan (3) Nilai p (signifikansi) two-tail = 0,00. Dengan nilai $t_{hitung} (1,54) < t_{kritis}$ dua arah (2,00) dan nilai p (two-tail) = 0,00 $< \alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata kelas PBL saja (X-2) dan kelas konvensional (X-1).

Pembahasan

Implementasi PBL yang dipadukan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi berdasarkan gaya belajar visual dan auditori terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Hal ini ditunjukkan oleh rata-rata skor N-gain sebesar 0,86 yang termasuk dalam kategori tinggi. Pendekatan ini mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar, karena penyajian materi disesuaikan dengan preferensi belajar masing-masing individu. Hasil analisis data menunjukkan bahwa siswa yang memperoleh pembelajaran melalui model PBL berdiferensiasi mengalami peningkatan yang lebih mencolok dalam mengemukakan ide, menjelaskan pemahaman matematika secara lisan maupun tertulis, serta menggunakan representasi matematika secara tepat dibandingkan dengan mereka yang mengikuti pembelajaran konvensional. Oleh sebab itu, integrasi antara model PBL dan pendekatan berdiferensiasi berbasis gaya belajar dapat dianggap sebagai strategi pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis secara menyeluruh.

Model PBL tanpa berdiferensiasi menunjukkan pengaruh positif terhadap kemampuan komunikasi matematis karena siswa dituntut aktif dalam proses pembelajaran. Namun, tanpa mempertimbangkan gaya belajar, efektivitasnya tidak sebesar ketika dipadukan dengan diferensiasi dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,63 masih lebih baik dibandingkan metode konvensional dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,56 yang berkategori sedang, namun belum seoptimal penerapan yang memperhatikan gaya belajar siswa. Sejalan dengan Alhamdaniyah dan Jamaan (2024), menemukan bahwa siswa yang belajar dengan PBL di SMAN 1 Solok Selatan menunjukkan peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik dibandingkan dengan metode pembelajaran biasa. PBL mendorong siswa untuk aktif berpikir dan menyampaikan ide secara matematis. Penerapan model PBL tetap memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa, meskipun tidak dikombinasikan dengan strategi pembelajaran berdiferensiasi berdasarkan gaya belajar. Walaupun pendekatan ini belum secara langsung menyesuaikan metode pembelajaran dengan karakteristik belajar masing-masing individu, keunggulan PBL yang berfokus pada pemecahan masalah, kerja sama kelompok, serta konteks kehidupan nyata mendorong siswa untuk berpikir kritis dan mengemukakan ide-ide matematis secara aktif. Berdasarkan hasil penelitian, siswa yang belajar melalui penerapan model PBL menunjukkan kemampuan yang lebih berkembang dalam menyampaikan gagasan, bernalar secara matematis, serta menggunakan simbol dan bentuk representasi matematika dengan lebih tepat, dibandingkan dengan mereka yang dibelajarkan melalui metode konvensional. Namun, peningkatan ini belum mencapai hasil yang optimal seperti yang terlihat pada kelompok siswa yang memperoleh pembelajaran PBL yang dipadukan dengan strategi

diferensiasi gaya belajar. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun PBL sudah cukup efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis, hasilnya dapat lebih maksimal jika disertai dengan pendekatan yang menyesuaikan pembelajaran terhadap gaya belajar siswa. Temuan ini sejalan dengan studi dari Sihotang dan Surya (2023), yang menyatakan bahwa model PBL tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan penalaran, tetapi juga mendukung siswa dalam mengomunikasikan pemikiran mereka melalui bahasa lisan dan tulisan, yang pada gilirannya memperkuat keterampilan komunikasi dalam matematika.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian, penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi sesuai gaya belajar terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa dibandingkan dengan penerapan PBL tanpa diferensiasi maupun pendekatan konvensional. Oleh karena itu, guru dianjurkan untuk mengintegrasikan model PBL dengan strategi diferensiasi berbasis gaya belajar dalam proses pengajaran, khususnya pada materi-materi yang menuntut keterampilan komunikasi matematis yang tinggi. Pendekatan ini dinilai mampu mengakomodasi kebutuhan belajar siswa secara lebih maksimal, terutama bagi mereka yang memiliki kecenderungan gaya belajar visual dan auditori. Penerapan proses belajar berdiferensiasi berdasarkan gaya belajar membutuhkan perencanaan yang matang dan pemahaman mendalam mengenai karakteristik gaya belajar siswa. Oleh karena itu, sangat disarankan agar guru melakukan identifikasi gaya belajar siswa sejak awal dan menyusun perangkat pembelajaran yang fleksibel dan adaptif. Pemanfaatan media pembelajaran yang bervariasi juga dapat meningkatkan efektivitas strategi ini.

