

## PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA SMA MELALUI MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* BERDIFERENSIASI BERBANTUAN *GEOGEBRA*

Rucita Iga Diningrum<sup>a)</sup>, Wisma Eliyarti<sup>b)</sup>, Agus Dede Anggiana<sup>c)</sup>

- a) Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Pasundan  
[rucita.205050016@mail.unpas.ac.id](mailto:rucita.205050016@mail.unpas.ac.id)
- b) Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Pasundan  
[wismaeliyartipmat@unpas.ac.id](mailto:wismaeliyartipmat@unpas.ac.id)
- c) Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Pasundan  
[agusededeanggiana@unpas.ac.id](mailto:agusededeanggiana@unpas.ac.id)

### Abstrak

Matematika berperan penting dalam membentuk dan mengembangkan keterampilan siswa dalam berpikir nalar, logis, sistematis, dan kritis. Saat ini pentingnya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran telah menjadi tujuan pendidikan. Namun, hasil dari wawancara dengan guru mata pelajaran di kelas X SMA Negeri 18 Bandung, ditemukan bahwa penilaian sumatif akhir semester siswa masih belum mencapai KKM. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang memperoleh model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh model pembelajaran biasa. Subjek pada penelitian ini yaitu siswa kelas X SMA Negeri 18 Bandung dengan sampel penelitian menggunakan 2 kelas yaitu kelas X-4 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-2 sebagai kelas kontrol. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *quasi experiment* dengan desain penelitian *non-equivalent control group design*. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah soal uraian tes kemampuan berpikir kritis matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang memperoleh model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh model pembelajaran biasa.

**Kata Kunci:** Kemampuan Berpikir Kritis Matematis; Model *Problem-Based Learning* Berdiferensiasi; *GeoGebra*.

### Abstract

*Mathematics plays an important role in shaping and developing students' skills in thinking reasonably, logically, systematically, and critically. Currently, the importance of developing students' critical thinking skills in learning has become an educational goal. However, the result of interviews with subject teachers in class X SMA Negeri 18 Bandung, it was found that the end-of-semester summative assessment of students still did not reach the KKM. This study aims to determine whether the increase in mathematical critical thinking skills of students who get a differentiated Problem-Based Learning model assisted by GeoGebra is higher than students who get the usual learning model. The subjects in this study were X grade students of SMA Negeri 18 Bandung with the research sample using 2 classes, namely class X-4 as the experimental class and class X-2 as the control class. The research method used in this research is quasi experiment with non-equivalent control group design. The instrument used in this study was a description of the mathematical critical thinking ability test. The results showed that the increase in mathematical critical thinking skills of student who obtained the differentiated Problem-Based Learning model assisted by GeoGebra was higher than students who obtained the usual learning model.*

**Keywords:** *Mathematical Critical Thinking Ability; The Differentiated Problem-Based Learning Model; GeoGebra.*

## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu aspek penting dalam mencerdaskan kehidupan bangsa dan negara. Pendidikan dapat juga diartikan sebagai proses yang menggunakan metode tertentu sehingga membantu siswa mendapatkan pengetahuan, pemahaman, dan bagaimana bertingkah laku (Dalyono, 2015:5). Pendidikan membantu individu melihat dan meningkatkan potensi mereka. Hal tersebut tertuang pada Undang-Undang No. 30 Tahun 2003 pasal tentang Sistem Pendidikan Nasional, bermakna bahwa tujuan dari pendidikan nasional adalah untuk mengembangkan potensi siswa menjadi manusia yang beriman, bertakwa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Konsistensi sangat penting dalam menuntut ilmu agar tidak mudah menyerah dalam mencapai tujuan. Salah satu ilmu yang penting dipelajari yaitu matematika.

Matematika merupakan ilmu yang abstrak dan deduktif (Suherman dkk., 2001:15). Tujuan pembelajaran matematika di Indonesia termuat dalam Permendiknas Nomor 22 tahun 2006, Permendiknas tersebut tertulis mata pelajaran matematika tingkat SMA secara umum tujuan tersebut ditujukan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan komunikasi siswa dalam konteks pendidikan matematika (Depdiknas, 2006). Sejalan dengan Sulistiani & Masrukan (2016:606) menyatakan bahwa matematika berperan penting dalam membentuk dan mengembangkan keterampilan siswa dalam berpikir nalar, logis, sistematis, dan kritis. Dengan demikian, matematika dapat membantu siswa dalam memperoleh keterampilan pembelajaran matematika yang dikemas melalui kurikulum. Kurikulum yang diterapkan pada saat ini adalah Kurikulum Merdeka. Keterampilan abad 21 berperan penting dalam pelaksanaan Kurikulum Merdeka (Indarta dkk., 2022:3012). Salah satu yang perlu dikembangkan lebih mendalam yaitu kemampuan berpikir kritis.

Ennis (1996:1) mendefinisikan berpikir kritis sebagai suatu proses berpikir dengan tujuan untuk membuat keputusan-keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan mengenai apa yang akan diyakini dan apa yang akan dilakukan. Saat ini pentingnya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran telah menjadi tujuan pendidikan. Sejalan dengan Dalimunthe dkk. (2020:169) menganggap bahwa kemampuan berpikir kritis sangat penting, karena berpikir kritis merupakan proses mental yang secara alami terjadi saat berpikir dengan perluasan dan pembiasaan berpikir kritis dalam pendidikan, diharapkan siswa akan berubah menjadi individu yang kritis. Maka dari itu, peneliti memfokuskan kemampuan berpikir kritis matematis bagi siswa. Dengan demikian, berpikir kritis matematis memiliki arti bahwa setiap siswa mampu untuk merefleksikan permasalahan secara mendalam, mempertimbangkan kembali berbagai sumber yang didapat, mampu menyelesaikan permasalahan secara sistematis, dan membuat keputusan secara logis.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh TIMSS (*Trends Internasional Mathematics and Science Study*) tahun 2015 Indonesia berada para peringkat 44 dari 49 negara yang mengikuti kegiatan tersebut dengan nilai rata-rata yang diperoleh Indonesia 397, nilai ini masih di bawah rata-rata internasional 500 (Mullis dkk., 2016:17). Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan matematika siswa di Indonesia masih rendah. TIMSS membagi kerangka penilaian domain kognitif ke dalam tiga ranah, *knowing* yaitu mengingat, mengenali, menghitung, mengukur, mengklasifikasi, dan mengurutkan; *applying* yaitu memilih, merepresentasi, memodelkan, menerapkan, dan memecahkan masalah rutin; dan *reasoning* antara lain menganalisis, menggeneralisasi, mengintegrasikan/menyintesis, memberi alasan, serta memecahkan soal non-rutin. Hasil penelitian TIMSS 2015 (Kurniason dkk., 2018:2) untuk rata-rata persentase jawaban benar siswa di Indonesia pada soal

domain kognitif seperti ditampilkan pada Tabel 1. di bawah:

