



PENALARAN MATEMATIS SISWA PADA MATERI PLSV MELALUI METODE GASING BERBASIS PROBLEM-BASED LEARNING

Petrus Kanisius Nama Doni¹, Sufyani Prabawanto², Lukman³

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Indonesia

email: sufyani@upi.edu

Diterima: 29/09/2026; Direvisi: 08/10/2026; Diterbitkan: 21/10/2026

ABSTRACT

Kemampuan penalaran matematis siswa SMP, khususnya pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV), masih perlu diperkuat karena pembelajaran cenderung menekankan penguasaan prosedur. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh integrasi metode GASING (*Gampang, Asyik, dan Menyenangkan*) dan *Problem-Based Learning* (GASING-PBL) terhadap kemampuan penalaran matematis siswa pada materi PLSV. Penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimental dengan kelompok kontrol tidak ekuivalen. Subjek penelitian terdiri atas 64 siswa kelas VIII SMP Negeri 3 Ile Ape Timur, Kabupaten Lembata, yang terbagi menjadi kelompok GASING-PBL dan kelompok pembelajaran konvensional, masing-masing 32 siswa. Data dikumpulkan menggunakan Tes Penalaran Matematis yang telah memenuhi validitas isi dan reliabilitas. Analisis dilakukan melalui uji-t, ukuran efek Cohen's *d*, dan *normalized gain*. Hasil menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis kelompok GASING-PBL lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol, dengan skor pascates masing-masing 78,43 dan 65,21, $p < 0,001$, serta $d = 0,87$. Nilai *normalized gain* kelompok GASING-PBL sebesar 0,62 berada pada kategori sedang, sedangkan kelompok kontrol sebesar 0,39 berada pada kategori rendah. Penalaran induktif dan analogis menunjukkan peningkatan paling tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa GASING-PBL berpotensi menjadi alternatif pembelajaran kontekstual untuk memperkuat penalaran matematis siswa SMP pada materi PLSV.

Keywords: GASING Method; GASING-PBL; Linear Equations in One Variable; Mathematical Reasoning Ability; Problem-Based Learning

ABSTRAK

Mathematical reasoning among junior high school students, particularly in Linear Equations in One Variable (LEOV), remains a challenge because classroom instruction often emphasizes procedural mastery. This study aimed to examine the effect of integrating the GASING (*Gampang, Asyik, dan Menyenangkan*) method with *Problem-Based Learning* (GASING-PBL) on students' mathematical reasoning in LEOV. A quasi-experimental design with a nonequivalent control group was employed. The participants were 64 eighth-grade students at SMP Negeri 3 Ile Ape Timur, Lembata Regency, who were assigned to the GASING-PBL and conventional instruction groups, with 32 students in each group. Data were collected using a Mathematical Reasoning Test that demonstrated satisfactory content validity and reliability. The data were analyzed using a *t*-test, Cohen's *d*, and *normalized gain*. The results showed that the GASING-PBL group achieved significantly higher posttest reasoning scores than the control group, with means of 78.43 and 65.21, respectively, $p < .001$, and $d = 0.87$. The *normalized gain* was 0.62 for GASING-PBL, categorized as moderate, compared with 0.39 for conventional instruction, categorized as low. Inductive and analogical reasoning showed the greatest gains. These findings indicate that GASING-PBL can serve as a contextual learning alternative for strengthening junior high school students' mathematical reasoning in LEOV.

Kata Kunci: Kemampuan Penalaran Matematis; GASING-PBL; Metode GASING; Problem-Based Learning; Persamaan Linear Satu Variabel

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan

<https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.16124>



PENDAHULUAN

Kemampuan penalaran matematis merupakan salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran matematika karena berkaitan dengan kemampuan siswa memahami hubungan, menemukan pola, menyusun alasan, dan menarik kesimpulan berdasarkan informasi yang tersedia. Penalaran tidak cukup dibangun melalui penguasaan prosedur, tetapi memerlukan pengalaman ketika siswa menghubungkan konsep, menguji strategi, dan memberikan alasan terhadap solusi yang diperoleh. National Council of Teachers of Mathematics menempatkan penalaran dan pembuktian sebagai bagian penting dari pembelajaran matematika yang memungkinkan siswa membangun serta mengevaluasi argumen matematis (NCTM, 2023). Dalam konteks pendidikan matematika Indonesia, kemampuan berpikir logis dan kritis juga menjadi bagian penting dari kompetensi matematis siswa karena keduanya mendukung kemampuan memberikan alasan dan mengambil kesimpulan secara tepat (Sumarmo et al., 2022). Dengan demikian, pembelajaran matematika pada jenjang SMP perlu memberikan ruang yang cukup bagi siswa untuk mengembangkan penalaran, bukan sekadar mengikuti langkah penyelesaian yang dicontohkan guru.

Permasalahan tersebut menjadi semakin penting karena kemampuan matematika siswa Indonesia masih menghadapi tantangan pada tugas yang menuntut penerapan konsep dan penalaran. Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa capaian matematika siswa Indonesia masih berada pada tingkat yang rendah dibandingkan rerata negara-negara OECD, sehingga penguatan kemampuan matematika yang bersifat konseptual dan bernalar perlu mendapat perhatian lebih serius (OECD, 2023). Kesulitan penalaran juga terlihat pada berbagai materi matematika SMP. Nabila dan Marlina (2022) menunjukkan bahwa kemampuan penalaran siswa SMP pada materi sistem persamaan linear dua variabel masih menghadapi kendala, terutama dalam menarik kesimpulan, memberikan pembuktian, dan menyusun alasan terhadap kebenaran suatu penyelesaian. Asoraya dan Ruli (2023) juga menemukan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi relasi dan fungsi belum merata, terutama pada indikator yang menuntut siswa menyusun argumen secara valid. Temuan tersebut menunjukkan bahwa persoalan penalaran tidak hanya berkaitan dengan satu materi tertentu, tetapi berhubungan dengan pola pembelajaran matematika yang belum secara konsisten melatih siswa untuk menjelaskan dan mempertanggungjawabkan proses berpikirnya.

Materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) merupakan salah satu materi yang relevan untuk mengembangkan kemampuan tersebut karena siswa perlu menghubungkan situasi kontekstual dengan representasi matematis dan kemudian melakukan manipulasi simbolis secara logis. Kesulitan dalam mematematisasi masalah verbal dapat menyebabkan siswa lebih berorientasi pada prosedur daripada memahami hubungan matematis yang mendasari suatu persamaan. Jupri dan Drijvers (2016) menunjukkan bahwa siswa dapat mengalami kesulitan ketika harus menerjemahkan masalah berbasis konteks ke dalam bentuk matematis, khususnya pada persoalan aljabar. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pembelajaran yang tidak langsung membawa siswa pada manipulasi simbol, tetapi terlebih dahulu membantu mereka membangun makna hubungan matematis melalui pengalaman dan representasi yang lebih mudah dipahami. Jannah dan Senjayawati (2023) menunjukkan bahwa pendekatan kontekstual pada materi PLSV dapat meningkatkan pemahaman matematis siswa. Namun, penelitian tersebut berfokus pada

pemahaman matematis melalui desain tindakan kelas, sehingga belum menjelaskan secara khusus bagaimana pembelajaran PLSV dapat meningkatkan berbagai dimensi penalaran matematis.

