

Implementasi Model PBL dengan Pendekatan Berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis

Ita Soliha^{*1}, Amidi²

^{1,2}Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Email: ¹itasoliha6@students.unnes.ac.id, ²amidi@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki peserta didik. Namun, perbedaan gaya belajar sering kali menjadi kendala dalam pencapaian kemampuan tersebut, terutama jika pembelajaran tidak disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik ditinjau dari gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik melalui penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi berbasis *GeoGebra*. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen dan desain *posttest-only control group design*. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas VIII SMP Negeri 41 Semarang yang terdiri dari dua kelas, yaitu kelas VIII-D sebagai kelompok eksperimen dan kelas VIII-G sebagai kelompok kontrol, masing-masing berjumlah 32 peserta didik. Pengumpulan data dilakukan melalui tes kemampuan pemecahan masalah matematis yang kemudian dianalisis menggunakan uji normalitas, homogenitas, *t-test*, serta uji ketuntasan klasikal dan individu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL dengan pendekatan berdiferensiasi berbasis *GeoGebra* secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Hal ini ditunjukkan oleh: (1) rata-rata nilai *posttest* kelompok eksperimen mencapai ketuntasan individu sebesar 81,3, (2) persentase ketuntasan klasikal kelompok eksperimen melebihi 76%, dan (3) perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol dalam hasil *posttest*. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat urgensi penggunaan metode pembelajaran yang responsif terhadap kebutuhan belajar dan guna mendorong pencapaian kompetensi belajar masing-masing peserta didik.

Kata kunci: *Berdiferensiasi, GeoGebra, Kemampuan Pemecahan Masalah, Problem Based Learning.*

Implementation of the PBL Model with a Differentiated Approach Assisted by GeoGebra on Mathematical Problem-Solving Skills

Abstract

Mathematical problem-solving skills are one of the essential competencies that students must possess. However, differences in learning styles often pose a challenge in achieving these skills, especially if instruction is not tailored to the characteristics of the students. This study aims to analyze students' mathematical problem-solving skills from the perspectives of visual, auditory, and kinesthetic learning styles through the application of the Problem-Based Learning (PBL) model with a differentiated approach based on GeoGebra. This study is a quantitative study using an experimental method and a posttest-only control group design. The research subjects were eighth-grade students at SMP Negeri 41 Semarang, consisting of two classes, namely class VIII-D as the experimental group and class VIII-G as the control group, each with 32 students. Data collection was conducted through a mathematical problem-solving ability test, which was then analyzed using normality, homogeneity, t-test, and classical and individual mastery tests. The results of the study indicate that the PBL model with a differentiated approach based on GeoGebra significantly improves students' mathematical problem-solving abilities. This is demonstrated by: (1) the average posttest score of the experimental group achieved an individual mastery level of 81.3, (2) the percentage of classical mastery of the experimental group exceeded 76%, and (3) a significant difference between the experimental and control groups in the posttest results. Thus, the results of this study reinforce the urgency of using learning methods that are responsive to learning needs and to encourage the achievement of learning competencies for each student.

Keywords: *Differentiation, GeoGebra, Problem Based Learning, Problem Solving Ability.*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan elemen mendasar yang berfungsi sebagai sarana untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan menunjang keberlangsungan hidup masyarakat. Melalui pendidikan, peserta didik diharapkan memiliki kecerdasan, akhlak mulia, dan keterampilan hidup yang diperlukan untuk menghadapi tantangan global. Salah satu bidang ilmu yang berperan besar dalam pencapaian tujuan pendidikan tersebut adalah matematika. Matematika tidak hanya mengembangkan logika dan kemampuan berpikir abstrak, tetapi juga melatih peserta didik dalam menyelesaikan berbagai permasalahan melalui langkah-langkah sistematis. Namun dalam praktiknya, matematika masih dianggap sulit oleh banyak peserta didik. Pandangan ini menyebabkan rendahnya motivasi belajar dan kurangnya kemampuan dalam menyelesaikan soal-soal nonrutin yang menuntut pemikiran tingkat tinggi [1]. Berdasarkan hasil observasi awal di SMP Negeri 41 Semarang, banyak peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami dan menyusun strategi penyelesaian soal secara runtut, khususnya pada materi yang berbentuk kontekstual.

Kemampuan pemecahan masalah matematis adalah salah satu kompetensi penting yang perlu dimiliki peserta didik untuk memahami pembelajaran matematika. Kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah matematika kemungkinan dipengaruhi oleh peran guru, baik melalui interaksi langsung maupun tidak langsung, dengan motivasi berprestasi dan sikap terhadap matematika sebagai faktor yang turut berperan dalam pengaruh tersebut [2]. Kemampuan ini merujuk pada kemampuan menggunakan dan menerapkan pengetahuan dan keterampilan untuk memecahkan masalah yang relevan dalam matematika dengan efektif dan efisien [3]. Kemampuan pemecahan masalah matematis mencakup kemampuan menghadapi soal cerita, soal non rutin, dan permasalahan dalam kehidupan nyata [4]. Jika kemampuan ini tidak dikembangkan secara optimal, maka akan menghambat pencapaian kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran secara menyeluruh [5]. Lembaga Internasional seperti *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000) menetapkan lima standar pada pembelajaran matematika, yaitu kemampuan pemecahan masalah, komunikasi, koneksi, representasi, penalaran dan pembuktian [6]. Menurut Polya, proses pemecahan masalah ada empat tahapan, yaitu memahami permasalahan, merancang strategi penyelesaian, melaksanakan strategi permasalahan, serta melakukan pengecekan kembali [7]. Sementara itu, berdasarkan NCTM dalam [8], indikator kemampuan pemecahan masalah mencakup membangun pengetahuan melalui pemecahan masalah, menggunakan strategi pemecahan masalah yang tepat, menyelesaikan masalah dalam konteks kehidupan nyata, dan merefleksikan keputusan hasil penyelesaian yang didapat.

