



Submitted: 2024-07-31
Published: 2024-11-15

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

Rucita Iga Diningrum^{a)}, Wisma Eliyarti^{b)}, Agus Dede Anggiana^{c)}

a,b,c) Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Pasundan, Indonesia

Corresponding Author: rucita.205050016@mail.unpas.ac.id ^a
wismaeliyartipmat@unpas.ac.id, agusededeanggiana@unpas.ac.id

| Article Info | Abstract |
|---|--|
| <p>Keywords: <i>Mathematical critical thinking skills;</i> <i>differentiated problem-based learning model;</i> <i>GeoGebra.</i></p> | <p><i>In the field of education, mathematics plays a key role in helping students develop their capacity for critical, systematic, logical, and rational thought. It is now required of educators to focus on helping pupils develop their critical thinking abilities in the classroom. The final semester summative scores of the students in Class X of SMAN 18 Bandung were still below the KKM criterion, according to interviews with subject professors. The purpose of this study is to find out if students who use GeoGebra to assist in a differentiated problem-based learning model have improved their critical thinking abilities in mathematics more than students who use a traditional learning model. The research participants were SMAN 18 Bandung class X students. Two classes made up the research sample: class X-4 was the experimental group and class X-2 was the control group. The research technique for this study combined a non-equivalent control group design with a quasi-experimental design. Descriptive questions from a mathematical critical thinking ability exam used as the research tool. The study's conclusions show that students' critical thinking abilities increased more when they utilized the differentiated Problem-Based Learning model with GeoGebra's assistance than when they utilized the traditional learning model.</i></p> |

Kata Kunci:

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

Dalam bidang pendidikan, matematika memegang peranan penting dalam membantu siswa mengembangkan kapasitas berpikir kritis, sistematis, logis, dan rasional. Kini, para pendidik dituntut untuk fokus membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis di kelas. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran, nilai sumatif akhir semester siswa Kelas X SMAN 18 Bandung masih di bawah kriteria KKM. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah siswa yang menggunakan *GeoGebra* sebagai pendamping model *problem-based learning* terdiferensiasi mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis matematika lebih baik daripada siswa yang menggunakan model pembelajaran tradisional. Partisipan penelitian adalah siswa kelas X SMAN 18 Bandung. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas, yaitu kelas X-4 sebagai kelompok eksperimen dan kelas X-2 sebagai kelompok kontrol. Teknik penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggabungkan desain kelompok kontrol non-ekuivalen dengan desain kuasi eksperimen. Soal-soal deskriptif dari ujian kemampuan berpikir kritis matematis digunakan sebagai alat bantu penelitian. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa meningkat lebih banyak ketika mereka menggunakan model *problem-based learning* terdiferensiasi dengan bantuan *GeoGebra* daripada ketika mereka menggunakan model pembelajaran tradisional.

PENDAHULUAN

Salah satu unsur terpenting dalam peningkatan taraf kecerdasan berbangsa dan bernegara adalah pendidikan. Pendidikan juga dapat diartikan sebagai suatu proses penerapan teknik-teknik tertentu untuk membantu peserta didik dalam mempelajari informasi, pemahaman, dan keterampilan berperilaku baru (Dalyono, 2015). Potensi seseorang dapat direalisasikan secara maksimal melalui

pendidikan. Buktinya dapat dilihat pada Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Hal ini menunjukkan bahwa tujuan kebijakan pendidikan nasional adalah membantu anak-anak mencapai potensinya secara utuh sehingga dapat tumbuh menjadi anggota masyarakat yang taat, taat beribadah, kebajikan, kesehatan yang baik, IQ, kompetensi, orisinalitas, otonomi, dan akuntabilitas. Jika seseorang ingin belajar

dan tidak cepat menyerah, mereka harus konsisten. Fondasi yang kuat dalam matematika sangat penting. Ada penekanan kuat pada abstraksi dan deduksi dalam matematika (Suherman, 2003).

Pada tahun 2006, Menteri Pendidikan Nasional mengeluarkan Peraturan Nomor 22 tentang Pendidikan Matematika Sekolah Menengah Umum, yang menjabarkan tujuan pendidikan matematika di Indonesia. Tujuan-tujuan ini, yang merupakan bagian dari kerangka kerja yang lebih besar untuk pendidikan matematika, bertujuan untuk membantu siswa menjadi pemikir, pemecah masalah, dan komunikator yang lebih baik (Depdiknas, 2006). Menurut Sulistiani & Masrukan (2017), penelitian menunjukkan bahwa matematika sangat penting dalam membentuk dan meningkatkan kapasitas siswa untuk berpikir logis, sistematis, kritis, dan rasional. Oleh karena itu, berhitung dapat membantu anak-anak dalam memperoleh kecakapan belajar matematika yang dikemas melalui kurikulum. Kurikulum yang diperkenalkan pada saat ini adalah kurikulum Merdeka (Indarta et al., 2022). Salah satunya yang perlu dikembangkan lebih lanjut adalah kemampuan berpikir kritis.