Salah satu pendekatan yang berpotensi menjawab persoalan tersebut adalah metode GASING (*Gampang, Asyik, dan Menyenangkan*). Pendekatan ini menempatkan pengalaman belajar yang mudah dipahami dan menyenangkan sebagai dasar dalam membangun konsep matematika. Penggunaan representasi konkret sebelum menuju bentuk yang lebih abstrak memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami hubungan matematis secara bertahap. Prinsip tersebut relevan dengan kebutuhan pembelajaran aljabar karena siswa tidak hanya berhadapan dengan simbol, tetapi juga perlu memahami makna simbol dan hubungan yang direpresentasikannya. Pratiwi dan Fasha (2020) menunjukkan bahwa penerapan metode GASING dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa GASING memiliki potensi untuk mengembangkan kemampuan berpikir yang melampaui penguasaan prosedur, meskipun penelitian tersebut dilakukan pada jenjang sekolah dasar dan belum secara khusus menguji kemampuan penalaran matematis pada materi PLSV.

Pendekatan berbasis masalah juga memiliki relevansi kuat dengan pengembangan penalaran matematis. *Problem-Based Learning* (PBL) menempatkan masalah sebagai titik awal pembelajaran sehingga siswa perlu mengidentifikasi informasi, menentukan strategi, mendiskusikan kemungkinan penyelesaian, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh. Proses tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui aktivitas pemecahan masalah. Paloloang et al. (2020), melalui *meta-analysis* terhadap penelitian PBL di Indonesia, menunjukkan adanya pengaruh positif PBL terhadap kemampuan literasi matematis siswa. Penelitian Fetricia et al. (2023) juga menunjukkan bahwa PBL dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui keterlibatan aktif dalam pemecahan masalah. Selain itu, pengorganisasian siswa dalam kelompok dapat menciptakan ruang bagi pertukaran strategi dan pengujian gagasan. Liljedahl (2014) menegaskan bahwa pengelompokan siswa yang dirancang secara tepat dapat mendukung interaksi dan keterlibatan dalam aktivitas matematika. Dengan karakteristik tersebut, PBL memiliki landasan yang sesuai untuk pembelajaran yang menempatkan penalaran sebagai bagian dari proses pemecahan masalah.

Meskipun demikian, penggunaan PBL secara umum belum secara otomatis menjamin siswa memperoleh pengalaman yang memadai untuk memahami konsep abstrak, terutama ketika siswa memiliki keterbatasan dalam menghubungkan situasi konkret dengan simbol matematika. Sebaliknya, pendekatan konkret seperti GASING memberikan dukungan representasional, tetapi masih memerlukan struktur pembelajaran yang secara sistematis mendorong siswa menghadapi masalah, mengembangkan strategi, menyampaikan alasan, dan mengevaluasi solusi. Dari perspektif teori beban kognitif, desain pembelajaran perlu mempertimbangkan bagaimana informasi dan aktivitas disajikan agar kapasitas kognitif siswa dapat digunakan secara efektif untuk membangun dan mengolah pengetahuan (Sweller, 2020). Oleh karena itu, integrasi GASING dengan PBL memiliki potensi untuk menggabungkan kekuatan representasi bertahap dengan aktivitas pemecahan masalah. GASING dapat digunakan untuk membantu siswa membangun pemahaman melalui pengalaman yang lebih konkret, sedangkan PBL menyediakan struktur masalah dan interaksi yang mendorong siswa menggunakan pemahaman tersebut untuk bernalar.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa PBL telah banyak dikaji dalam kaitannya dengan kemampuan matematika, sedangkan GASING juga telah diterapkan untuk mendukung



kemampuan berpikir matematis. Namun, masih terdapat keterbatasan bukti empiris mengenai integrasi kedua pendekatan tersebut untuk mengembangkan kemampuan penalaran matematis pada materi PLSV. Penelitian Adilla dan Haris (2024), misalnya, menunjukkan bahwa PBL berpengaruh terhadap kemampuan penalaran matematis siswa SMP, tetapi penelitian tersebut tidak mengintegrasikan GASING dan tidak memfokuskan analisis pada perkembangan beberapa dimensi penalaran secara terpisah. Sementara itu, penelitian Jannah dan Senjayawati (2023) pada PLSV menggunakan pendekatan kontekstual dan mengukur pemahaman matematis, bukan kemampuan penalaran. Nabila dan Marlina (2022) serta Asoraya dan Ruli (2023) memberikan gambaran mengenai kesulitan penalaran siswa pada materi aljabar, tetapi belum menguji intervensi pembelajaran yang secara khusus dirancang untuk mengatasi kesulitan tersebut. Dengan demikian, masih terdapat ruang penelitian untuk menguji model pembelajaran yang mengintegrasikan pengalaman konkret, pemecahan masalah, diskusi, dan argumentasi dalam pembelajaran PLSV.

Penelitian ini menawarkan integrasi metode GASING ke dalam *Problem-Based Learning* yang selanjutnya disebut GASING-PBL. Integrasi tersebut dirancang agar siswa memperoleh pengalaman belajar secara bertahap dari representasi konkret menuju pemahaman yang lebih abstrak sekaligus terlibat dalam proses pemecahan masalah. Pada tahap awal, benda-benda yang tersedia di lingkungan siswa digunakan sebagai media untuk merepresentasikan situasi dan hubungan matematis. Representasi tersebut kemudian dikembangkan menjadi bentuk visual sebelum siswa menggunakan simbol aljabar secara formal. Seluruh proses ditempatkan dalam aktivitas PBL yang mendorong siswa mengidentifikasi masalah, bekerja secara kolaboratif, menyusun penyelesaian, menyampaikan alasan, dan mengevaluasi hasil. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pengalaman yang lebih bermakna bagi siswa, terutama dalam konteks sekolah yang memiliki keterbatasan sumber belajar karena pembelajaran dapat memanfaatkan benda-benda sederhana yang tersedia di lingkungan sekitar.