Salah satu penyebab rendahnya kemampuan pemecahan masalah peserta didik adalah belum maksimalnya pembelajaran yang mengakomodasi perbedaan gaya belajar [9]. Gaya belajar merupakan cara individu dalam menyerap dan mengolah informasi yang dapat memengaruhi pemahaman dan hasil belajar. Setiap peserta didik memiliki gaya belajar yang berbeda, seperti visual, auditori, dan kinestetik [10]. Guru yang memahami dan mengakomodasi gaya belajar peserta didik dapat membantu menciptakan suasana belajar yang efektif dan memfasilitasi peningkatan kemampuan berpikir kritis. Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, model pembelajaran inovatif seperti *Problem Based Learning* (PBL) menjadi alternatif yang tepat. *Problem Based Learning* (PBL) berfokus pada penyelesaian pemecahan masalah kontekstual sebagai dasar pembelajaran, yang mendorong peserta didik untuk mengasah keterampilan berpikir tingkat tinggi, bekerja secara kolaboratif, serta belajar secara mandiri [11]. Menurut Moffit, model *Problem Based Learning* (PBL) adalah strategi pengajaran yang menggunakan situasi dunia nyata sebagai latar belakang untuk mengajarkan peserta didik keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, serta informasi dan konsep kunci dari materi pelajaran [12]. Model *Problem Based Learning* (PBL) membangkitkan motivasi intrinsik dan rasa tanggung jawab belajar dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam merumuskan masalah, menggali informasi dan menemukan solusi [2]. *Problem Based Learning* (PBL) pada penelitian ini diterapkan dengan dukungan pendekatan berdiferensiasi dan media *GeoGebra* untuk menyesuaikan proses belajar dengan karakteristik peserta didik serta meningkatkan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah matematis secara efektif.

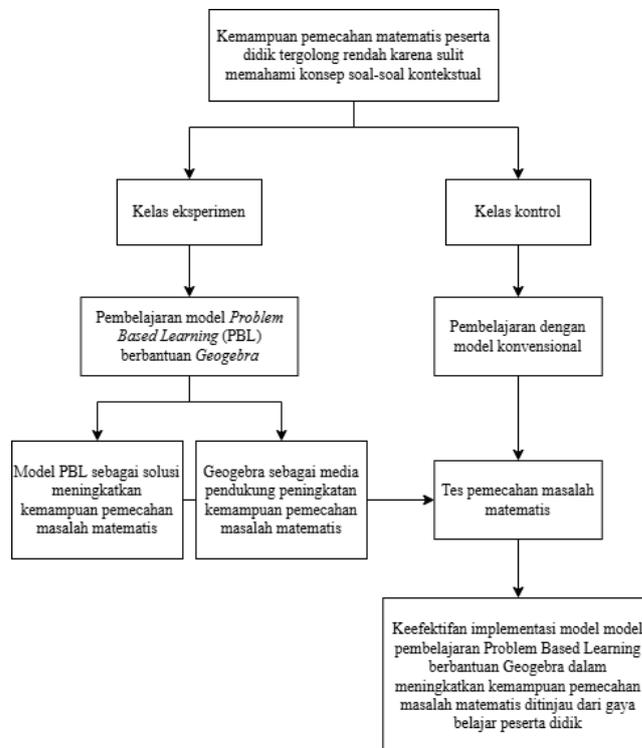
Pendekatan pembelajaran berdiferensiasi menjadi salah satu solusi untuk mengakomodasi keberagaman gaya belajar dalam penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) [13]. Berdasarkan pandangan Tomlinson [14], pembelajaran berdiferensiasi adalah pendekatan yang menyesuaikan proses, konten, dan produk pembelajaran berdasarkan profil, minat, dan kesiapan belajar peserta didik. Kurikulum Merdeka menekankan pendekatan berdiferensiasi sebagai sarana untuk membentuk pelajar yang mandiri dan berkarakter [15]. Penerapan pembelajaran berdiferensiasi bukan berarti memisahkan peserta didik, tetapi memberi ruang eksplorasi dan strategi pembelajaran yang lebih adil dan efektif. Di sisi lain, perkembangan teknologi mendukung implementasi pembelajaran matematika yang interaktif dan visual. Salah satu perangkat lunak yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika adalah *GeoGebra*. Aplikasi dinamis seperti *GeoGebra* mampu menggabungkan aljabar, geometri, dan kalkulus dalam satu *platform*, serta membantu peserta didik khususnya yang bergaya belajar visual dan kinestetik memahami konsep dengan lebih mudah [16]. Pemanfaatan

media *GeoGebra* dapat mempermudah dan meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami pemecahan masalah sekaligus meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pembelajaran. Menurut Hohenwarter (2008) dalam [17], *GeoGebra* adalah program komputer sebagai media pembelajaran matematika yang dapat dimanfaatkan oleh peserta didik maupun guru di sekolah. Menurut [16], keunggulan *GeoGebra* dalam pembelajaran matematika terlihat dari berbagai aspek, terutama kemampuannya dalam menyajikan visualisasi yang efektif untuk membantu peserta didik dalam menyelesaikan masalah matematika.