Tabel 1. Rata-rata Persentase Jawaban Benar Siswa di Indonesia pada Soal Domain Kognitif TIMSS 2015

Country	Overall Mathematics	Mathematics Cognitive Domains		
		Knowing	Applying	Reasoning
Indonesia	26	32	24	20
International Average	50	56	48	44

Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa siswa di Indonesia berada di bawah rata-rata internasional pada semua domain yang diujikan TIMSS. *Reasoning* memiliki skor terendah dalam domain kognitif, yaitu sebesar 20% jawaban benar. Hal ini sesuai dengan *Assessment Framework TIMSS (TIMSS & PIRLS, 2015)* yang menjelaskan bahwa soal TIMSS pada domain kognitif *reasoning* melibatkan kemampuan untuk mengamati, membuat dugaan serta membuat kesimpulan berdasarkan hasil tertentu dan memverifikasi hasil dari pemecahan masalah, baik masalah sederhana maupun masalah kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa soal *reasoning* TIMSS dapat dijadikan sebagai alat ukur kemampuan berpikir kritis siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh Wayudi, dkk. (2020:78) terungkap bahwa tingkat rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa kelas X di SMAN Bandung secara umum masih dalam kategori rendah yang ditandai dengan perolehan skor hanya sebesar 46,60. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran siswa kelas X di SMAN Bandung belum maksimal melibatkan aktivitas seperti menganalisis, menyintesis, membuat pertimbangan, menciptakan, dan menerapkan pengetahuan baru pada dunia nyata. Temuan lain hasil wawancara dengan guru mata pelajaran matematika di kelas X SMA Negeri 18 Bandung, diperoleh bahwa Penilaian Sumatif Akhir Semester (PSAS) siswa menunjukan nilai yang masih belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan sebesar 75. Rata-rata nilai yang

diperoleh siswa adalah 64,5. Ketika interaksi dengan guru mata pelajaran matematika, terungkap bahwa salah satu faktor yang berkontribusi pada rendahnya capaian pembelajaran siswa adalah kurangnya kemampuan siswa dalam berpikir kritis untuk menghadapi tantangan matematika. Hal ini menyebabkan nilai yang dicapai masih di bawah kriteria ketuntasan yang telah ditetapkan seperti ditampilkan pada Tabel 2. di bawah:

Tabel 2. Nilai PSAS Tahun Ajaran 2023/2024 Mata Pelajaran Matematika Kelas X di SMA Negeri 18 Bandung

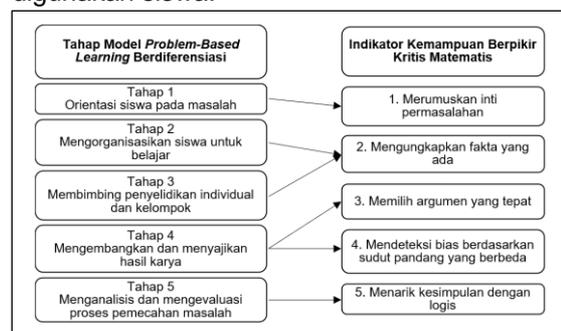
Kelas	Jumlah Siswa	KKM	Rata-rata PSAS
X-1	36	75	65
X-2	36	75	65
X-3	36	75	65
X-4	35	75	64
X-5	36	75	64
X-6	36	75	65
X-10	36	75	64
X-11	36	75	64
Rata-rata Nilai PSAS Kelas X			64,5

Berdasarkan uraian di atas, upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa diantaranya dengan memilih dan menggunakan model pembelajaran yang relevan. Ketercapaian aspek kognitif dapat ditingkatkan dalam suatu pembelajaran yang menggunakan model *Problem-Based Learning*. Hal ini didukung oleh pernyataan Lestari dkk. (2016:148) bahwa *Problem-Based Learning* merupakan model pembelajaran yang mendukung penuh keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, memotivasi siswa memiliki kemampuan berpikir kritis, mengeksplorasi sendiri materi yang dipelajari, dan menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari yang pada akhirnya melatih kemandirian belajar siswa. Disisi lain mengingat kemampuan berpikir kritis siswa yang beragam maka diperlukan juga pendekatan pembelajaran yang tepat untuk mengakomodasi keragaman tersebut, salah satunya melalui pembelajaran berdiferensiasi.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2022:119) pendekatan pembelajaran berdiferensiasi dapat diintegrasikan dengan model *Problem-Based Learning*. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi dalam model *Problem-Based Learning* akan memungkinkan siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses belajar. Sejalan dengan Anggiana (2019:61) bahwa model *Problem-Based Learning* tidak berhenti hanya karena siswa menemukan jawaban, model ini mengajarkan siswa untuk mencari solusi alternatif dan memikirkan hasil pekerjaan mereka. Model *Problem-Based Learning* dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis saat menyelesaikan masalah matematika. Model *Problem-Based Learning* memiliki keterkaitan dengan indikator kemampuan berpikir kritis matematis.

Tahapan model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi memiliki kaitan dengan indikator kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Berikut ini adalah gambaran lebih lanjut tentang hubungan antara sintaks model dan indikator kemampuan diukur. Pada tahap pertama orientasi siswa pada masalah, tahap ini memenuhi salah satu indikator kemampuan berpikir kritis matematis, yaitu merumuskan inti permasalahan seperti siswa mendengarkan tujuan pembelajaran dan motivasi, yang akan membuat mereka berpikir kritis mengenai masalah yang akan dibahas. Tahap kedua mengorganisasikan siswa untuk belajar, tahap ini memenuhi salah satu indikator kemampuan berpikir kritis matematis, yaitu mengungkapkan fakta yang ada seperti menentukan solusi dari permasalahan dalam soal, menentukan kesimpulan dari solusi permasalahan yang telah diperoleh dengan tepat. Tahap ketiga membimbing penyelidikan individual dan kelompok, tahap ini memenuhi salah satu indikator kemampuan berpikir kritis matematis, yaitu mengungkapkan fakta yang ada sama seperti yang dijelaskan pada tahap kedua. Tahap keempat mengembangkan dan menyajikan hasil karya, tahap ini memenuhi dua indikator kemampuan berpikir kritis matematis, yaitu memilih argumen yang tepat

dan mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda dilihat dari siswa melakukan eksperimen dari informasi yang telah didapat serta guru juga membantu siswa merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, video, dan bahan presentasi lainnya. Pada tahap kelima menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Tahap ini memenuhi salah satu indikator kemampuan berpikir kritis matematis, yaitu menarik kesimpulan dengan logis, guru membimbing siswa untuk melakukan analisis terhadap pemecahan masalah yang telah ditemukan siswa, melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan dan proses-proses yang digunakan siswa.