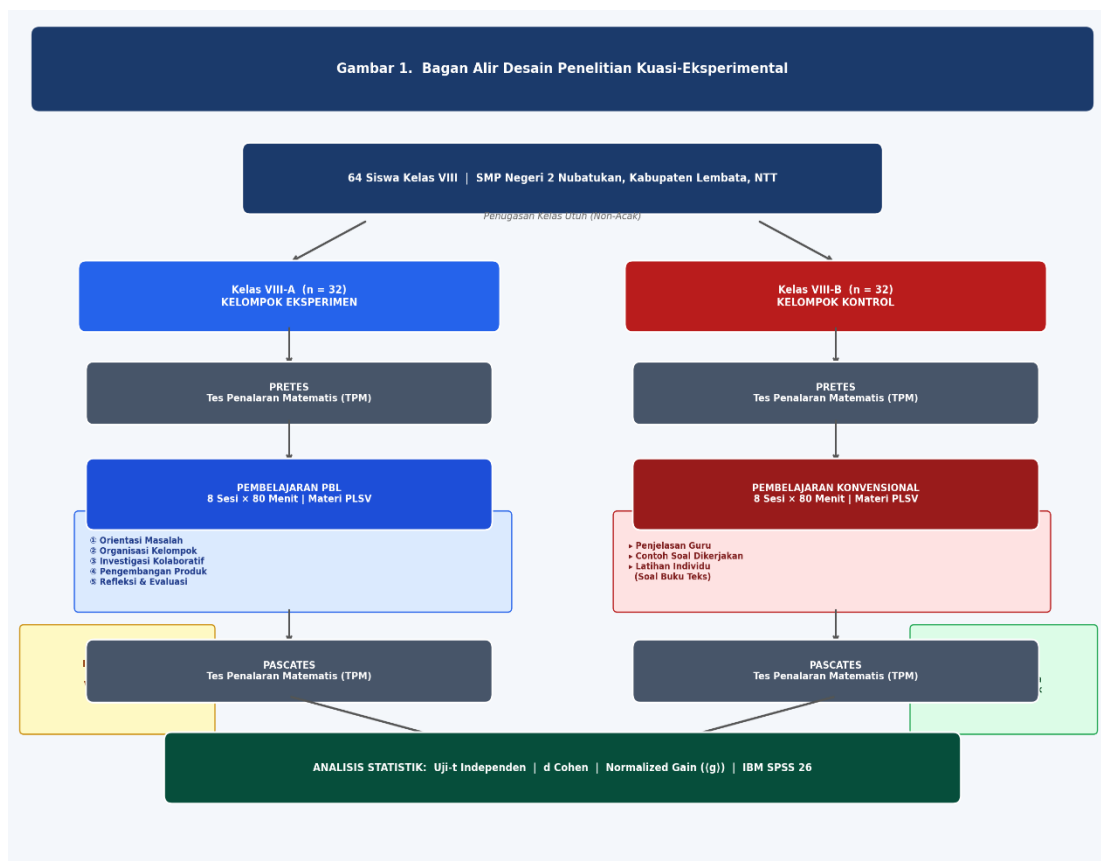
Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian integrasi GASING-PBL untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis pada materi PLSV dengan menganalisis perkembangan penalaran secara lebih terperinci. Penelitian tidak hanya membandingkan skor penalaran matematis secara keseluruhan, tetapi juga mengidentifikasi perubahan pada penalaran induktif, deduktif, analogis, dan evaluatif. Selain itu, penelitian dilakukan pada siswa kelas VIII di SMP Negeri 3 Ile Ape Timur, Kabupaten Lembata, Nusa Tenggara Timur, sehingga memberikan bukti empiris dari konteks sekolah kepulauan yang memiliki karakteristik sumber belajar berbeda dengan sekolah di wilayah perkotaan. Penggunaan benda-benda lokal sebagai bagian dari pengalaman konkret juga menjadi unsur kontekstual dalam penerapan GASING-PBL.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh GASING-PBL terhadap kemampuan penalaran matematis siswa kelas VIII pada materi PLSV dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Penelitian ini juga menganalisis perkembangan empat dimensi penalaran matematis, yaitu penalaran induktif, deduktif, analogis, dan evaluatif. Secara khusus, penelitian ini menguji apakah siswa yang memperoleh pembelajaran GASING-PBL memiliki kemampuan penalaran matematis yang lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional serta apakah terdapat perbedaan tingkat peningkatan pada keempat dimensi penalaran tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimental *nonequivalent control group pretest-posttest*. Desain ini dipilih karena pembagian siswa ke dalam kelas telah ditetapkan oleh sekolah sehingga peneliti tidak melakukan pengacakan individu. Penelitian dilaksanakan pada Semester 2 Tahun Pelajaran 2024/2025 di SMP Negeri 3 Ile Ape Timur, Kabupaten Lembata, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Subjek penelitian terdiri atas 64 siswa kelas VIII yang terbagi dalam dua kelas, yaitu kelas VIII-A sebanyak 32 siswa sebagai kelompok eksperimen yang memperoleh pembelajaran GASING-PBL dan kelas VIII-B sebanyak 32 siswa sebagai kelompok kontrol yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Sebelum perlakuan diberikan, kedua kelompok mengikuti pretes untuk mengetahui kemampuan awal penalaran matematis. Kesetaraan awal juga diperiksa berdasarkan nilai matematika semester sebelumnya. Rerata nilai semester sebelumnya kelompok eksperimen adalah 68,4 dan kelompok kontrol 68,1, sedangkan rerata pretes penalaran matematis masing-masing sebesar 42,18 dan 41,90. Setelah intervensi selesai, kedua kelompok diberikan postes dengan instrumen yang sama untuk mengetahui perubahan kemampuan penalaran matematis.



Gambar 1. Bagan Alir Desain Penelitian Kuasi-Eksperimental

Gambar 1. Bagan alir desain penelitian kuasi-eksperimental. PLSV = Persamaan Linear Satu Variabel; TPM = Tes Penalaran Matematis; GASING-PBL = integrasi metode GASING (*Gampang, Asyik, dan Menyenangkan*) berbasis *Problem-Based Learning*; V = koefisien V Aiken; ICC = koefisien korelasi intraclass; $\langle g \rangle$ = *normalized gain*.



Intervensi pembelajaran dilaksanakan selama empat minggu dalam delapan sesi, dengan durasi 80 menit pada setiap sesi. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran GASING-PBL yang mengintegrasikan tahapan konkret, piktorial, dan abstrak dalam lima fase *Problem-Based Learning*. Guru matematika yang sama mengajar kedua kelompok untuk meminimalkan perbedaan faktor pengajar. Guru tersebut memiliki pengalaman mengajar matematika selama 12 tahun dan mengikuti lokakarya fasilitasi GASING-PBL selama dua hari sebelum intervensi.

Pada tahap konkret, pembelajaran diawali dengan masalah kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Siswa menggunakan benda sederhana yang tersedia di lingkungan sekitar, seperti cangkang kerang, biji-bijian, dan batang bambu, untuk merepresentasikan besaran yang diketahui dan tidak diketahui. Aktivitas ini digunakan untuk membantu siswa memahami hubungan antarkuantitas sebelum diperkenalkan pada bentuk simbolis PLSV.

Tahap berikutnya adalah tahap piktorial. Siswa bekerja dalam kelompok heterogen yang terdiri atas empat sampai lima orang untuk mengubah representasi konkret menjadi gambar, diagram, atau model timbangan. Representasi visual digunakan untuk menunjukkan hubungan keseimbangan pada persamaan serta membantu siswa menghubungkan situasi konkret dengan bentuk matematis. Pada tahap ini, siswa didorong untuk menjelaskan pola dan hubungan yang ditemukan sebelum melakukan manipulasi simbol aljabar.

Tahap abstrak dilaksanakan ketika siswa telah memiliki representasi konkret dan visual yang memadai. Siswa menyelesaikan masalah dalam bentuk simbol aljabar, menyusun langkah penyelesaian, dan memberikan alasan pada setiap transformasi yang dilakukan. Hasil penyelesaian kemudian dipresentasikan dan didiskusikan antarkelompok. Kegiatan diakhiri dengan refleksi dan evaluasi terhadap strategi, ketepatan prosedur, serta alasan matematis yang digunakan.