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis melalui model pembelajaran berdiferensiasi juga didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian oleh [18], yang berjudul “*Penerapan Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMK*” menggunakan pembelajaran berdiferensiasi sebagai model. Berbeda dengan penelitian ini, pembelajaran berdiferensiasi hanya digunakan sebagai pendekatan yang diterapkan dalam model *Problem Based Learning* (PBL). Penelitian lain oleh [19] berjudul “*Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas X SMA*” juga menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis, namun tidak mengintegrasikan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. Temuan serupa ditunjukkan oleh [20] melalui penelitian berjudul “*Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis PBL*”, yang membedakannya dengan penelitian ini karena tidak menggunakan pendekatan berdiferensiasi maupun bantuan media interaktif seperti *GeoGebra*.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan sebelumnya, penelitian ini memfokuskan pada penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi serta didukung oleh penggunaan media interaktif *GeoGebra*. Kombinasi tersebut dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang adaptif terhadap keberagaman gaya belajar peserta didik, sehingga diharapkan mampu memfasilitasi mereka dalam mengembangkan strategi berpikir tingkat tinggi, khususnya dalam menyelesaikan permasalahan matematis secara efektif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji keefektifan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar diagram alir tersebut menunjukkan tahapan pelaksanaan penelitian yang berangkat dari permasalahan rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik, khususnya dalam memahami

soal-soal kontekstual. Penelitian ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan pendekatan berdiferensiasi dan didukung oleh media interaktif *GeoGebra*, di mana *Problem Based Learning* (PBL) digunakan sebagai solusi untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, sementara *GeoGebra* berfungsi sebagai alat bantu visual yang mendukung proses belajar sesuai dengan karakteristik gaya belajar peserta didik. Sementara itu, kelas kontrol menerima pembelajaran dengan model konvensional tanpa pendekatan berdiferensiasi maupun penggunaan *GeoGebra*. Setelah pembelajaran berlangsung, kedua kelompok diberikan tes pemecahan masalah matematis sebagai dasar untuk menilai keefektifan penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis ditinjau dari gaya belajar peserta didik.

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen yang dilaksanakan di SMP Negeri 41 Semarang selama bulan Februari 2025 hingga Maret 2025. Rancangan penelitian ini menggunakan desain *Posttest-Only Control Group Design* dengan metode *True-experimental designs* (Creswell, 2009) [21], yang terdiri dari dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dengan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar menggunakan *GeoGebra* dan kelompok kontrol dengan pembelajaran konvensional.

Tabel 1. Bentuk *Posttest-Only Control Group Design*

Kelompok	Perlakuan	Test
Eksperimen (R)	X	Posttest
Kontrol (R)	Y	Posttest

2.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini mencakup peserta didik kelas VIII-D dan VIII-G SMP Negeri 41 Semarang. Pemilihan sampel penelitian dilakukan secara acak sederhana yang terdiri dari dua kelas (*simple random sampling*), dengan hasil kelas VIII-D sebagai kelompok eksperimen dan kelas VIII-G sebagai kelompok kontrol, masing-masing kelompok terdiri atas 32 dan 33 peserta didik. Kelas VIII-D sebagai kelompok eksperimen akan diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi berbantuan *Geogebra*. Kelas VIII-G sebagai kelompok kontrol akan menerima pembelajaran dengan model konvensional tanpa pendekatan berdiferensiasi maupun penggunaan *GeoGebra*.

2.3 Variabel dan Instrumen Penelitian

Variabel bebas (*Independen*) yang digunakan pada penelitian ini adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kemampuan pemecahan masalah matematis. Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data berupa soal tes kemampuan pemecahan masalah matematis. Tes ini dilaksanakan untuk memperoleh data kuantitatif yaitu mengenai tingkat kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Masing-masing kelompok dalam penelitian ini menjalani dua kali pengujian, yaitu posttest (tes setelah proses pembelajaran selesai). Soal-soal yang digunakan dalam tes ini akan disesuaikan dengan berbagai tahap kemampuan pemecahan masalah.

2.4 Teknis Analisis Data

Data hasil *posttest* dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dianalisis melalui beberapa tahap, yaitu uji normalitas (untuk data awal dan data akhir), uji homogenitas (untuk data awal dan data akhir), uji perbandingan rata-rata kedua kelompok, uji ketuntasan klasikal, dan uji ketuntasan secara individu.

2.4.1 Uji Normalitas (Data Awal dan Data Akhir)

Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* melalui perangkat lunak SPSS. Hipotesis yang digunakan dalam uji ini adalah sebagai berikut.

- H_0 : data kedua sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal
- H_1 : data kedua sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Jika nilai *Sig* (*2-tailed*) lebih dari nilai $\alpha = 0,05$, dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, artinya data kedua sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

2.4.2 Uji Homogenitas (Data Awal dan Data Akhir)

Uji homogenitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji *Levene* melalui perangkat lunak SPSS. Hipotesis yang digunakan dalam uji ini adalah sebagai berikut.

- $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (kedua data sampel mempunyai nilai varians yang sama)
- $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (kedua data sampel mempunyai nilai varians yang tidak sama)

Jika nilai *Sig (2-tailed)* lebih dari nilai $\alpha = 0,05$, dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, yang berarti kedua sampel memiliki varians yang homogen atau serupa.

2.4.3 Uji Perbandingan Rata-Rata Dua Kelompok

Uji statistik yang diterapkan adalah uji t, tepatnya *independent sample t-test*. Uji ini merupakan metode parametrik yang digunakan untuk mengidentifikasi apakah ada perbedaan rata-rata antara dua kelompok yang independen, yaitu dua kelompok yang berasal dari subjek yang berbeda. Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (kemampuan awal sampel setara/tidak terdapat perbedaan)
- $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$ (kemampuan awal sampel tidak setara/terdapat perbedaan)

Kriteria pengujian ini menetapkan bahwa H_0 diterima jika nilai *Sig (2-tailed)* melebihi $\alpha = 0,05$, yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan dalam kemampuan awal antara kedua kelompok kelas.