Sumber: Cahyo & Mutiyasa, 2023

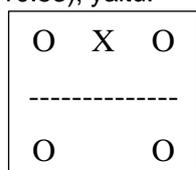
Gambar 1. Keterkaitan antara Model *Problem-Based Learning* Berdiferensiasi dengan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Khotimah (2018:55) menyatakan bahwa selain faktor model pembelajaran, agar siswa memahami materi matematika yang abstrak dan sulit dipahami maka diperlukan *Information and Communication Technology* (ICT) untuk menyampaikan dan memvisualisasikan materi. Salah satu ICT yang mampu membentuk siswa aktif dalam meningkatkan kemampuan dan mengonstruksi permasalahan kontekstual ke dalam matematika yaitu dengan *GeoGebra*. Annisa dkk. (2022:2278) menyatakan bahwa siswa mampu mengerjakan dan menjelaskan jawaban secara verbal mengenai visualisasi grafik pertidaksamaan, sehingga *GeoGebra* memiliki efek positif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang memperoleh model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh model pembelajaran biasa.

## METODE

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experiment* atau eksperimen semu. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *non-equivalent control group design* dengan menggunakan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diberi perlakuan menggunakan model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra*, sementara kelas kontrol menggunakan model pembelajaran biasa. Sebelum diberikan perlakuan, kedua kelas melakukan tes awal (*pretest*) untuk mengukur kemampuan awal berpikir kritis matematis siswa. Setelah itu kedua kelas diberikan perlakuan masing-masing, selanjutnya kedua kelas melakukan tes akhir (*posttest*) untuk mengevaluasi perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Adapun desain penelitian *non-equivalent control group design* menurut Ruseffendi (2010:53), yaitu:



Gambar 2. Desain Penelitian *Non-equivalent Control Group Design*

Keterangan:

- O : *Pretest = Posttest*
- X : Model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra*
- : Subjek tidak dikelompokkan secara acak (Ruseffendi, 2010:52)

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 18 Bandung dengan subjek penelitiannya adalah siswa kelas X pada semester genap tahun ajaran 2023/2024. Sampel penelitian terdiri

dari 70 siswa, di mana 35 siswa kelas X-4 menjadi kelas eksperimen yang menerima perlakuan menggunakan model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* dan 35 siswa kelas X-2 menjadi kelas kontrol menggunakan model pembelajaran biasa. Pemilihan kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan dengan teknik *purposive sampling* di mana penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2019:133). Pertimbangan ini didasarkan pada evaluasi guru mata pelajaran matematika di SMA Negeri 18 Bandung, dengan memilih kelas yang memiliki kemampuan yang serupa dan dilihat dari hasil data penilaian belajar siswa. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan instrumen tes yaitu tes kemampuan berpikir kritis matematis dibuat dalam bentuk soal uraian yang diberikan pada saat *pretest* dan *posttest*.

Untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu dengan menggunakan Normal-Gain (N-Gain). N-Gain ditentukan setelah nilai *pretest* dan *posttest* diperoleh dari kedua kelas. Nilai N-Gain dihitung menggunakan rumus menurut Meltzer & Hake (Widiyana, 2013:65) adalah sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{Skor\ posttest - Skor\ pretest}{Skor\ maks - Skor\ pretest}$$

Kriteria N-Gain menurut Meltzer & Hake (Widiyana, 2013:66) pada Tabel 3. di bawah:

Tabel 3. Kriteria N-Gain Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

N-Gain ( <i>g</i> )	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Tabel 4. berikut menunjukkan hasil pengolahan data untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 4. Statistik Deskriptif Data N-Gain

Kelas	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Eks.	35	,444	,851	,665	,108
Kontrol	35	,319	,676	,500	,104

Berdasarkan Tabel 4. terlihat kelas eksperimen yang memperoleh model *Problem-based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* mempunyai rata-rata 0,665. Hal ini sesuai dengan Tabel 3. kriteria N-Gain yaitu  $0,3 < 0,665 \leq 0,7$  artinya kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas eksperimen termasuk kriteria sedang. Kelas kontrol yang memperoleh model pembelajaran biasa memiliki rata-rata 0,500. Sesuai dengan Tabel 3. kriteria N-Gain yaitu  $0,3 < 0,500 \leq 0,7$  artinya kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelas kontrol termasuk kriteria sedang. Selisih rata-rata N-Gain antara kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah 0,165. Standar deviasi kelas eksperimen dan kelas kontrol lebih kecil daripada nilai rata-rata kedua kelas artinya sebaran data kurang bervariasi atau bersifat homogen. Agar dapat mengetahui keabsahan perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, maka dilakukan dengan uji statistik inferensial yaitu uji normalitas dan homogenitas dua varians terlebih dahulu sebagai prasyarat sebelum dilakukan uji perbedaan dua rerata.

Tabel 5. Normalitas Distribusi Data N-Gain

Kelas	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Eksperimen	,956	35	,174
Kontrol	,942	35	,067

Berdasarkan Tabel 5. menunjukkan bahwa hasil *output* uji normalitas data N-Gain nilai signifikansi kelas eksperimen adalah 0,174 dan kelas kontrol adalah 0,067. Karena nilai signifikansi kelas eksperimen dan kelas kontrol lebih besar dari 0,05 maka data peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis berdistribusi normal yang berarti  $H_0$  diterima. Maka analisis dilanjutkan dengan uji homogenitas dua varians menggunakan uji

*Levene* dengan bantuan *software IBM SPSS Statistics 23 for Windows*.

Tabel 6. Homogenitas Dua Varians N-Gain

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,001	1	68	,976

Berdasarkan Tabel 6. hasil *output* uji homogenitas data N-Gain diperoleh nilai signifikansinya adalah 0,976 yang berarti bahwa nilai signifikansi lebih dari 0,05. Jika nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05 maka data N-Gain kelas eksperimen dan kelas kontrol tersebut memiliki varians yang homogen. Karena varians data homogen, analisis dilanjutkan dengan uji-t (uji perbedaan dua rerata) pada data gain dengan bantuan *software IBM SPSS Statistics 23 for Windows*.

Tabel 7. Uji-t N-Gain

	t-test for Equality of Means		
	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	,000	0,165	0,025
Equal variances not assumed	,000	0,165	0,025

Berdasarkan Tabel 7. hasil *output* uji dua rerata N-Gain menggunakan uji *Independent Sample T-Test* didapatkan signifikansi (*sig.2-tailed*) sebesar 0,000. Sehingga untuk menjadi *one tailed* nilai signifikansi yang diajukan adalah setengah dari 0,000 yaitu 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa 0,000 lebih kecil dari 0,05, sehingga  $H_a$  diterima. Maka hal ini dapat disimpulkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang memperoleh model *Problem-based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* lebih tinggi daripada yang memperoleh model pembelajaran biasa.