Kelima aktivitas tersebut diselaraskan dengan fase *Problem-Based Learning*, yaitu orientasi siswa pada masalah, pengorganisasian siswa untuk belajar, penyelidikan individual dan kelompok, pengembangan serta penyajian hasil karya, dan analisis serta evaluasi proses pemecahan masalah. Dengan demikian, tahapan konkret-piktorial-abstrak tidak berdiri sebagai aktivitas terpisah, tetapi menjadi bagian dari proses pemecahan masalah yang berlangsung secara bertahap.

Kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional dengan materi, alokasi waktu, dan masalah pembelajaran yang sama. Perbedaannya terletak pada pola penyajian pembelajaran. Guru menjelaskan konsep dan prosedur penyelesaian PLSV, memberikan contoh, kemudian siswa mengerjakan latihan secara individual atau mengikuti latihan yang dipandu guru tanpa tahapan manipulasi konkret dan representasi piktorial yang digunakan pada kelompok GASING-PBL.

Data kemampuan penalaran matematis dikumpulkan menggunakan Tes Penalaran Matematis (TPM) berbentuk delapan soal esai terbuka. Instrumen mencakup empat dimensi penalaran, yaitu penalaran induktif, deduktif, analogis, dan evaluatif, dengan masing-masing dimensi diwakili oleh dua butir soal. Setiap butir dinilai menggunakan rubrik empat tingkat sehingga skor maksimum tes adalah 32, kemudian dikonversi ke skala 0–100.

Validitas isi instrumen dinilai oleh tiga dosen melalui koefisien V Aiken dan menghasilkan nilai V sebesar 0,87. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen diuji coba kepada 30 siswa yang tidak termasuk dalam sampel penelitian. Hasil uji coba menunjukkan konsistensi internal yang baik dengan koefisien Cronbach's α sebesar 0,84. Reliabilitas antarpemeriksaan juga diperiksa

melalui penilaian dua *rater* independen terhadap 30% sampel jawaban dan menghasilkan nilai ICC sebesar 0,91 dengan interval kepercayaan 95% sebesar [0,87; 0,95].

Analisis data dilakukan secara bertahap. Pertama, statistik deskriptif digunakan untuk memperoleh rerata dan simpangan baku skor pretes dan postes pada masing-masing kelompok. Kedua, kesetaraan kemampuan awal diperiksa melalui uji-t terhadap skor pretes. Ketiga, sebelum analisis parametrik dilakukan, distribusi data postes diperiksa menggunakan uji Shapiro-Wilk dan kesamaan varians antarkelompok diperiksa menggunakan uji Levene.

Perbedaan kemampuan penalaran matematis antara kelompok GASING-PBL dan kelompok kontrol dianalisis menggunakan uji-t. Besaran perbedaan antarkelompok dilengkapi dengan ukuran efek Cohen's *d* dan interval kepercayaan 95%. Estimasi interval kepercayaan dilakukan menggunakan teknik *bootstrap* dengan 5.000 pengambilan ulang.

Peningkatan kemampuan penalaran matematis dianalisis menggunakan *normalized gain* ($\langle g \rangle$) dengan rumus Hake (1998), yaitu perbandingan antara peningkatan skor aktual dan peningkatan skor maksimum yang masih mungkin dicapai berdasarkan skor pretes. Analisis *normalized gain* dilakukan untuk skor penalaran matematis secara keseluruhan dan untuk masing-masing dimensi penalaran, yaitu induktif, deduktif, analogis, dan evaluatif. Nilai $\langle g \rangle$ kemudian digunakan untuk mengidentifikasi tingkat peningkatan kemampuan pada setiap kelompok dan dimensi penalaran.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kesetaraan Kemampuan Awal

Analisis hasil penelitian diawali dengan pemeriksaan kesetaraan kemampuan awal kedua kelompok. Pemeriksaan ini dilakukan menggunakan nilai matematika semester sebelumnya dan skor *pretest* penalaran matematis. Langkah tersebut bertujuan memastikan bahwa perbedaan hasil setelah pembelajaran dapat dibandingkan secara lebih objektif antara kelompok yang memperoleh pembelajaran GASING berbasis *Problem-Based Learning* (GASING-PBL) dan kelompok yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Nilai matematika semester sebelumnya menunjukkan rerata kelompok GASING-PBL sebesar 68,40, sedangkan kelompok konvensional sebesar 68,10. Hasil uji-t menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok, $t(62) = 0,09$, $p = 0,929$. Hasil *pretest* penalaran matematis juga menunjukkan rerata yang relatif sama, yaitu 42,18 pada kelompok GASING-PBL dan 41,90 pada kelompok konvensional. Perbedaan tersebut tidak signifikan, $t(62) = 0,15$, $p = 0,881$, dengan ukuran efek $d = 0,04$. Temuan ini menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang sebanding sebelum perlakuan diberikan.

Hasil Penalaran Matematis

Setelah delapan kali pertemuan pembelajaran, kemampuan penalaran matematis siswa diukur melalui *posttest*. Analisis mencakup perbandingan skor sebelum dan sesudah pembelajaran, peningkatan ternormalisasi, serta perbedaan hasil antara kelompok GASING-PBL dan kelompok konvensional. Sebelum pengujian perbedaan, data *posttest* diperiksa untuk memastikan terpenuhinya asumsi analisis parametrik.

Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data *posttest* pada kedua kelompok memenuhi asumsi normalitas ($p > 0,05$). Uji Levene juga menunjukkan bahwa varians kedua kelompok

homogen, $F = 0,24$, $p = 0,792$. Dengan terpenuhinya kedua asumsi tersebut, perbandingan skor *posttest* kedua kelompok dilakukan menggunakan uji- t .

Tabel 1 menyajikan perubahan skor penalaran matematis dari *pretest* ke *posttest*, nilai peningkatan ternormalisasi, serta hasil perbandingan kedua kelompok. Penyajian ini memberikan gambaran awal mengenai perubahan kemampuan penalaran matematis setelah pembelajaran pada masing-masing kelompok.

Tabel 1. Deskripsi Skor Penalaran Matematis dan Peningkatan Kedua Kelompok

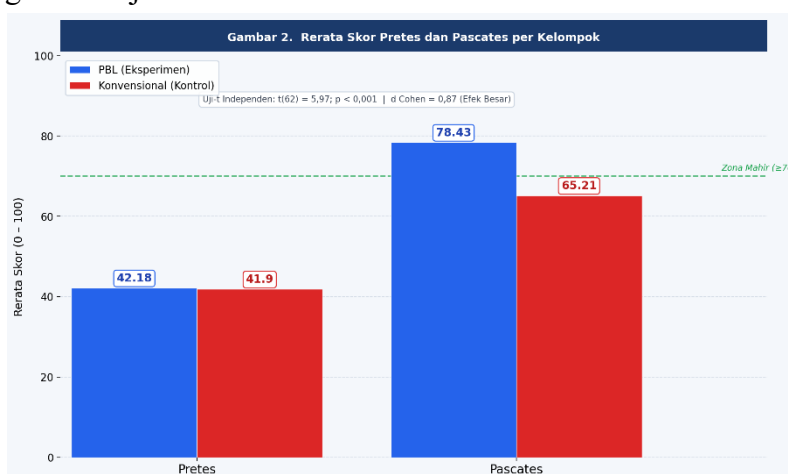
Kelompok	<i>Pretest</i> M (SD)	<i>Posttest</i> M (SD)	$\langle g \rangle$	Kategori
GASING-PBL	42,18 (7,34)	78,43 (8,12)	0,62	Sedang
Konvensional	41,90 (7,52)	65,21 (9,05)	0,39	Rendah

Catatan. $\langle g \rangle$ = peningkatan ternormalisasi.