2.4.4 Uji Ketuntasan Klasikal

Rumus yang digunakan untuk menghitung uji ketuntasan klasikal di *excel* pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{\frac{x}{n} - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1-\pi_0)}{n}}} \tag{1}$$

Keterangan :

- z = nilai yang dihitung
- x = banyaknya populasi kelompok eksperimen yang mencapai ketuntasan individual
- π_0 = nilai ketuntasan klasikal yang telah ditentukan
- n = banyaknya peserta didik pada kelompok eksperimen

Kriteria pengujian yang digunakan pada penelitian ini dengan nilai $\alpha = 0,05$ adalah H_0 ditolak jika nilai $Z_{hitung} \geq Z_{tabel}$, dimana nilai Z_{tabel} diperoleh dari tabel daftar normal baku. Artinya, persentase peserta didik pada kelompok sampel telah mencapai ketuntasan klasikal.

2.4.5 Uji Ketuntasan Individu

Rumus yang digunakan untuk menghitung uji ketuntasan klasikal di *excel* pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

$$Z_{ij} = \frac{\frac{x_i}{n_i} - \frac{x_j}{n_j}}{\sqrt{pq(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j})}} \tag{2}$$

Keterangan:

- z = nilai yang dihitung
- x_1 = banyaknya peserta didik yang tuntas pada kelompok eksperimen
- x_2 = banyaknya peserta didik yang tuntas pada kelompok kontrol
- n_1 = banyaknya peserta didik pada kelompok eksperimen
- n_2 = banyaknya peserta didik pada kelompok kontrol

Kriteria pengujian yang digunakan pada penelitian ini dengan nilai $\alpha = 0,05$ adalah H_0 ditolak jika nilai $Z_{hitung} \geq Z_{tabel}$, dimana nilai Z_{tabel} diperoleh dari tabel daftar normal baku.

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik diukur berdasarkan tiga kriteria, yaitu: (1) rata rata nilai *posttest* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol mencapai batas ketuntasan individu yaitu 76, (2) ketuntasan klasikal *posttest* mencapai nilai 76, dan (3) rata rata nilai *posttest* kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut NCTM (2000), kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dapat diukur melalui beberapa indikator, yaitu membangun pengetahuan baru melalui pemecahan masalah, menggunakan matematika dalam konteks berbeda, menerapkan strategi yang tepat, serta merefleksikan proses pemecahan masalah yang telah dilakukan [22]. Kemampuan pemecahan masalah matematis yang dimaksud dalam penelitian ini merujuk pada pentingnya proses berpikir tingkat tinggi yang mencakup pemahaman masalah, perencanaan penyelesaian, pelaksanaan solusi sesuai rencana, serta pengecekan kembali setiap langkah yang telah dilakukan. Strategi untuk mendukung pengembangan kemampuan tersebut melibatkan pembelajaran berdiferensiasi sebagai pendekatan, dengan penekanan dua dari tiga elemen utama, yaitu diferensiasi konten dan diferensiasi proses [21]. Pendekatan ini kemudian diintegrasikan ke dalam model *Problem Based Learning* (PBL) agar proses pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Melalui pengelompokan gaya belajar peserta didik di SMP Negeri 41 Semarang terutama di kelas VIII-D sebagai kelompok eksperimen, diharapkan peserta didik mampu memahami cara belajar yang paling sesuai dengan dirinya, mengoptimalkan potensi masing-masing, serta meningkatkan kemampuan dalam menyelesaikan masalah matematis secara aktif dan kontekstual melalui tahapan-tahapan sintaks *Problem Based Learning* (PBL).

Penelitian ini menggunakan asesmen diagnostik kognitif untuk mengetahui tingkat kesiapan dan gaya belajar peserta didik. Kesiapan dianalisis berdasarkan nilai ulangan pada materi sebelum persamaan garis lurus, sedangkan identifikasi gaya belajar dilakukan melalui situs *akupintar.id*. Hasil asesmen ini digunakan sebagai dasar dalam pengelompokan peserta didik ke dalam kelompok belajar, dengan mempertimbangkan keragaman kemampuan awal dalam satu kelompok serta kesamaan gaya belajar antaranggota. Proses ini menghasilkan 9 kelompok belajar yang masing-masing terdiri atas 4 hingga 5 peserta didik.

Hasil asesmen diagnostik kognitif dimanfaatkan dalam pelaksanaan diferensiasi konten dan proses selama pembelajaran berlangsung. Diferensiasi konten dilakukan melalui variasi cara penyampaian materi dan pemilihan media sesuai dengan gaya belajar masing-masing peserta didik yaitu visual, auditori, dan kinestetik pada tahap orientasi peserta didik terhadap masalah. Penelitian ini menggabungkan penggunaan media *powerpoint*, *youtube*, dan papan tulis dalam fase ini. Penggunaan media *powerpoint* dan *youtube* bertujuan agar peserta didik dengan gaya belajar visual dan auditori dapat lebih mudah memahami permasalahan yang disajikan, sementara penggunaan papan tulis ditujukan untuk peserta didik dengan gaya belajar kinestetik agar mereka dapat terlibat secara aktif dalam memahami masalah. Selain itu, proses pembelajaran juga memperhatikan kondisi psikologis peserta didik sebelum dimulainya pembelajaran.

Penerapan diferensiasi proses dilakukan pada tahap pengorganisasian peserta didik untuk belajar. Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) disesuaikan dengan gaya belajar dominan di masing-masing kelompok. Setiap LKPD dirancang dengan langkah-langkah pemecahan masalah yang menyesuaikan karakteristik gaya belajar kelompok. Pembagian kelompok yang sesuai dengan gaya belajar auditori dan visual, digunakan LKPD yang dilengkapi *QR Code* yang mengarahkan peserta didik ke video pembelajaran sesuai materi. Perbedaannya terletak pada cara penyajian video: peserta didik auditori dianjurkan menggunakan earphone agar lebih fokus pada suara, sedangkan peserta didik visual cukup menyimak video tanpa alat bantu suara. Sementara itu, untuk kelompok kinestetik, disediakan LKPD yang *QR Code*-nya mengarah ke situs *geogebra.org*. Akses ke *GeoGebra* memungkinkan peserta didik kinestetik terlibat langsung dalam kegiatan interaktif dan praktek pemecahan masalah sesuai dengan gaya belajar mereka.