## Pembahasan

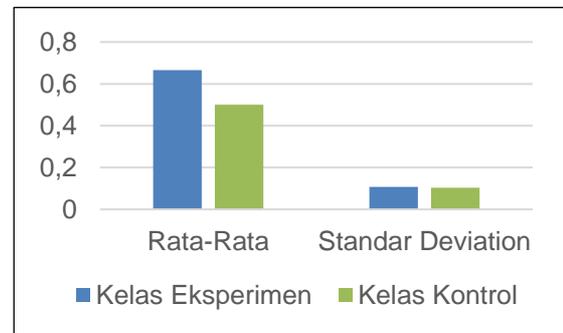


Gambar 3. Proses Pembelajaran Menggunakan Model *Problem-Based Learning* Berdiferensiasi Berbantuan *GeoGebra*

Model *Problem-based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* merupakan hal baru bagi siswa di SMA Negeri 18 Bandung khususnya kelas X-4. Pembelajaran matematika melalui aplikasi *GeoGebra* membuat siswa antusias dalam pelajaran dan tidak menyerah untuk menyelesaikan masalahnya. Sehingga, aktivitas siswa meningkat pada setiap pertemuannya. Dalam tahap *Problem-based Learning* melalui pembelajaran berdiferensiasi, penggunaan LKPD dapat berdampak pada kemampuan siswa untuk berpikir kritis matematis dan belajar secara mandiri. Ini karena LKPD dapat mendorong siswa untuk berpartisipasi dalam pertukaran ide atau pendapat tentang informasi yang mereka terima dari teman sekelompoknya. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan rasa percaya diri siswa, membuat mereka lebih aktif dalam bertukar pikiran tentang informasi yang mereka peroleh, dan membantu mereka menyelesaikan masalah matematika dengan berpikir kritis. Sejalan dengan Atika & Mz (2016:104) bahwa dengan menggunakan LKPD ini, siswa dapat terlibat aktif dengan

materi yang dipelajari dan memiliki pengalaman belajar mengerjakan soal, ini sangat membantu siswa untuk belajar secara mandiri. Dengan adanya LKPD, pelaksanaan pembelajaran akan lebih mudah bagi siswa maupun guru.

Berdasarkan analisis uji N-Gain didapatkan hasil bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang memperoleh model *Problem-based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh model pembelajaran biasa. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada diagram yang terdapat pada Gambar di bawah:



Gambar 4. Data Hasil Deskriptif N-Gain

Berdasarkan Gambar 4. hasil peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa kedua kelas terlihat berbeda. Rata-rata yang dicapai pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Peningkatan ini juga sesuai dengan uji-t N-Gain yang terdapat pada Tabel 7. dengan nilai signifikansi kurang dari 0,05 hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Selain dari tabel hasil deskriptif N-Gain, peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa juga terlihat dari jawaban *posttest* siswa kelas yang memperoleh model *Problem-based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* dan kelas yang memperoleh model pembelajaran biasa. Berikut beberapa hasil jawaban *posttest* siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Siswa diminta untuk mengidentifikasi fungsi kuadrat dalam bentuk tabel dengan informasi yang telah diketahui dan mencari solusi atas permasalahan tersebut.

1.  $g(x) = x^2 - 4x + 3$   
 $\cdot g(-1) = (-1)^2 - 4(-1) + 3 = 1 + 4 + 3 = 8$   
 $\cdot g(0) = 0^2 - 4(0) + 3 = 0 + 0 + 3 = 3$   
 $\cdot g(1) = 1^2 - 4(1) + 3 = 1 - 4 + 3 = 0$   
 $\cdot g(2) = 2^2 - 4(2) + 3 = 4 - 8 + 3 = -1$   
 $\cdot g(3) = 3^2 - 4(3) + 3 = 9 - 12 + 3 = 0$   
 $\cdot g(4) = 4^2 - 4(4) + 3 = 16 - 16 + 3 = 3$   
 $\cdot g(5) = 5^2 - 4(5) + 3 = 25 - 20 + 3 = 8$   
jadi nilai y untuk  $x = -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5$  pada fungsi  $g(x) = x^2 - 4x + 3$  berturut-turut adalah  $\langle 8, 3, 0, -1, 0, 3, 8 \rangle$

Gambar 5. Contoh Jawaban Nomor 1 *Posttest* KB 1 Kelas Eksperimen

1.  $g(x) = x^2 - 4x + 3$   
 $g(-1) = (-1)^2 - 4(-1) + 3 = 1 + 4 + 3 = 8$   
 $g(0) = 0^2 - 4(0) + 3 = 0 + 0 + 3 = 3$   
 $g(1) = 1^2 - 4(1) + 3 = 1 - 4 + 3 = 0$   
 $g(2) = 2^2 - 4(2) + 3 = 4 - 8 + 3 = -1$   
 $g(3) = 3^2 - 4(3) + 3 = 9 - 12 + 3 = 0$   
 $g(4) = 4^2 - 4(4) + 3 = 16 - 16 + 3 = 3$   
 $g(5) = 5^2 - 4(5) + 3 = 25 - 20 + 3 = 8$

Gambar 6. Contoh Jawaban Nomor 1 *Posttest* KB 2 Kelas Eksperimen

1. Dik:  $g(x) = x^2 - 4x + 3$   
 $x = -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5$   
Dit: Hitung nilai y!  
Jawab:  
 $g(x) = x^2 - 4x + 3$   
 $g(-1) = (-1)^2 - 4(-1) + 3 = 8$   
 $g(0) = (0)^2 - 4(0) + 3 = 3$   
 $g(1) = (1)^2 - 4(1) + 3 = 0$   
 $g(2) = (2)^2 - 4(2) + 3 = -1$   
 $g(3) = (3)^2 - 4(3) + 3 = 0$   
 $g(4) = (4)^2 - 4(4) + 3 = 3$   
 $g(5) = (5)^2 - 4(5) + 3 = 8$

x	-1	0	1	2	3	4	5
y	8	3	0	-1	0	3	8

Jadi nilai y adalah  $8, 3, 0 - 1, 0, 3, 8$

Gambar 7. Contoh Jawaban Nomor 1 *Posttest* KB 3 Kelas Eksperimen

Berdasarkan Gambar 5. bahwa pada jawaban nomor 1 siswa kelas eksperimen KB 1 sudah mampu mengidentifikasi permasalahan dengan benar, memberikan solusi yang tepat dan membuat kesimpulan dari permasalahan yang diberikan. Namun, gambar tersebut tidak menyajikan fungsi kuadrat dalam bentuk tabel, tidak menuliskan informasi yang diketahui. Sebagian besar jawaban nomor 1 siswa kelas eksperimen KB 1 mendekati seperti pada Gambar 5.. Pada Gambar 6. jawaban nomor 1 siswa kelas eksperimen KB 2 sudah mampu mengidentifikasi masalah dengan benar dan menemukan solusi dengan sistematis dan

jawaban siswa kelas eksperimen KB 2 didominasi seperti yang ada pada Gambar 6., adapun kekurangannya belum menyertakan kesimpulan dari permasalahan yang diberikan. Untuk Gambar 7. siswa kelas eksperimen KB 3 sudah mampu mengidentifikasi fungsi kuadrat dalam bentuk tabel dengan informasi yang telah diketahui. Siswa sudah memahami bahwa terlebih dahulu harus mencari nilai y dengan menyubstitusi nilai x ke fungsi kuadrat yang telah diketahui, serta membuat tabel untuk menyajikan nilai-nilai yang telah didapatkan dari fungsi kuadrat. Siswa melakukannya dengan sistematis sesuai dengan tahapan dari penyelesaian serta menuliskan unsur-unsur yang diketahui dan ditanyakan pada soal.