Berdasarkan Tabel 1, kedua kelompok mengalami peningkatan kemampuan penalaran matematis setelah pembelajaran. Namun, peningkatan pada kelompok GASING-PBL lebih besar dibandingkan kelompok konvensional. Selisih rerata *posttest* kedua kelompok mencapai 13,22 poin, sedangkan nilai $\langle g \rangle$ menunjukkan bahwa peningkatan kelompok GASING-PBL berada pada kategori sedang dan kelompok konvensional berada pada kategori rendah.

Perbedaan skor *posttest* selanjutnya diuji secara inferensial untuk mengetahui apakah perbedaan capaian kedua kelompok bersifat signifikan. Hasil uji menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok GASING-PBL dan kelompok konvensional, $t(62) = 5,97$, $p < 0,001$. Ukuran efek yang dilaporkan adalah $d = 0,87$ dengan interval kepercayaan 95% sebesar $[0,44, 1,29]$. Dengan demikian, pada akhir pembelajaran, kelompok GASING-PBL memperoleh capaian penalaran matematis yang lebih tinggi dibandingkan kelompok konvensional.

Perubahan rerata kemampuan penalaran matematis sebelum dan sesudah pembelajaran pada kedua kelompok ditampilkan pada Gambar 2. Gambar tersebut digunakan untuk memperlihatkan pola perubahan skor secara visual sehingga perbedaan capaian awal dan akhir kedua kelompok dapat diamati dengan lebih jelas.



Gambar 2. Perbandingan Rerata *Pretest* dan *Posttest* Penalaran Matematis pada Kedua Kelompok

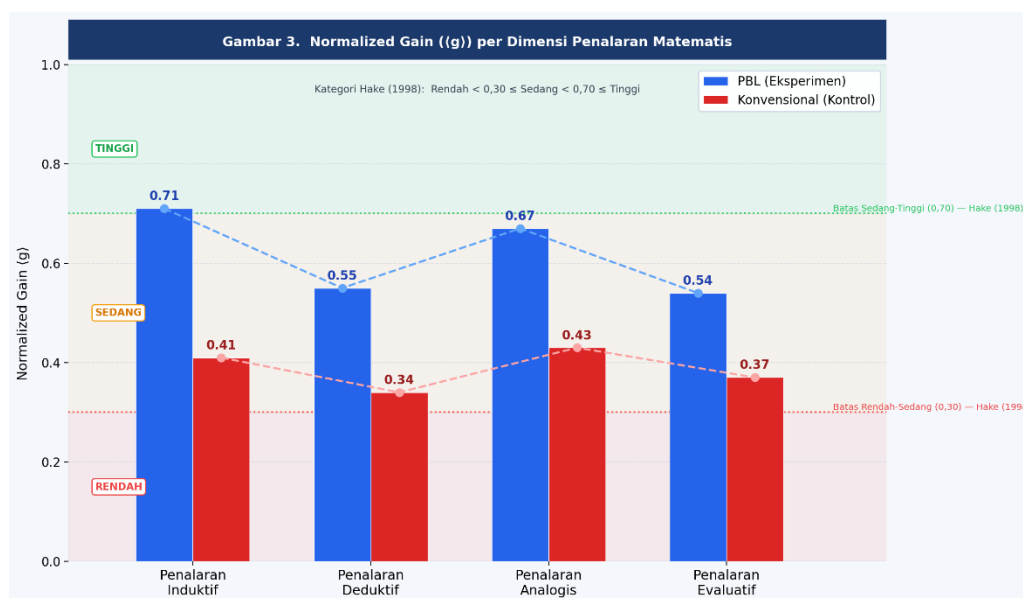
Gambar 2 memperlihatkan adanya kenaikan rerata skor pada kedua kelompok setelah pembelajaran. Kenaikan pada kelompok GASING-PBL tampak lebih besar dibandingkan

kelompok konvensional, sejalan dengan hasil analisis statistik yang menunjukkan perbedaan *posttest* yang signifikan.

Peningkatan Berdasarkan Dimensi Penalaran Matematis

Selain melihat kemampuan penalaran matematis secara keseluruhan, penelitian ini menganalisis perubahan berdasarkan empat dimensi penalaran, yaitu penalaran induktif, deduktif, analogis, dan evaluatif. Analisis per dimensi dilakukan untuk memperoleh gambaran lebih rinci mengenai aspek penalaran yang mengalami peningkatan setelah pembelajaran.

Perbandingan peningkatan pada setiap dimensi disajikan pada Gambar 3. Penyajian ini memungkinkan pola peningkatan masing-masing dimensi pada kelompok GASING-PBL dibandingkan secara langsung dengan kelompok konvensional.



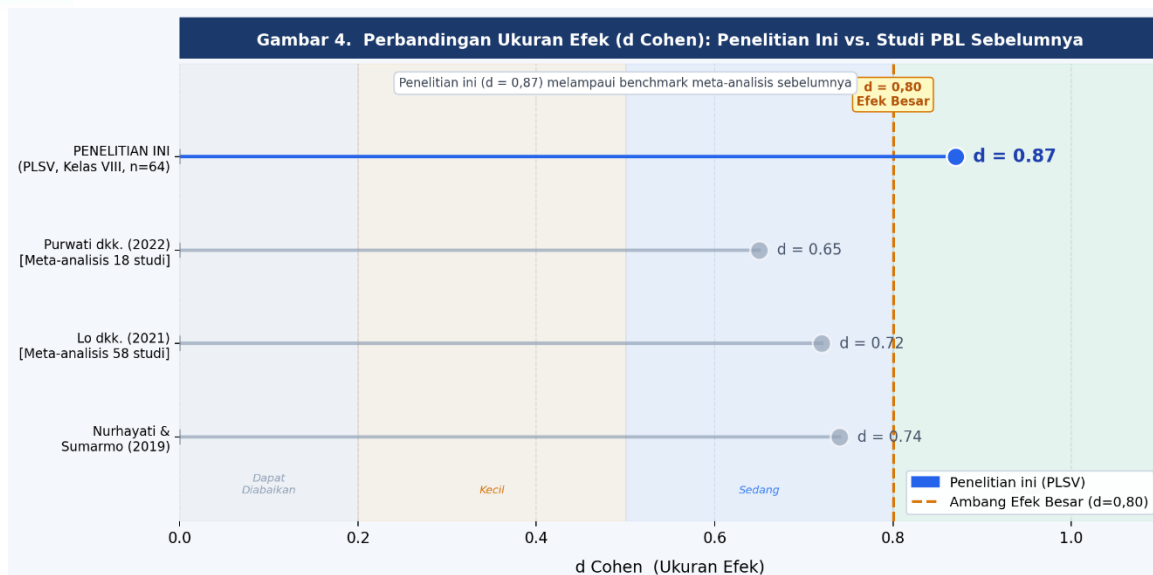
Gambar 3. Peningkatan Ternormalisasi Berdasarkan Dimensi Penalaran Matematis