3.1 Hasil Penelitian

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data Awal (Penilaian Harian)

Kolmogorov Smirnov		
PenilaianHarian_Eksperimen Kelas VIII D	Sig. 0,089 > 0,05	Kesimpulan: H₀ diterima
PenilaianHarian_Kontrol Kelas VIII G	Sig. 0,200 > 0,05	Kesimpulan: H₀ diterima

Syarat uji statistik dipastikan terpenuhi dengan melakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan homogenitas menggunakan SPSS. Berdasarkan hasil uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov Test* data awal kelas eksperimen yang ditampilkan pada Tabel 2 yaitu VIII-D dan kelas kontrol yaitu VIII-G, nilai Sig. masing masing data menunjukkan $0,089 > 0,05$ dan $0,200 > 0,05$.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Data Akhir

Kolmogorov Smirnov		
Posttest Eksperimen Kelas VIII D	Sig. 0,052 > 0,05	Kesimpulan: H_0 diterima
Posttest Kontrol Kelas VIII G	Sig. 0,180 > 0,05	Kesimpulan: H_0 diterima

Berdasarkan hasil uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov Test* data akhir kelas eksperimen yang ditampilkan pada Tabel 3 yaitu VIII-D dan kelas kontrol yaitu VIII-G, nilai Sig. masing masing data 0,052 > 0,05 dan 0,180 > 0,05. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa data pada kedua kelas berdistribusi normal karena nilai signifikansi melebihi batas 0,05.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Levene Statistic		
PenilaianHarian_Eksperimen	Sig. 0,153 > 0,05	Kesimpulan: H_0 diterima
Posttest_Eksperimen	Sig. 0,779 > 0,05	Kesimpulan: H_0 diterima

Sementara itu, hasil uji *Levene Statistic* yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,153 dan 0,779, yang juga melebihi 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data pretest dan *posttest* kelompok eksperimen, serta nilai gain antara kelompok eksperimen dan kontrol, bersifat homogen. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas, maka uji beda rata rata dapat dilakukan menggunakan teknik *t-test*. Hasil uji homogenitas data awal menunjukkan nilai *Sig* 0,153 > 0,05 dan 0,779 > 0,05, H_0 diterima karena melebihi batas yang ditetapkan sehingga dapat disimpulkan bahwa varians kedua kelas homogen karena tidak ada perbedaan varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 5. Hasil Uji Perbandingan Rata rata Kemampuan Awal

independent sample t-test		
Penilaian Harian Kelompok eksperimen dan kelompok kontrol	Sig (2-tailed) 0,095 > 0,05	Kesimpulan: H_0 diterima
Rata rata Kelompok Eksperimen	67,9	
Kelompok Kontrol	63,7	

Hasil uji perbandingan dua rata rata menggunakan uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai *Sig* (2-tailed) = 0,095 > 0,05, dengan demikian H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan kedua kelas sama atau tidak ada perbedaan kemampuan awal antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 6. Hasil Uji Perbandingan Rata rata Hasil Posttest

independent sample t-test		
Hasil posttest Kelompok eksperimen dan kelompok kontrol	Sig (2-tailed) 0,006 < 0,05	Kesimpulan: H_0 ditolak
Rata rata Kelompok Eksperimen	81,3	
Kelompok Kontrol	75,7	

Hasil uji perbandingan dua rata rata data akhir (*posttest*) menggunakan uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai *Sig* (2-tailed) = 0,006 < 0,05. Dengan demikian H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan kedua kelas saat menerima soal *posttest* tidak sama atau ada perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol karena tidak mendapatkan perlakuan yang sama saat proses pembelajaran pada materi persamaan garis lurus.

Uji ketuntasan klasikal dilakukan untuk mengetahui apakah kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dalam kelompok eksperimen yang memperoleh perlakuan melalui model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* telah mencapai ketuntasan belajar secara klasikal. Ketuntasan tersebut dikatakan tercapai jika lebih dari 76% dari seluruh peserta didik dalam kelas mencapai batas ketuntasan yang telah ditetapkan. Ketuntasan belajar secara klasikal dalam hipotesis ini diuji menggunakan uji proporsi satu pihak kanan. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

$H_0: \pi \leq 0,76$ (persentase peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar secara klasikal pada tes kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik melalui model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* tidak lebih dari 76%).

$H_1: \pi > 0,76$ (persentase peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar secara klasikal pada tes kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik melalui model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* lebih dari 76%).

Pengujian hipotesis dilakukan berdasarkan kriteria bahwa nilai taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ yaitu H_0 ditolak apabila nilai $z_{hitung} > z_{tabel}$, dimana nilai z_{tabel} diperoleh dari tabel daftar normal baku dengan $\alpha = 0,05$ dengan $dk = n - 1$. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai $z_{hitung} > z_{tabel} = 2,498 > 1,64$. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, dengan demikian disimpulkan bahwa persentase peserta didik dikelas eksperimen yang mencapai ketuntasan belajar secara klasikal dalam kemampuan pemecahan masalah matematis pada model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* lebih dari 76%.

Uji ketuntasan individu bertujuan untuk mengetahui apakah peserta didik pada kelompok eksperimen yang mendapatkan perlakuan melalui model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* mampu mencapai ketuntasan belajar secara individu. Ketuntasan individu dinyatakan tercapai jika lebih dari (76%) peserta didik dalam kelas memenuhi kriteria yang ditetapkan. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

$H_0: \pi \leq 0,76$ (persentase peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar secara individu pada tes kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik melalui model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* tidak lebih dari 76%).

$H_1: \pi > 0,76$ (persentase peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar secara individu pada tes kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik melalui model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* lebih dari 76%).