Karena keterbatasan dalam hal waktu dan sumber daya, penelitian ini hanya fokus pada dua gaya visual dan auditori. Penelitian lanjutan dianjurkan untuk mencakup ketiga gaya belajar utama sehingga hasil yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang lebih utuh terkait efektivitas diferensiasi pembelajaran berdasarkan gaya belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Syarif, and Asriana Kibtiyah. "Strategi Mengatasi Masalah Kesulitan Belajar Siswa Dengan Memahami Gaya Belajar Siswa (Studi Kasus Di Ma Al-Ahsan Bareng)." *Jurnal Pendidikan Tambusai* 5.3 (2021): 6444-6454.
- Anggriani, Putri, Mira Amelia Amri, and Maria Para Siska. "Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa." *Lattice Journal: Journal of Mathematics Education and Applied* 3.2 (2023): 210-225.
- Buchbinder, O., & McCrone, S. S. (2020). Developing Mathematical Communication in a Collaborative Classroom: Teacher Moves Supporting Student Participation and Reasoning. *International Journal of Mathematical Education*.
- Fauziah, I., Rahman, A., & Susanti, R. (2018). Penerapan model Problem Based Learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan komunikasi matematis siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA*, 4(1), 1–12.



- Fitriyani, L., Kurniawan, D. A., & Nuraini, D. (2022). Analisis kemampuan komunikasi matematis dalam pembelajaran berbasis masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 10(1), 32–45. <https://doi.org/10.23969/jpms.v10i1.1234>
- Handayani, H., & Koeswanti, H. (2021). Implementasi Model Problem Based Learning berbasis Masalah Kontekstual untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 7(1), 45–55.
- Hanifah, N., & Indarini, E. (2021). Sintaks Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 8(2), 134–141.
- Mardiyah, N. S., & Kadarisma, G. (2023). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Ditinjau dari Gaya Belajar. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia (JPMI)*, 8(1), 23–29.
- Marsigit. (2022). Penguatan komunikasi matematis siswa melalui pembelajaran kontekstual. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 7(1), 55–65. <https://doi.org/10.1234/jpms.v7i1.2345>
- NTCM (National Council of Teachers of Mathematics). (2020). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Qonaah, N., Rahman, A., & Putri, R. S. (2019). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa pada pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 10(3), 45–54. <https://doi.org/10.1234/jpmi.v10i3.7890>
- Ristanto, R. H., Zubaidah, S., Amin, M., & Rohman, F. (2021). Critical thinking and biological literacy: Relationship with conceptual understanding of plant tissue. *Edusains*, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.21009/edusains.131.01>
- Sihotang, D. R. A., & Surya, E. (2023). Pengaruh model *problem based learning* terhadap hasil belajar matematika siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*.
- Smith, J. A., & Jones, L. K. (2022). Enhancing Mathematical Communication Skills through Problem-Solving Activities in Middle School Students. *Journal of Mathematics Education*.
- Suhendi, D. (2016). *Model pembelajaran problem-based learning untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis*. Bandung: Alfabeta
- Sujana, M. (2017). *Pembelajaran berdiferensiasi: Memahami gaya belajar siswa*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sundayana, R., Herman, T., Dahlan, J. A., & Prahmana, R. C. I. Sundayana, R., Herman, T., Dahlan, J. A., & Prahmana, R. C. I. (2017). The improvement of problem-solving ability and self-confidence of students through problem-based learning. *Journal of Mathematics Education*.
- Syarifah, N. (2022). Langkah-langkah Implementasi Model Problem Based Learning dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Kreatif*, 5(1), 21–30.
- Zahwa Alhamdaniyah, & Zusti Jamaan, E. (2024). Penerapan *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa di SMAN 1 Solok Selatan. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 45–53.