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai peningkatan pada kelompok GASING-PBL berbeda antar dimensi. Peningkatan tertinggi terdapat pada penalaran induktif dengan nilai $\langle g \rangle = 0,71$, diikuti penalaran analogis sebesar 0,67. Penalaran deduktif dan evaluatif masing-masing mencapai 0,55 dan 0,54. Pada kelompok konvensional, nilai peningkatan seluruh dimensi berada pada rentang 0,34–0,43. Dengan demikian, pola peningkatan kelompok GASING-PBL paling menonjol pada dimensi penalaran induktif dan analogis.

Perbandingan Ukuran Efek

Untuk melengkapi hasil pengujian perbedaan rerata, penelitian juga menyajikan ukuran efek sebagai indikator besarnya perbedaan capaian antara kelompok GASING-PBL dan kelompok konvensional. Ukuran efek digunakan untuk melengkapi informasi signifikansi statistik sehingga hasil penelitian tidak hanya menunjukkan ada atau tidaknya perbedaan, tetapi juga memberikan informasi mengenai besarnya perbedaan yang diperoleh.

Perbandingan ukuran efek hasil penelitian dengan temuan penelitian yang digunakan sebagai pembanding dalam naskah disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Ukuran Efek Pembelajaran terhadap Penalaran Matematis

Gambar 4 menunjukkan bahwa ukuran efek penelitian berada pada kategori besar berdasarkan nilai $d = 0,87$. Hasil tersebut memperkuat temuan uji perbedaan *posttest* bahwa capaian penalaran matematis kelompok GASING-PBL lebih tinggi dibandingkan kelompok konvensional. Interpretasi lebih lanjut mengenai besarnya efek, karakteristik pembelajaran GASING-PBL, serta kemungkinan faktor yang berkontribusi terhadap pola peningkatan pada setiap dimensi dibahas pada bagian Pembahasan.

Pembahasan

Kesetaraan Kemampuan Awal

Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang sebanding sebelum pembelajaran. Kesetaraan tersebut terlihat dari tidak adanya perbedaan yang signifikan pada nilai matematika semester sebelumnya maupun skor *pretest* penalaran matematis. Kondisi ini penting karena memberikan dasar yang memadai untuk membandingkan perubahan kemampuan setelah perlakuan. Dengan kemampuan awal yang relatif setara, perbedaan capaian pada akhir pembelajaran lebih relevan dikaitkan dengan perbedaan pengalaman pembelajaran yang diberikan kepada masing-masing kelompok.

Kesetaraan kemampuan awal juga memperkuat ketepatan interpretasi penelitian dalam konteks desain kuasi-eksperimental. Creswell dan Creswell (2018) menjelaskan bahwa pada penelitian eksperimen yang menggunakan kelompok yang telah terbentuk, pemeriksaan kondisi awal diperlukan untuk memperkuat interpretasi terhadap perbedaan hasil antarkelompok. Dalam penelitian ini, langkah tersebut menjadi semakin penting karena pembagian kelas tidak dilakukan melalui randomisasi individual.

Pengaruh GASING-PBL terhadap Penalaran Matematis

Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran GASING-PBL mencapai kemampuan penalaran matematis yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Perbedaan tersebut tidak hanya terlihat secara



deskriptif, tetapi juga didukung oleh hasil pengujian statistik. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi metode GASING dengan *Problem-Based Learning* memberikan kondisi pembelajaran yang lebih mendukung perkembangan penalaran matematis pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV).

Hasil tersebut sejalan dengan temuan penelitian yang menunjukkan bahwa *Problem-Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan penalaran matematis. Paloloang et al. (2020) melalui meta-analisis terhadap penelitian PBL di Indonesia menunjukkan bahwa PBL memberikan pengaruh terhadap kemampuan matematis siswa, sedangkan Adilla dan Haris (2024) secara khusus menemukan adanya pengaruh PBL terhadap kemampuan penalaran matematis siswa SMP. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat digunakan untuk mengembangkan penalaran, tetapi sekaligus memberikan perluasan melalui integrasi karakteristik GASING ke dalam tahapan PBL.

Kontribusi GASING-PBL dalam penelitian ini terletak pada cara siswa membangun pemahaman sebelum menggunakan representasi simbolik. Tahap konkret memberikan kesempatan kepada siswa untuk memaknai situasi PLSV melalui objek dan konteks yang dekat dengan pengalaman mereka, kemudian pemahaman tersebut diarahkan ke representasi gambar dan akhirnya ke bentuk simbolik. Urutan tersebut membuat proses berpikir matematis tidak langsung dimulai dari manipulasi simbol, tetapi berkembang dari pengalaman konkret menuju representasi yang lebih abstrak.

Pendekatan tersebut relevan dengan karakteristik kesulitan siswa ketika mematematisasi masalah berbentuk verbal. Jupri dan Drijvers (2016) menunjukkan bahwa siswa dapat mengalami kesulitan ketika harus mengubah situasi kontekstual menjadi representasi matematis dan bentuk aljabar. Dalam konteks penelitian ini, tahapan konkret dan pictorial pada GASING-PBL dapat menjadi jembatan sebelum siswa melakukan manipulasi simbolik pada PLSV. Dengan demikian, kekuatan GASING-PBL bukan semata-mata pada penggunaan benda konkret, tetapi pada pemberian jalur representasi yang sistematis dari konteks menuju simbol.

Temuan ini juga dapat dipahami dari perspektif teori beban kognitif. Sweller (2020) menjelaskan bahwa pembelajaran perlu mengelola tuntutan kognitif agar sumber daya mental siswa dapat digunakan untuk membangun dan mengorganisasi pengetahuan. Ketika siswa berhadapan langsung dengan simbol dan prosedur aljabar yang abstrak, sebagian beban kognitif dapat terserap untuk memahami representasi masalah. Penggunaan representasi konkret dan visual dalam GASING-PBL berpotensi membantu mengurangi tuntutan tersebut sehingga perhatian siswa dapat lebih diarahkan pada hubungan matematis yang harus ditemukan.

Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematis

Perbedaan peningkatan antara kedua kelompok menunjukkan bahwa GASING-PBL tidak hanya menghasilkan capaian akhir yang lebih tinggi, tetapi juga memberikan peningkatan kemampuan yang lebih besar selama proses pembelajaran. Nilai peningkatan ternormalisasi kelompok GASING-PBL berada pada kategori sedang, sedangkan kelompok konvensional berada pada kategori rendah. Pola ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggabungkan pengalaman konkret, representasi visual, pemecahan masalah, dan abstraksi simbolik memberikan peluang yang lebih besar bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan penalarannya.