Pengujian hipotesis dilakukan berdasarkan kriteria bahwa nilai taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ yaitu H_0 ditolak apabila nilai $z_{hitung} > z_{tabel}$, dimana nilai z_{tabel} diperoleh dari tabel daftar normal baku dengan $\alpha = 0,05$ dengan $dk = n - 1$. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai $z_{hitung} > z_{tabel} = 2,35 > 1,64$. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, dengan demikian disimpulkan bahwa persentase peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar secara individu pada tes kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik melalui model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* lebih dari 76% pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

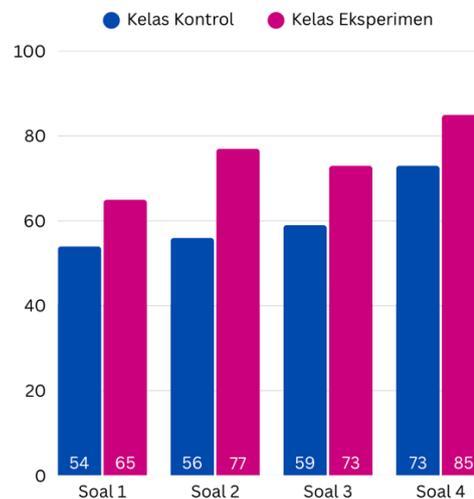
3.2 Pembahasan

Perhatian terhadap karakteristik individu peserta didik masih belum menjadi fokus utama bagi sebagian besar guru dalam penyelenggaraan pembelajaran. Pendekatan pembelajaran yang digunakan cenderung diseragamkan, tanpa mempertimbangkan keberagaman kemampuan, minat, serta gaya belajar masing-masing peserta didik. Variasi karakteristik tersebut semestinya dijadikan dasar dalam perancangan pembelajaran yang adaptif serta responsif terhadap kebutuhan individual peserta didik. Setiap peserta didik seharusnya memperoleh layanan pembelajaran yang sesuai dengan tingkat kesiapan dan karakteristik belajarnya. Ketika pembelajaran tidak mampu menumbuhkan minat belajar, hal ini dapat berdampak pada rendahnya partisipasi peserta didik, bahkan berisiko menimbulkan sikap negatif terhadap mata pelajaran yang dipelajari.

Model *Problem Based Learning* (PBL) mendorong peserta didik untuk terlibat langsung dalam proses berpikir kritis dan kolaboratif. Selaras dengan pendekatan tersebut, teori belajar Piaget [23], menyatakan bahwa individu akan mencapai penyesuaian (adaptasi) terhadap lingkungannya melalui proses keseimbangan antara asimilasi dan akomodasi. Konteks ini menjadikan pembelajaran berdiferensiasi relevan karena memungkinkan peserta didik belajar dalam kelompok yang disesuaikan dengan gaya belajar masing-masing. Kolaborasi antara *Problem Based Learning* (PBL) dan pendekatan berdiferensiasi menciptakan lingkungan belajar yang adaptif serta mendorong peserta didik menyelesaikan permasalahan secara efektif sesuai karakteristik individu. Berdasarkan pernyataan, penggunaan *GeoGebra* sebagai media pembelajaran matematika dapat memperkuat penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan memberikan dukungan visual dan interaktif yang memudahkan peserta didik memahami konsep serta menyelesaikan soal. *GeoGebra* sebagai media pembelajaran diharapkan membantu peserta didik dalam mengembangkan strategi pemecahan masalah secara lebih mudah serta memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi yang dipelajari.

Penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi memberikan ruang bagi peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan secara berkelompok yang disesuaikan dengan gaya belajar masing-masing. Ruang belajar yang diberikan turut didukung oleh peran guru sebagai

fasilitator yang tidak hanya membimbing, tetapi juga membantu peserta didik dalam memahami materi dan mencari solusi atas permasalahan yang dihadapi. Implementasi pembelajaran berdiferensiasi dalam *Problem Based Learning* (PBL) terbukti memberikan dampak positif, ditunjukkan melalui adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.



Gambar 2. Diagram Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Tiap Butir Soal

Berdasarkan Gambar 2, terlihat adanya perbedaan skor rata rata kemampuan pemecahan masalah matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada tiap butir soal. Pada Soal 1, peserta didik di kelas eksperimen memperoleh skor rata rata sebesar 65%, sedangkan kelas kontrol sebesar 54%, menunjukkan selisih 11%. Pada Soal 2, kelas eksperimen memperoleh rata rata 77%, sementara kelas kontrol hanya mencapai 56%, dengan selisih 21%. Selanjutnya, pada Soal 3, rata rata nilai kelas eksperimen adalah 73%, sedangkan kelas kontrol sebesar 59%, terdapat selisih 14%. Pada Soal 4, kelas eksperimen mencapai rata rata tertinggi yaitu 85%, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata rata 73%, dengan selisih 12%. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pendekatan berdiferensiasi yang ditinjau dari gaya belajar berbasis *GeoGebra* memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis yang lebih baik dibandingkan dengan peserta didik di kelas kontrol. Hal ini terlihat dari skor rata rata yang secara konsisten lebih tinggi pada setiap butir soal.