1)  $x = -1$   
 $y = x^2 - 4x + 3$   
 $= (-1)^2 - 4(-1) + 3$   
 $= 1 + 4 + 3$   
 $= 8$   
 $\cdot x = 0$   
 $y = 0^2 - 4(0) + 3$   
 $= 0 - 0 + 3$   
 $= 3$   
 $\cdot x = 1$   
 $y = 1^2 - 4(1) + 3$   
 $= 1 - 4 + 3$   
 $= 0$   
 $\cdot x = 2$   
 $y = 2^2 - 4(2) + 3$   
 $= 4 - 8 + 3$   
 $= -1$   
 $\cdot x = 3$   
 $y = 3^2 - 4(3) + 3$   
 $= 9 - 12 + 3$   
 $= 0$   
 $\cdot x = 4$   
 $y = 4^2 - 4(4) + 3$   
 $= 16 - 16 + 3$   
 $= 3$   
 $\cdot x = 5$   
 $y = 5^2 - 4(5) + 3$   
 $= 25 - 20 + 3$   
 $= 8$

Gambar 8. Jawaban Nomor 1 *Posttest* Kelas Kontrol

Sedangkan berdasarkan Gambar 8. bahwa pada jawaban nomor 1 siswa kelas kontrol sudah mampu mengidentifikasi fungsi kuadrat dengan informasi yang telah diketahui tanpa membuat tabel yang dimaksud serta siswa sudah memahami bagaimana cara mencari solusi dari permasalahan yang diberikan tanpa memberikan kesimpulan di akhir penyelesaiannya, sehingga jawabannya masih kurang lengkap. Pada soal nomor 2 siswa diminta untuk menentukan persamaan fungsi kuadrat jika diberikan titik balik kurva dan titik yang dilalui fungsi kuadrat dengan memisalkan persamaan kurva dari materi yang telah didapat siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

$$2. m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$x_1 = -2 \quad y_1 = -10$$

$$x_2 = 2 \quad y_2 = 6$$

$$m = \frac{6 - (-10)}{2 - (-2)} = \frac{6 + 10}{2 + 2} = \frac{16}{4} = 4$$

Jadi Persamaan Fungsi tersebut adalah  $y = 4x - 2$

$$m = 4$$

$$x = -2$$

$$y = -10$$

$$y = mx + b$$

$$-10 = 4x(-2) + b$$

$$-10 = -8 + b$$

$$-b = -8 + 10$$

$$-b = 2 \rightarrow b = -2$$

$$y = mx + b$$

$$y = 4x - 2$$

Gambar 9. Jawaban Nomor 2 Posttest Kelas Eksperimen KB 1

$$2. -\frac{b}{a} = -2 \quad f(x) = ax^2 + bx + c$$

$$-b = -2a \quad f(x) = ax^2 + 2ax + c$$

$$b = 2a \quad f(x) = ax^2 + 2ax + 10$$

$$f(-2) = -10$$

$$a(-2)^2 + 2a(-2) + c = 0$$

$$4a - 4a + c = 10$$

$$c = 10$$

$$a(2)^2 + 2a(2) + 10 = 6$$

$$4a + 4a + 10 = 6$$

$$8a = -4$$

$$8a = -4$$

$$a = \frac{-4}{8} \quad a = \frac{-1}{2}$$

$$p(x) = ax^2 + 2ax + 10$$

$$f(x) = \frac{-1}{2}x^2 - x + 10$$

$$y = \frac{-1}{2}x^2 - x + 10$$

Gambar 10. Jawaban Nomor 2 Posttest Kelas Eksperimen KB 2

2. Dik : Titik balik kurva (-2, -10)  
Melalui titik (2, 6)  
Dit : Tentukan pers. fungsi tersebut !  
Jawab :

Misal :  $y - y_p = a(x - x_p)^2$   
 $(x_p, y_p) = (-2, -10)$   
Maka :  $y - y_p = a(x - x_p)^2$   
 $y - (-10) = a(x - (-2))^2$   
 $y + 10 = a(x + 2)^2$

Kurva melalui titik (2, 6)  
 $6 + 10 = a(2 + 2)^2$   
 $16 = a(16)$   
 $a = 1$

Jadi, pers. fungsi adalah  $y + 10 = (x + 2)^2$   
-> Gambar kurva

Gambar 11. Jawaban Nomor 2 Posttest Kelas Eksperimen KB 3

Berdasarkan Gambar 9. dan Gambar 10. bahwa jawaban nomor 2 siswa kelas eksperimen KB 1 dan KB 2 belum mampu menentukan persamaan fungsi kuadrat jika yang diketahui titik balik kurva dan titik yang dilalui fungsi kuadrat. Pada Gambar 9. dan 10. siswa mencari persamaan menggunakan rumus gradien namun solusi yang didapat masih belum tepat, sehingga jawaban nomor 2 siswa kelas eksperimen KB 1 dan KB 2 belum tuntas. Pada Gambar 11. bahwa jawaban siswa kelas eksperimen KB 3 sudah menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan pada soal. Untuk jawabannya siswa sudah bisa menentukan persamaan fungsi kuadrat apabila telah diketahui titik balik kurva dan titik yang dilalui oleh kurva tersebut

serta bisa menyelesaikan permasalahan dan menemukan persamaan fungsi kuadrat yang baru dengan sistematis.

$$2) f(x) = a(x - x_p)^2 + y_p$$

$$(x_p, y_p) = (-2, -10)$$

$$6 = a(2 - (-2))^2 + (-10)$$

$$6 = a(16 + (-10))$$

$$6 - (-10) = 16a$$

$$16 = 16a$$

$$a = 1$$

$$y = (x + 2)^2 + 10$$

Gambar 12. Jawaban Nomor 2 Posttest Kelas Kontrol

Sedangkan berdasarkan Gambar 12. juga siswa kelas kontrol belum mampu menjawab bagaimana menentukan persamaan fungsi kuadrat apabila telah diketahui titik balik dan titik yang dilalui oleh kurva dan hanya mampu menyubstitusikan titik yang telah diketahui ke dalam rumus dengan beberapa kekeliruan perhitungan dalam menyelesaikan permasalahan pada soal nomor 2. Jawaban siswa juga belum bisa menggambar kurva dari hasil persamaan fungsi kuadrat yang ditemukan. Oleh karena itu, jawaban soal nomor 2 ini siswa kelas kontrol belum mampu mengerjakan secara tuntas. Pada soal nomor 3 siswa diminta untuk menyelesaikan persamaan kuadrat dengan berbagai cara seperti faktorisasi, melengkapkan kuadrat, dan rumus kuadrat.