Temuan tersebut konsisten dengan hasil meta-analisis Fitriyah et al. (2022) yang menunjukkan bahwa PBL memiliki pengaruh kuat terhadap kemampuan penalaran matematis



siswa dibandingkan pembelajaran tradisional. Penjelasan yang relevan adalah bahwa PBL menempatkan siswa pada situasi yang menuntut mereka memahami masalah, menghubungkan informasi, memilih representasi, serta membangun dan memeriksa penyelesaian. Proses tersebut memiliki kesesuaian langsung dengan karakteristik penalaran matematis karena siswa tidak hanya diminta memperoleh jawaban, tetapi juga menggunakan hubungan matematis untuk sampai pada jawaban tersebut.

Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa PBL saja bukan satu-satunya aspek yang perlu diperhatikan. Dalam GASING-PBL, aktivitas pemecahan masalah dipadukan dengan tahapan konkret–pictorial–abstrak. Pratiwi dan Fasha (2020) menunjukkan bahwa metode GASING dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis siswa melalui pembelajaran yang menekankan pengalaman belajar yang mudah dipahami dan menyenangkan. Integrasi kedua pendekatan tersebut memungkinkan aktivitas pemecahan masalah berlangsung bersama proses pembentukan representasi matematis secara bertahap.

Dalam konteks sekolah yang diteliti, karakteristik tersebut menjadi relevan karena pembelajaran matematika tidak selalu dapat bergantung pada ketersediaan media atau fasilitas yang kompleks. Penggunaan benda-benda sederhana yang tersedia di lingkungan siswa memberikan titik awal bagi pembentukan konsep. Pendekatan semacam ini juga sejalan dengan pentingnya menghubungkan pembelajaran matematika dengan pengalaman dan konteks yang dapat dipahami siswa, sehingga konsep abstrak tidak berdiri terpisah dari situasi yang mereka kenal.

Pola Peningkatan pada Setiap Dimensi Penalaran

Analisis berdasarkan dimensi menunjukkan bahwa peningkatan paling tinggi pada kelompok GASING-PBL terjadi pada penalaran induktif, kemudian penalaran analogis. Sementara itu, penalaran deduktif dan evaluatif juga mengalami peningkatan, tetapi nilainya lebih rendah. Pola tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran GASING-PBL memberikan respons yang berbeda pada setiap bentuk aktivitas penalaran dan bahwa perkembangan penalaran matematis tidak berlangsung secara seragam pada seluruh dimensi.

Peningkatan penalaran induktif yang relatif tinggi dapat dikaitkan dengan karakteristik aktivitas pembelajaran yang memberikan pengalaman kepada siswa untuk mengamati contoh, mengenali keteraturan, dan menarik kesimpulan dari situasi yang diberikan. Proses dari objek konkret menuju gambar dan kemudian simbol memungkinkan siswa terlebih dahulu melihat hubungan sebelum menyatakannya secara formal. Pola ini sejalan dengan pandangan bahwa kemampuan penalaran berkembang melalui aktivitas yang mendorong siswa menemukan pola, membuat dugaan, dan menghubungkan informasi matematis, bukan hanya mengikuti prosedur yang telah diberikan (Sumarmo et al., 2022).

Penalaran analogis juga menunjukkan peningkatan yang relatif tinggi. Hal ini dapat terjadi karena siswa berhadapan dengan beberapa bentuk representasi yang memiliki struktur matematis serupa. Ketika suatu hubungan telah dipahami melalui objek atau gambar, siswa dapat menggunakan hubungan tersebut untuk memahami situasi PLSV lain yang memiliki struktur berbeda secara tampilan tetapi serupa secara matematis. Proses menghubungkan struktur tersebut menjadi bagian penting dalam membangun pemahaman dan penalaran matematis.

Sebaliknya, peningkatan penalaran deduktif dan evaluatif yang lebih rendah menunjukkan bahwa kedua dimensi tersebut masih membutuhkan penguatan. Penalaran deduktif menuntut siswa menggunakan hubungan atau prinsip yang telah diketahui untuk menghasilkan kesimpulan yang



logis, sedangkan penalaran evaluatif menuntut siswa memeriksa ketepatan proses maupun kesimpulan. Kemampuan tersebut tidak cukup dikembangkan hanya melalui pengalaman menemukan pola, tetapi membutuhkan kesempatan yang lebih konsisten untuk memberikan alasan, memeriksa argumen, dan menilai kebenaran suatu penyelesaian.

Temuan ini sejalan dengan hasil Sholikhah dan Chamidah (2022) yang menekankan pentingnya pembiasaan soal yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pengembangan penalaran matematis. Tan et al. (2023) juga menunjukkan bahwa perkembangan penalaran matematis berkaitan dengan keterlibatan siswa dalam menghadapi tantangan matematis dan membangun pemahaman melalui proses berpikir. Oleh karena itu, pembelajaran berikutnya perlu memberikan porsi yang lebih eksplisit pada kegiatan pembuktian alasan, pemeriksaan strategi, dan evaluasi terhadap solusi agar peningkatan tidak hanya terkonsentrasi pada penalaran induktif dan analogis.

Kontribusi Kontekstual GASING-PBL

Salah satu kontribusi penting penelitian ini adalah penerapan GASING-PBL dalam konteks sekolah yang diteliti dengan memanfaatkan benda dan situasi yang dekat dengan lingkungan siswa. Konteks lokal dalam penelitian bukan sekadar ornamen pembelajaran, tetapi digunakan sebagai titik awal untuk membantu siswa memahami hubungan matematis sebelum memasuki bentuk simbolik. Dengan cara tersebut, pembelajaran PLSV menjadi lebih terkait dengan pengalaman konkret siswa.

Penggunaan konteks dan representasi yang dapat dipahami siswa juga relevan dengan persoalan bahasa dan pemaknaan dalam pembelajaran matematika. Prediger et al. (2022) menunjukkan bahwa bahasa akademik dalam pembelajaran matematika berkaitan dengan proses pemahaman dan pencapaian siswa. Dalam GASING-PBL, penggunaan objek, gambar, dan penjelasan lisan maupun tertulis memberikan beberapa jalur bagi siswa untuk mengonstruksi dan mengomunikasikan pemahaman matematisnya. Hal ini dapat membantu siswa ketika harus berpindah dari situasi kontekstual menuju istilah dan simbol matematika yang lebih formal.

Dengan demikian, keunggulan GASING-PBL dalam penelitian ini tidak dapat dipisahkan dari integrasi tiga komponen, yaitu masalah sebagai pemicu penalaran, representasi konkret dan visual sebagai jembatan pemahaman, serta abstraksi simbolik sebagai bentuk formalisasi. Ketiganya bekerja dalam satu rangkaian pembelajaran sehingga siswa tidak hanya menyelesaikan masalah PLSV, tetapi juga diarahkan untuk menjelaskan hubungan matematis yang mendasari penyelesaiannya.