Teori belajar Piaget [13] mengemukakan bahwa setiap individu yang ingin melakukan penyesuaian (adaptasi) dengan lingkungannya harus mencapai keseimbangan (*ekuilibrum*) yaitu antara aktivitas individu terhadap lingkungan (asimilasi) dan aktivitas lingkungan terhadap individu (akomodasi). Menurut Piaget, pengalaman langsung melalui interaksi fisik dengan lingkungan memainkan peran penting dalam perkembangan kognitif [24]. Secara khusus, interaksi sosial dengan teman sebaya melalui diskusi dan perdebatan dapat membantu peserta didik memperjelas cara berpikir mereka sehingga menjadi lebih logis. Pembelajaran berdiferensiasi yang memberikan ruang bagi peserta didik untuk memahami materi sesuai dengan gaya belajar masing-masing selaras dengan pandangan teori kognitif konstruktivis yang dikemukakan oleh Piaget. Melalui pembelajaran ini, peserta didik didorong untuk membangun pemahaman dan melakukan eksplorasi secara mandiri dalam interaksi dengan lingkungan sekitar guna menjelaskan apa yang telah mereka pelajari. Kegiatan belajar dalam kelompok yang dilakukan secara aktif menciptakan suasana yang mendukung terbentuknya diskusi yang sesuai dengan karakteristik gaya belajar setiap kelompok. Implementasi teori belajar Piaget dalam pembelajaran matematika juga telah menunjukkan hasil yang positif, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian oleh [25]. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa teori piaget berpengaruh terhadap perkembangan penalaran peserta didik dalam pembelajaran matematika, di mana peserta didik mampu berpikir secara terstruktur untuk memahami dan menyelesaikan permasalahan matematika.

Selaras dengan hal tersebut, teori Vygotsky juga memberikan landasan penting dalam penelitian ini, khususnya melalui konsep interaksi sosial sebagai faktor utama dalam perkembangan kognitif. Menurut Lev Vygotsky Melalui interaksi dengan individu yang lebih memahami materi, seperti guru atau teman sebaya yang lebih mampu, peserta didik akan memperoleh dukungan dalam menyelesaikan tugas-tugas atau soal yang berada dalam zona perkembangan proksimal mereka [26]. Teori ini dikenal sebagai teori konstruktivisme, di mana proses konstruksi pengetahuan terjadi dalam *Zone of Proximal Development* (ZPD), yaitu wilayah antara kemampuan aktual (yang diperoleh tanpa bantuan) dan kemampuan potensial (yang diperoleh dengan bantuan

orang lain) [27]. Pada penelitian ini, teori Vygotsky dipandang relevan karena interaksi dengan individu yang lebih menguasai materi dapat memberikan kontribusi positif terhadap kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah, khususnya ketika mengerjakan soal [24]. Sesuai dengan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi yang dimana akan membantu peserta didik untuk bisa memecahkan suatu permasalahan yang kurang dipahami dengan adanya pembentukan kelompok yang membuat mereka berdiskusi satu sama lain. Oleh karena itu, teori Vygotsky mendukung pendekatan pembelajaran berdiferensiasi berbasis kelompok dalam model *Problem Based Learning* (PBL) karena interaksi tersebut berkontribusi langsung terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis melalui pembelajaran berdiferensiasi juga didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian oleh [18], menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Selaras dengan temuan tersebut, [19] menyatakan bahwa *Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL)* secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis pada materi barisan dan deret dibandingkan pendekatan konvensional berbasis ceramah. Temuan serupa ditunjukkan oleh [20], yang menyimpulkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada materi trigonometri, yang ditunjukkan melalui meningkatnya jumlah peserta didik yang mampu menyelesaikan soal sesuai indikator serta tercapainya target kriteria ketuntasan minimal (KKM) pada siklus kedua. Berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan pendekatan berdiferensiasi berbasis *GeoGebra* secara efektif mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik, dengan menyesuaikan gaya belajar masing-masing individu melalui pengalaman belajar yang sistematis dan kontekstual.

3.3 Implikasi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pendidikan matematika dengan menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan pendekatan berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Temuan ini menegaskan pentingnya pembelajaran yang menyesuaikan gaya belajar masing-masing peserta didik, serta perlunya guru melakukan asesmen diagnostic untuk merancang pembelajaran yang adaptif. Selain itu, penggunaan media interaktif seperti *GeoGebra* membantu visualisasi konsep abstrak secara lebih konkret, mendukung pemahaman mendalam, dan memperkuat peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran yang kontekstual dan berpusat pada peserta didik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa implementasi model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi antara pembelajaran berbasis masalah dan pendekatan yang mengakomodasi gaya belajar individu mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna, adaptif, dan kontekstual. Melalui pemanfaatan *GeoGebra* sebagai media interaktif, peserta didik terbantu dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak matematika secara konkret, sehingga proses berpikir kritis dan pemecahan masalah dapat dikembangkan secara lebih optimal. Selain itu, pendekatan berdiferensiasi memungkinkan guru untuk merancang aktivitas pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik belajar peserta didik, mendorong partisipasi aktif, kolaborasi, dan pengembangan strategi pemecahan masalah yang lebih efektif. Oleh karena itu, guru matematika disarankan untuk mengimplementasikan model PBL dengan pendekatan berdiferensiasi dalam pembelajaran, didukung oleh media teknologi seperti *GeoGebra*, guna menciptakan suasana kelas yang responsif terhadap kebutuhan belajar peserta didik. Bagi pengembang kurikulum, hasil ini mengindikasikan pentingnya penyusunan kurikulum yang fleksibel dan berorientasi pada pembelajaran yang memfasilitasi perbedaan individu, serta mendorong penggunaan model dan media pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan kompetensi abad ke-21, khususnya kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sari and C. Hasanudin, "906 Prosiding Seminar Nasional Daring Prosiding Seminar Nasional Daring Manfaat Ilmu Matematika Bagi Peserta Didik Dalam Kehidupan Sehari-hari," Jun. 2023.
- [2] A. Ni'mah, E. Syovi Arianti, S. Suyanto, S. Hamdi Pratama Putera, and A. Nashrudin, "Problem-Based Learning (PBL) Methods Within An Independent Curriculum(A Literature Review)," *Sintaksis* :