$$2. x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a = 2, b = -3, c = -2$$

$$x = \frac{-(-3) \pm \sqrt{(-3)^2 - 4 \cdot 2 \cdot (-2)}}{2 \cdot 2}$$

$$= \frac{3 \pm \sqrt{9 + 16}}{4}$$

$$= \frac{3 \pm \sqrt{25}}{4} = \frac{3 \pm 5}{4}$$

$$x_1 = \frac{3 + 5}{4} = \frac{8}{4} = 2$$

$$x_2 = \frac{3 - 5}{4} = \frac{-2}{4} = -\frac{1}{2}$$

Jadi, solusi dari Persamaan kuadrat  $2x^2 - 3x - 2 = 0$  adalah  $x = 2$  dan  $x = -\frac{1}{2}$

Gambar 13. Jawaban Nomor 3 Posttest Kelas Eksperimen KB 1

$$3. ax^2 + bx + c = 0$$

$$2x^2 - 3x - 2 = 0$$

$$2x^2 - 4x - 2 = 0$$

$$x = (2x + 1) - 2 \quad (2x + 1) = 0$$

$$(2x + 1)(x - 2) = 0$$

$$2x + 1 = 0 \quad x = 2 - 6$$

$$x = -\frac{1}{2} \quad x = 2$$

Gambar 14. Jawaban Nomor 3 Posttest Kelas Eksperimen KB 2

3. Dik:  $2x^2 - 3x - 2 = 0$   
 Dit: Men cari nilai  $x$ !  
 Jawab:  
 → Rumus kuadrat  

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(-3) \pm \sqrt{(-3)^2 - 4(2)(-2)}}{2(2)}$$

$$x = \frac{3 \pm \sqrt{9 + 16}}{4}$$

$$x = \frac{3 \pm \sqrt{25}}{4}$$

$$x = \frac{3 \pm 5}{4}$$

$$x_1 = \frac{3+5}{4} = \frac{8}{4} = 2 \quad x_2 = \frac{3-5}{4} = \frac{-2}{4} = -\frac{1}{2}$$
 Jadi, nilai  $x$  adalah  $x = 2$  dan  $x = -\frac{1}{2}$ .

Gambar 15. Jawaban Nomor 3 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 3

Berdasarkan Gambar 13. bahwa jawaban nomor 3 siswa kelas eksperimen KB 1 sudah mampu menyelesaikan persamaan kuadrat dengan rumus kuadrat dengan menyubstitusi nilai  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  yang diketahui ke dalam rumus kuadrat. Siswa juga sudah memberikan kesimpulan yang tepat dengan solusi yang didapat yaitu nilai  $x_1$  dan  $x_2$ . Namun, kekurangannya jawaban siswa kelas eksperimen KB 1 belum menuliskan hal-hal yang telah diketahui pada soal. Pada Gambar 14. jawaban siswa kelas eksperimen KB 2 menyelesaikan permasalahan menggunakan faktorisasi aljabar dan mampu menemukan solusi dengan tepat, tetapi tidak mencantumkan kesimpulan di akhir jawabannya. Selanjutnya, pada Gambar 15. jawaban siswa kelas eksperimen KB 3 menyelesaikan permasalahan menggunakan rumus kuadrat, siswa menuliskan apa saja yang diketahui, ditanyakan serta kesimpulan dari permasalahan.

3)  $2x^2 - 3x - 2 = 0$       $-4 - x \cdot 1 = -4$   
 $(2x-4)(2x+1) = 0$       $-4 + 1 = -3$   

$$\begin{array}{l|l} x-2=0 & 2x+1=0 \\ x=2 & 2x=-1 \\ & x=-\frac{1}{2} \end{array}$$

Gambar 16. Jawaban Nomor 3 *Posttest* Kelas Kontrol

Sedangkan berdasarkan Gambar 16. bahwa siswa dari kelas kontrol mampu menyelesaikan persamaan kuadrat dengan faktorisasi. Siswa mampu menyubstitusi apa yang diketahui ke dalam rumus kuadrat dan mampu mengoperasikan persamaan kuadrat dengan faktorisasi. Tetapi berdasarkan

Gambar 16. siswa belum mampu menuliskan apa saja yang diketahui, ditanyakan serta kesimpulan dari permasalahan. Secara keseluruhan dari siswa kelas eksperimen KB 1, KB 2, KB 3, dan kelas kontrol pada soal nomor 3 sudah memahami bagaimana menyelesaikan persamaan fungsi kuadrat untuk mencari nilai  $x$  dari sebuah persamaan fungsi kuadrat. Pada soal nomor 4 siswa diminta untuk menentukan fungsi kuadrat  $ax^2 + bx + c$  dalam bentuk  $p(x+h)^2 + k$ .

4.  $y = x^2 + 10x$   
 $x^2 + 10x = x^2 + 10x + 5^2 - 5^2$   
 $x^2 + 10x = (x+5)^2 - 25$   
 Jadi,  $y = (x+5)^2 - 25$   
 • Koordinat titik balik  
 $y = p(x+h)^2 + k$   
 $h = x_p$   
 $k = y_p$   
 • Persamaan Sumbu Simetri  
 $x + 5 = 0$   
 $x = -5$   
 Jadi, Persamaan sumbu simetri adalah  $x = -5$   
 • Nilai minimum  $y = -25$   
 Jadi, nilai minimumnya adalah  $y = -25$

(h,k) = (x<sub>p</sub>, y<sub>p</sub>)  
 $y = (x+5)^2 - 25$   
 $-5 = x_p$   
 $-25 = y_p$   
 Jadi, koordinat titik baliknya adalah (-5, -25)

Gambar 17. Jawaban Nomor 4 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 1

4.  $y = x^2 + 10x$   
 $y + ? = x^2 + 10x + ?$   
 $y + ? = x^2 + 10x + 25$   
 $y + 25 = x^2 + 10x + 25$   
 $y + 25 = (x+5)^2$   
 $y = (x+5)^2 - 25$

Gambar 18. Jawaban Nomor 4 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 2

4.  $x^2 + 10x = x^2 + 10x$   
 $x^2 + 10x = x^2 + 10x + 5^2 - 5^2$   
 $x^2 + 10x = (x+5)^2 - 25$   
 Jadi,  $y = (x+5)^2 - 25$   
 → Koordinat titik balik (-5, -25)  
 → Persamaan sumbu simetri  $x = -5$   
 → Nilai minimum  $y = -25$

Gambar 19. Jawaban Nomor 4 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 3

Berdasarkan Gambar 17., Gambar 18., dan Gambar 19. bahwa jawaban nomor 4 siswa kelas eksperimen KB 1, KB 2, dan KB 3 sudah memahami akan konsep serta maksud dari pertanyaan. Siswa mampu menyajikan persamaan fungsi kuadrat dalam bentuk berbeda dengan ketentuan yang sudah termuat dalam soal serta mampu menentukan koordinat titik balik, persamaan sumbu simetri,

dan nilai minimum. Namun, jawaban pada Gambar 18. belum mampu menentukan koordinat titik balik, persamaan sumbu simetri, dan nilai minimum. Adapun jawaban dari Gambar 17., Gambar 18., dan Gambar 19. belum menuliskan apa saja yang diketahui dan ditanyakan dari permasalahan.