Implikasi Temuan

Secara pedagogis, hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan penalaran matematis pada materi PLSV dapat dilakukan melalui pembelajaran yang tidak langsung berorientasi pada prosedur simbolik. Guru dapat memulai pembelajaran dengan masalah yang dekat dengan pengalaman siswa, menyediakan representasi konkret atau visual, kemudian secara bertahap mengarahkan siswa menuju model dan bentuk simbolik. Tahap akhir perlu dilengkapi dengan kegiatan menjelaskan alasan, membandingkan strategi, dan mengevaluasi jawaban agar seluruh dimensi penalaran memperoleh kesempatan berkembang.

Temuan penelitian juga memperluas penggunaan PBL dalam pembelajaran matematika. Jika PBL menyediakan struktur pembelajaran berbasis masalah, GASING-PBL memberikan struktur representasi yang membantu siswa bergerak dari pengalaman konkret menuju abstraksi. Kombinasi



tersebut menjadi alternatif yang relevan terutama ketika tujuan pembelajaran tidak hanya mengejar jawaban benar, tetapi juga mengembangkan cara siswa membangun, menjelaskan, dan memeriksa alasan matematis.

Meskipun demikian, hasil penelitian perlu ditafsirkan sesuai batasan desainnya. Penelitian dilakukan pada dua kelas dalam satu sekolah dengan jumlah peserta yang terbatas dan tanpa randomisasi individual. Perlakuan juga berlangsung dalam periode yang relatif singkat sehingga temuan belum dapat digunakan untuk menyimpulkan keberlanjutan kemampuan penalaran dalam jangka panjang. Penelitian berikutnya dapat melibatkan lebih banyak sekolah, sampel yang lebih besar, durasi intervensi yang lebih panjang, serta pengukuran retensi untuk menguji konsistensi pengaruh GASING-PBL pada konteks yang berbeda.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran GASING berbasis *Problem-Based Learning* (GASING-PBL) memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan penalaran matematis siswa pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV). Siswa yang mengikuti GASING-PBL memperoleh kemampuan penalaran matematis yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional, dengan peningkatan ternormalisasi pada kategori sedang. Peningkatan berdasarkan dimensi menunjukkan bahwa penalaran induktif dan analogis mengalami peningkatan paling tinggi, sedangkan penalaran deduktif dan evaluatif masih memerlukan penguatan.

Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi tahapan konkret–pictorial–abstrak GASING ke dalam pembelajaran berbasis masalah dapat menjadi alternatif untuk mengembangkan penalaran matematis siswa, khususnya pada pembelajaran PLSV. Namun, hasil penelitian masih terbatas pada dua kelas dalam satu sekolah dan pelaksanaan intervensi yang relatif singkat sehingga generalisasi temuan perlu dilakukan secara hati-hati. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel dan konteks sekolah yang lebih beragam serta durasi pembelajaran yang lebih panjang untuk menguji konsistensi dan keberlanjutan pengaruh GASING-PBL terhadap berbagai dimensi penalaran matematis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilla, P., & Haris, D. (2024). Pengaruh model pembelajaran problem based learning terhadap kemampuan penalaran matematis siswa kelas IX. *π (Phi): Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 238–246. <https://doi.org/10.33087/phi.v8i2.388>
- Alreshidi, N. A., Almutairi, B., & Alanzi, K. (2021). Collaborative argumentation in problem-based learning: A systematic review of its mechanisms and effects on student reasoning. *International Journal of Educational Research*, 110, 101887. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2021.101887>
- Asoraya, M. S., & Ruli, R. M. (2023). Analisis kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi relasi dan fungsi. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 3053–3066. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2412>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE.



- Fetricia, F., Soekamto, H., Soelistijo, D., & Utomo, D. H. (2023). Model *problem based learning* berbantuan video berita: Pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir kritis pada siswa SMA. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 3(7), 741–752. <https://doi.org/10.17977/um063v3i7p741-752>
- Hendriana, H., Rohaeti, E. E., & Sumarmo, U. (2019). *Hard skills dan soft skills matematik siswa* (2nd ed.). PT Refika Aditama.
- Jannah, R. N., & Senjayawati, E. (2023). Penerapan pendekatan kontekstual kemampuan pemahaman matematis siswa SMP kelas VII-B pada materi persamaan linear satu variabel. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 6(2), 851–860. <https://journal.ikipsiliwangi.ac.id/index.php/jpmi/article/view/13911/4233>
- Jupri, A., & Drijvers, P. (2016). Student difficulties in mathematizing word problems in algebra. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2481–2502. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1299a>
- Kemendikbud. (2022). *Capaian pembelajaran matematika SMP/MTs: Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kemendikbud. (2023). *Laporan hasil Asesmen Nasional 2022: Potret pendidikan Indonesia*. Pusat Asesmen Pendidikan, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.
- Liljedahl, P. (2014). The affordances of using visually random groups in a mathematics classroom. In Y. Li, E. A. Silver, & S. Li (Eds.), *Transforming mathematics instruction: Multiple approaches and practices*. Springer.
- Nabila, F. Y., & Marlina, R. (2022). Analisis kemampuan penalaran siswa SMP pada materi sistem persamaan linier dua variabel. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(2), 474–482. <https://doi.org/10.31949/educatio.v8i2.1988>
- NCTM. (2023). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all* (2nd ed.). National Council of Teachers of Mathematics.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Paloloang, M. F. B., Juandi, D., Tamur, M., Paloloang, B., & Adem, A. M. G. (2020). Meta analisis: Pengaruh *Problem-Based Learning* terhadap kemampuan literasi matematis siswa di Indonesia tujuh tahun terakhir. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 851–864. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3049>
- Pratiwi, A., & Fasha, L. H. (2020). Penerapan metode GASING untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 11(1), 45–57. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jpd/article/download/15295/8712/>
- Prediger, S., Erath, K., Weinert, H., & Quabeck, K. (2022). Academic language in mathematics classrooms: Conceptualisation and relations to achievement. *ZDM–Mathematics Education*, 54(2), 355–370. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-00160-5>
- Ratnasari, A. D., Wahyudi, W., & Permana, I. (2022). Penerapan Problem Based Learning untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada pembelajaran tematik. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 12(3), 261–266. <https://doi.org/10.24246/j.js.2022.v12.i3.p261-266>



- Sholikhah, O. H., & Chamidah, A. (2022). Penalaran matematis: Pembiasaan soal high order thinking pada siswa usia sekolah dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 12(3), 216–224. <https://doi.org/10.24246/j.js.2022.v12.i3.p216-224>
- Sumarmo, U., Hidayat, W., Zukarnaen, R., Hamidah, M., & Sariningsih, R. (2022). Kemampuan dan disposisi berpikir logis dan kritis matematik. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 17(1), 17–33. <https://ejournal.upi.edu/index.php/jpmipa/article/view/36048>
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Tan, W. H., Wong, L. H., & Chen, W. (2023). Longitudinal effects of productive struggle identity on mathematical reasoning performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 54(1), 45–68. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc-2021-0112>
- Wulandari, S., Sudia, M., & Busnawir. (2021). Pengaruh model Problem Based Learning terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas VII. *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika*, 9(2), 153–164. <https://doi.org/10.36709/jppm.v9i2.19874>