- Publikasi Para ahli Bahasa dan Sastra Inggris*, vol. 2, no. 4, pp. 165–174, Jul. 2024, doi: 10.61132/sintaksis.v2i4.859.
- [3] P. W. C. Davita and H. Pujiastuti, “Anallisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Ditinjau Dari Gender,” *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, vol. 11, no. 1, pp. 110–117, May 2020, doi: 10.15294/kreano.v11i1.23601.
- [4] S. Febrianti, “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Dalam Menyelesaikan Soal HOTS Terintegrasi Nilai-Nilai Islami,” 2023.
- [5] B. W. Andriyanti *et al.*, “Efektivitas Model PBL Berbasis Etnomatematika Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Sekolah Dasar,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 6, no. 1, pp. 35–45, 2023, doi: 10.33603/v6i1.7854.
- [6] M. S. Alabdulaziz and S. Higgins, “The Compatibility of Developed Mathematics Textbook Content in Saudi Arabia with NCTM Standards: A Critical Review,” *International Journal of Instruction*, vol. 14, no. 2, pp. 461–482, Apr. 2021, doi: 10.29333/iji.2021.14226a.
- [7] P. Rakha, I. Aritsya, and S. B. Pujia, “Analisis Kemampuan Kognitif pada Langkah-Langkah Pemecahan Masalah Ditinjau dari Kecerdasan Logis-Matematis,” *Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, vol. 5, pp. 73–92, Jun. 2020.
- [8] S. Arifin, Kartono, and I. Hidayah, “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah pada Model Problem Based Learning Disertai Remedial Teaching,” Jul. 2019.
- [9] H. S. Utami and N. Puspitasari, “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik SMP dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Materi Persamaan Kuadrat,” 2022.
- [10] A. Khoirunnisa and S. Soro, “Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis pada Materi SPLDV Ditinjau dari Gaya Belajar Peserta Didik,” vol. 05, no. 03, pp. 2398–2409, 2021.
- [11] W. Aprilia, L. Apreasta, and D. E. Prasetyo, “Pengembangan Buku Ajar Berbasis Model Problem Based Learning pada Subtema 1 Kekayaan Sumber Energi Di Indonesia pada kelas IV Sekolah Dasar,” 2021.
- [12] S. Khairani, R. D. Suyanti, and D. Saragi, “The Influence of Problem Based Learning (PBL) Model Collaborative and Learning Motivation Based on Students’ Critical Thinking Ability Science Subjects in Class V State Elementary School 105390 Island Image,” *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, vol. 3, no. 3, pp. 1581–1590, Aug. 2020, doi: 10.33258/birle.v3i3.1247.
- [13] F. L. Sampel Korompis, “Piaget’s Theory in Mathematics Education in Elementary School,” *International Journal of Research and Review*, vol. 10, no. 6, pp. 82–92, Jun. 2023, doi: 10.52403/ijrr.20230612.
- [14] Suprayogi & Lanah, *Buku Ajar Mata Kuliah Pilihan Pembelajaran Berdiferensiasi*, (Hal 28-29). 2022.
- [15] Y. Yanti, M. E. Juliansyah, E. Erlina, U. Hijriah, and B. Irfani, “Peranan Guru dalam Mewujudkan Pendidikan Karakter Era Kurikulum Merdeka,” *Thawalib: Jurnal Kependidikan Islam*, vol. 5, no. 2, pp. 513–524, Oct. 2024, doi: 10.54150/thawalib.v5i2.497.
- [16] R. Fatmawati, “Systematic Literature Review: Pemanfaatan Aplikasi Geogebra Pada Materi Transformasi Geometri,” *IJMSE: International Journal of Mathematics and Science Education*, vol. 1, no. 2, p. 2024, 2024.
- [17] D. Egita, R. Indriani, F. Keguruan, F. Ekonomi, and U. M. Bengkulu, “Penerapan Aplikasi Geogebra dalam Pembelajaran Geometri Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Siswa SMA Abstrak,” vol. 4, no. 5, pp. 485–489, 2024.
- [18] H. Sutrisno, Muhtarom, and S. Subandijah, “Penerapan Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMK,” Semarang, Jun. 2023.
- [19] S. A. Susino, D. Destiniar, and E. F. P. Sari, “Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas X SMA,” *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 8, no. 1, pp. 53–61, Dec. 2023, doi: 10.31004/cendekia.v8i1.2918.
- [20] N. Faoziyah, G. Rusadi Akhmad, and D. Setiawan, “Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis PBL,” Jun. 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.mandalanursa.org/index.php/JUPE/index>
- [21] M. Qorib, “Analysis Of Differentiated Instruction As A Learning Solution In Student Diversity In Inclusive And Moderate Education,” 2024.
- [22] L. Lutfiya, H. Sumardi, and T. A. Siagian, “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Smp Berdasarkan Langkah Penyelesaian Polya,” *LINEAR: Journal of Mathematics Education*, vol. 2, p. 44, 2021, doi: 10.32332/linear.v2i2.3738.
- [23] M. Leny, “Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget dan Problematikanya pada Anak Usia Sekolah Dasar,” Apr. 2020.

- [24] M. I. Sinaga, B. Sinaga, and E. Napitupulu, "Analysis of Students' Mathematical Communication Ability in the Application of Vygotsky's Theory at High School Level," *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, vol. 4, pp. 132–144, Feb. 2021, doi: 10.33258/birle.v4i1.15667.
- [25] Nuryati and Darsinah, "Implementasi Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar," *Jurnal Papeda*, vol. 3, pp. 153–162, Jul. 2021.
- [26] L. Iswara and R. A. Cahdriyana, "Pengembangan Multimedia Interaktif Menggunakan Articulate Storyline Berbantuan GeoGebra pada Materi Garis dan Sudut untuk Peserta Didik SMP," vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.30605/proximal.v5i2.2073.
- [27] N. Damanik, O. L. Malau, S. Sinaga, R. D. Siburian, and T. Simanjutak, "Implementasi Pendekatan Zone of Proximal Development (ZPD) dalam Mengatasi Kesulitan pada Materi Struktur Aljabar," May 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.as-salam.org/index.php/assalama>