4)  $y = x^2 + 10x$   
 $x^2 + 10x = x^2 + 10x$   
 $x^2 + 10x = x^2 + 5x^2 - 5^2$   
 $x^2 + 10x = (x+5x)^2 - 25$   
 $y = (x+5x)^2 - 25$   
titik koordinat  
 $P(x+h)^2 + k$   
 $h = 5$   
 $k = -25$   
 $(h,k) = (x_p, y_p)$   
 $y = (-5, -25)$   
sumbu simetri  
 $x + 5 = 0$   
Nilai minimum = 25

Gambar 20. Jawaban Nomor 4 *Posttest* Kelas Kontrol

Berdasarkan Gambar 20. bahwa siswa kelas kontrol sudah memahami akan konsep serta maksud dari pertanyaan yang terdapat pada soal nomor 4. Namun, terlihat siswa kelas kontrol belum menuliskan apa saja yang diketahui dan ditanyakan dari permasalahan. Adapun siswa sudah memahami cara menyelesaikan soal namun dalam operasi aljabarnya masih terdapat kekeliruan hitung sehingga menghasilkan nilai yang kurang tepat dan tidak sesuai dengan solusi sebenarnya. Pada soal nomor 5 siswa diminta untuk menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan fungsi kuadrat, dengan menghitung panjang dan lebar tanah seseorang.

5. Luas = P x l  
 $200 = (x+10) \times x$   
 $200 = x^2 + 10x$   
 $x^2 + 10x - 200 = 0$   
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$   
 $a = 1, b = 10, c = -200$   
 $x = \frac{-10 \pm \sqrt{10^2 - 4(1)(-200)}}{2(1)}$   
 $= \frac{-10 \pm \sqrt{100 + 800}}{2}$   
 $= \frac{-10 \pm \sqrt{900}}{2}$   
 $= \frac{-10 \pm 30}{2}$   
 $x_1 = \frac{-10 + 30}{2} = \frac{20}{2} = 10$   
 $x_2 = \frac{-10 - 30}{2} = \frac{-40}{2} = -20$  (tidak valid)  
Jadi, lebar tanah Pekarangan Pak adi adalah 10 meter  
Panjang =  $L = 10 + 10 = 20$   
Jadi, Panjang Tanah Pekarangan Pak adi adalah 20 meter

Gambar 21. Jawaban Nomor 5 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 1

5.  $L = 20$     $P = 10$  m    $l = P \times l$   
 $P = 10$     $L = 20$     $200 = \frac{200}{10}$   
 $l = 20$

Gambar 22. Jawaban Nomor 5 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 2

5. Dik : P lebih panjang 10 m dari L  
 $L = 200$  m  
Dit : Hitung P dan L !  
Jawab :  
misal  $L = x$   
 $P = x + 10$   
Luas =  $P \times L$   
 $200 = (x+10) \times x$   
 $x^2 + 10x = 200$   
 $x^2 + 10x - 200 = 0$   
 $(x-10)(x+20) = 0$   
 $x = 10$     $x = -20$   
(Berarti)   (TD)  
→ Lebar = 10 m  
→ panjang =  $x + 10 = 10 + 10 = 20$  m

Gambar 23. Jawaban Nomor 5 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 3

Berdasarkan Gambar 21. bahwa jawaban nomor 5 siswa kelas eksperimen KB 1 menyelesaikan permasalahan menggunakan rumus diskriminan persamaan kuadrat dan menemukan panjang serta lebar tanah yang dicari, namun pada kesimpulan siswa kurang teliti dan keliru saat mencari panjang tanah pekarangan. Pada Gambar 22. jawaban siswa kelas eksperimen KB 2 belum mampu merepresentasikan soal yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari pada soal nomor 5 sehingga jawaban siswa masih kurang tepat. Untuk jawaban siswa kelas eksperimen KB 3 yang dapat di lihat pada Gambar 23. siswa sudah mampu menyelesaikan model matematika yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dalam kehidupan sehari-hari. Siswa dalam perhitungan aljabar runtut dan mudah dipahami, solusi dari permasalahan dapat terpecahkan dan memberikan kesimpulan.

5)  $P = 10$  m  
 $L = 200$  m  
 $L = P \times l$   
 $200 = 10 \times l$   
 $l = \frac{200}{10}$   
 $l = 20$  m

Gambar 24. Jawaban Nomor 5 *Posttest* Kelas Kontrol

Sedangkan berdasarkan Gambar 24. bahwa siswa kelas kontrol belum mampu menyelesaikan model matematika yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga dalam menentukan pemisalan masih kurang tepat. Pada jawaban soal nomor 5 ini siswa kelas kontrol belum mampu mengerjakan secara tuntas.

Berdasarkan hasil jawaban siswa pada tes akhir (*posttest*) pada setiap indikator kemampuan berpikir kritis matematis

menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen lebih baik daripada siswa kelas kontrol. Hal ini dikarenakan siswa yang memperoleh model *Problem-based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* mengerjakan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) yang dikerjakan berdiskusi secara berkelompok. Pengerjaan LKPD pada pembelajaran *Problem-based Learning* berdiferensiasi adalah dengan membedakan pertanyaan pemandu LKPD yang harus diselesaikan sesuai dengan kesiapan belajar dan kelompok yang sudah ditentukan sebelumnya. Model *Problem-based Learning* berdiferensiasi lainnya yang dilakukan dengan memberikan perlakuan pada setiap kelompok belajar. Kelompok reguler/tipikal memiliki kesempatan untuk menguji kemampuan mereka sendiri tetapi tetap memiliki bantuan guru. Kelompok dengan kesulitan belajar diberikan bimbingan penuh selama proses pembelajaran. Kelompok dengan pemahaman tinggi memiliki kesempatan penuh untuk mengeksplorasi pemahamannya secara mandiri.