Upaya untuk mencapai keputusan yang masuk akal tentang apa yang harus

dilakukan merupakan inti dari berpikir kritis, Ennis (1996). Ada persyaratan hukum baru bagi sekolah untuk fokus membantu murid-muridnya menjadi pemikir kritis yang lebih baik. Dalimunthe et al. (2020) menyatakan bahwa mengembangkan kemampuan berpikir kritis sangatlah penting karena merupakan aktivitas mental yang terjadi secara alami saat berpikir. Dipercaya bahwa dengan mendorong dan mendukung pemikiran kritis di kelas, anak-anak akan berkembang menjadi pemikir kritis. Oleh karena itu, fokus penelitian ini adalah pada kemampuan berpikir kritis matematis murid. Hasilnya, setiap siswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis matematika mampu mempertimbangkan suatu masalah dari berbagai sudut, menyelesaikannya secara metodis, dan sampai pada kesimpulan yang logis.

Penelitian ini menggunakan lima indikator kemampuan berpikir kritis matematis yang diambil dari (Ennis, 1993) yang mencerminkan keterampilan berpikir kritis yang diperlukan untuk analisis dan pengambilan keputusan, antara lain (1) kemampuan merumuskan inti permasalahan, yang berarti siswa harus mampu mengidentifikasi dan menyusun inti dari masalah yang dihadapi, (2) kemampuan mengungkapkan fakta yang

ada, yang melibatkan pengumpulan informasi relevan yang diperlukan untuk memahami situasi, (3) kemampuan memilih argumen yang tepat, di mana siswa harus dapat mengevaluasi dan memilih argumen yang kuat dan mendukung pendapat mereka, (4) kemampuan mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda, yang menuntut siswa untuk mengenali dan mempertimbangkan berbagai perspektif dalam analisis mereka, dan (5) kemampuan menarik kesimpulan dengan logis, di mana siswa harus mampu menyimpulkan informasi dengan cara yang logis dan beralasan.

Kelima indikator ini berfungsi sebagai dasar untuk menilai tingkat keterampilan berpikir kritis siswa dalam konteks pembelajaran. Dengan memenuhi indikator-indikator ini, siswa tidak hanya dapat meningkatkan kemampuan analitis mereka tetapi juga dapat menerapkan pemikiran kritis dalam situasi kehidupan nyata. Ennis menekankan bahwa berpikir kritis adalah proses reflektif yang memerlukan penilaian terhadap apa yang dipercayai atau dilakukan, sehingga keterampilan ini sangat penting untuk mengambil keputusan yang tepat dan efektif dalam berbagai aspek kehidupan.

Dengan skor keseluruhan 397, Indonesia berada di posisi ke-44 dari 49 negara yang berpartisipasi dalam *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) 2015. Skor ini berada di

bawah rata-rata dunia sebesar 500 poin, sebagaimana dilaporkan oleh Martin et al. (2016). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kompetensi matematika siswa Indonesia masih belum memadai. Kerangka asesmen ranah kognitif yang digunakan TIMSS dibagi menjadi tiga bagian: mengetahui, yang meliputi mengingat, mengidentifikasi, mengukur, mengkuantifikasi, mengklasifikasi, dan mengurutkan; menerapkan, yang meliputi memilih, memodelkan, menerapkan, dan menyelesaikan masalah rutin; dan menalar, yang meliputi mengevaluasi, menggeneralisasi, mengintegrasikan atau menyatukan, mempertahankan, dan menyelesaikan masalah nonrutin. Tabel 1 di bawah ini menampilkan temuan dari survei TIMSS 2015 (Kurniason et al., 2018) tentang proporsi tipikal jawaban benar yang diberikan oleh siswa Indonesia terhadap pertanyaan dalam ranah kognitif:

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

| Country | Overall Mathematics | Mathematics Cognitive Domains | | |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|
| | | Knowing | Applying | Reasoning |
| Indonesia | 26 | 32 | 24 | 20 |
| <i>International Average</i> | 50 | 56 | 48 | 44 |

Tabel 1. menunjukkan bahwa siswa Indonesia memiliki prestasi lebih buruk daripada rata-rata global di semua ranah TIMSS. Dalam ranah kognitif, penalaran logis memiliki skor terendah (20% jawaban benar). Hal ini sesuai dengan TIMSS *Assessment Framework* (Mullis & Martin, 2015) yang menjelaskan bahwa soal-soal TIMSS pada domain kognitif penalaran melibatkan kemampuan untuk mengamati, menghasilkan kesimpulan dan prakiraan dari data konkret, serta mengevaluasi kemandirian berbagai pendekatan terhadap tugas sederhana dan kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa soal penalaran TIMSS merupakan cara yang valid untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa.