Model *Problem-based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* ini merupakan hal yang baru bagi siswa dan menggunakannya membuat mereka lebih aktif. Siswa menerima latihan soal yang penyelesaiannya dibantu dengan ICT (*Information and Communication of Technology*) bernama *GeoGebra*, di mana siswa dapat memproses fungsi kuadrat dan diubah menjadi kurva fungsi kuadrat. Hal ini menunjukkan bahwa siswa yang menggunakan model *Problem-based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* memiliki kemampuan berpikir kritis matematis yang lebih baik daripada siswa yang menggunakan model pembelajaran biasa. Hal ini sejalan dengan Wulansari, dkk. (2022:82) menyatakan bahwa penggunaan aplikasi *GeoGebra* membuat pembelajaran matematika menjadi menyenangkan dan dapat menarik minat siswa untuk belajar, terutama materi fungsi kuadrat. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa siswa dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis saat belajar.

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, pengolahan data, analisis data serta pengujian hipotesis yang dilakukan mengenai penerapan model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi dan model pembelajaran biasa, maka diperoleh kesimpulan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang memperoleh model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh model pembelajaran biasa. Melalui model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi siswa mengidentifikasi strategi dan informasi yang relevan serta melakukan penyelidikan untuk menyelesaikan masalah. Dengan menyelesaikan masalah tersebut, siswa hanya memperoleh atau membangun pengetahuan mereka, tetapi juga meningkatkan kemampuan dalam berpikir kritis matematis serta siswa dapat mengembangkan informasi yang sudah diperoleh sebelumnya melalui diskusi.

### **Saran**

1. Agar proses pembelajaran berjalan dengan baik, guru harus melakukan tiga hal: pertama, mengulang materi dasar sebelum memulai pelajaran baru; kedua, mendorong siswa untuk aktif dalam kegiatan belajar; dan ketiga, melatih siswa agar bisa berpikir kritis dalam pelajaran matematika secara mandiri.
2. Peneliti berikutnya yang menggunakan model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* disarankan untuk melakukan penelitian pada populasi dan tingkatan yang lebih luas serta mengangkat topik yang berbeda.
3. Sebelum pembelajaran berlangsung, guru yang menggunakan model *Problem-Based Learning* berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* harus mengenal aplikasi dan menjelaskan cara menggunakannya. Ini akan membantu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara visual dan interaktif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggiana, A. D. (2019). Implementasi Model *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa: Pembelajaran Berbasis Masalah: *Problem Based Learning: Pemecahan masalah. Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 4(2), 56-69. doi: 10.23969/symmetry.v4i2.2061.
- Annisa, F., Kurniati, D., Murtikusuma, R. P., Pambudi, D. S., & Suwito, A. (2022). Pengembangan Media Berbantuan *Geogebra* pada Sistem Pertidaksamaan Linear-Kuadrat dalam Meningkatkan Literasi Matematika Siswa. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2269-2281. doi: 10.24127/ajpm.v11i3.5078.
- Atika, N., & Mz, Z. A. (2016). Pengembangan LKS berbasis pendekatan RME untuk menumbuhkembangkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. *Suska Journal of Mathematics Education*, 2(2), 103-110. doi: 10.24014/sjme.v2i2.2126.
- Cahyo, T. S. S., & Murtiyasa, B. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Melalui Pendekatan *Problem Based Learning* dalam Pembelajaran Matematika di SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1597-1610. doi: 10.31004/cendekia.v7i2.2329.
- Dalimunthe, S. A., Darta, D., Kandaga, T., & Hermawan, V. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Melalui Model *Learning Cycle 7e* Di Sekolah Menengah. *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 5(2), 169-177. <https://doi.org/10.23969/symmetry.v5i2.3263>.
- Dalyono, M. (2015). *Pengertian dan Ruang Lingkup Ilmu Jiwa Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Depdiknas. (2006). *Permendiknas No. 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi*. Jakarta: Depdiknas.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical Thinking*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era *Society 5.0*. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011-3024. doi: 10.31004/edukatif.v4i2.2589.
- Khotimah, K. (2018). Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis dengan Pendekatan *Metacognitive Guidance* Berbantuan *Geogebra*. *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 53-65. doi: 10.30656/gauss.v1i1.636.
- Kurniason, H. T., Sugiatno, S., & Hamdani, H. (2018). Instrumen Tes untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 7(5), 1-12. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/25663/75676576751>.
- Lestari, P. D., Dwijanto, D., & Hendikawati, P. (2016). Keefektifan Model *Problem-Based Learning* dengan Pendekatan Saintifik Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemandirian Belajar Peserta Didik Kelas VII. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 5(2), 146-153. <https://journal.unnes.ac.id/sju/ujme/article/view/11405/6859>.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics. International Association for the Evaluation of Educational Achievement*. Herengracht 487, Amsterdam, 1017 BT, The Netherlands. <http://timss2015.org/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Mathematics-Grade-4.pdf>.
- Ruseffendi. (2010). *Dasar-Dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suherman, E., dkk. (2001). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JICA-UPI.

- Sulistiani, E., & Masrukan, M. (2017). Pentingnya berpikir kritis dalam pembelajaran matematika untuk menghadapi tantangan MEA. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (pp. 605-612). <https://journal.unnes.ac.id/sju/prisma/article/view/21554>.
- TIMSS & PIRLS. (2015). *TIMSS 2015 Assesment Framework*. 17. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/>.
- Wahyuni, A. S. (2022). *Literature Review: Pendekatan Berdiferensiasi dalam Pembelajaran IPA*. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 118-126. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.562>.
- Wayudi, M., Suwatno, S., & Santoso, B. (2020). Kajian Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 5(1), 67-82. [https://www.researchgate.net/profile/Suwatno-Suwatno/publication/361426274\\_Kajian\\_A\\_nalisis\\_Keterampilan\\_Berpikir\\_Kritis\\_Siswa\\_Sekolah\\_Menengah\\_Atas/links/6414e7a566f8522c38b19515/Kajian-Analisis-Keterampilan-Berpikir-Kritis-Siswa-Sekolah-Menengah-Atas.pdf?origin=journalDetail&\\_tp=eyJwYWdlIjoiam91cm5hbERldGFpbCJ9](https://www.researchgate.net/profile/Suwatno-Suwatno/publication/361426274_Kajian_A_nalisis_Keterampilan_Berpikir_Kritis_Siswa_Sekolah_Menengah_Atas/links/6414e7a566f8522c38b19515/Kajian-Analisis-Keterampilan-Berpikir-Kritis-Siswa-Sekolah-Menengah-Atas.pdf?origin=journalDetail&_tp=eyJwYWdlIjoiam91cm5hbERldGFpbCJ9).
- Widiyana, D. (2013). *Pedoman Model ARIAS (Assurance, Relevance, Interest, Assesment, and Statisticfaction) Terhadap Peningkatan Hasil Belajar KKPI pada Siswa Kelas X SMK Negeri 1 Pedan*. *Tesis: Universitas Negeri Yogyakarta*. <https://eprints.uny.ac.id/35323/>.
- Wulansari, N., Raditya, A., & Sukmawati, R. (2022). Penerapan Penggunaan Media Aplikasi *Geogebra* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. In *Seminar & Conference Proceedings of UMT* (pp. 77-84). doi: 10.31000/cpu.v0i0.6857.