Siswa kelas X di SMAN Bandung umumnya masih memiliki kemampuan berpikir kritis yang kurang memadai, terbukti dari nilai rata-rata mereka yang hanya 46,60, menurut penelitian Wayudi et al. (2020). Hal ini menunjukkan bahwa siswa kelas X SMAN Bandung belum sepenuhnya mengintegrasikan tugas-tugas seperti analisis, sintesis, penalaran, penciptaan, dan penerapan informasi yang baru diperoleh pada situasi dunia nyata ke dalam proses belajar mereka. Hasil wawancara dengan guru matematika kelas X di SMAN 18 Bandung menunjukkan bahwa siswa

tidak mencapai persentil ke-75 pada hasil akhir penelitian semester (PAS) yang merupakan Kriteria Kelulusan Minimal (KKM) yang relevan. Rata-rata nilai siswa adalah 64,5. Berdasarkan percakapan dengan pendidik matematika, ditemukan bahwa anak-anak kurang memiliki kemampuan berpikir kritis yang diperlukan untuk memecahkan masalah matematika, yang berkontribusi pada hasil belajar yang buruk. Akibatnya, nilai yang diperoleh masih di bawah persyaratan ketuntasan yang ditetapkan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. di bawah ini:

Tabel 2. Nilai PSAS Tahun Ajaran 2023/2024 Mata Pelajaran Matematika Kelas X di SMAN 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 penjelasan di atas, pemilihan dan penerapan model

pembelajaran yang tepat merupakan salah satu pendekatan untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis mereka dalam kaitannya dengan kesulitan matematika. Jika kita ingin membuat pembelajaran lebih baik dalam hal aspek kognitif, kita dapat menerapkan paradigma Pembelajaran Berbasis Masalah. Menurut Lestari et al. (2016), pembelajaran berbasis masalah merupakan strategi pengajaran yang melibatkan siswa, berpikir kritis, mengeksplorasi subjek yang sedang dipelajari, dan menarik hubungan dengan dunia nyata. yang semuanya membantu mengembangkan kemandirian belajar siswa. Namun, mengingat beragamnya keterampilan berpikir kritis siswa, diperlukan pula strategi pengajaran yang tepat termasuk pembelajaran yang disesuaikan untuk memenuhi keberagaman tersebut.

Penelitian Wahyuni (2022) menunjukkan bahwa taktik pembelajaran individual dan model pembelajaran berbasis masalah dapat diintegrasikan. Siswa diberi lebih banyak kesempatan untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui penerapan pembelajaran terdiferensiasi dalam model pembelajaran berbasis masalah. Anggiana (2019) menegaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah mendorong siswa untuk terus mengeksplorasi solusi dan menilai kemajuan mereka, daripada berhenti setelah mereka menemukannya. Dengan

menggunakan paradigma pembelajaran berbasis masalah, guru dapat menginspirasi siswa mereka untuk berpikir kritis saat mereka memecahkan masalah matematika. Penilaian kemampuan analisis dan pemecahan masalah dalam matematika dikaitkan dengan metodologi pembelajaran berbasis masalah.

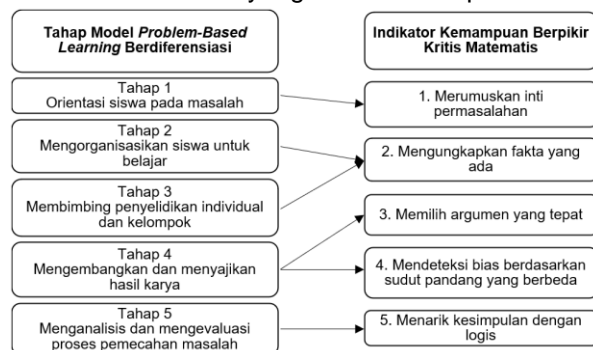
Studi (Fanani et al., 2024) menunjukkan bahwa penerapan model *Problem-Based Learning* (PBL) berdiferensiasi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam kelas matematika. Siklus I dan II menunjukkan persentase keterlaksanaan pembelajaran model PBL dengan nilai 93%, yang memenuhi kriteria. Kemampuan berpikir kritis siswa pada pra siklus adalah nol dan berada dalam kategori di bawah sedang. Pada siklus I sebesar 54,49% berada dalam kategori sedang dan 62,89% berada dalam kategori sedang pada siklus II. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa dapat ditingkatkan dengan menerapkan model PBL berdiferensiasi.

Kemampuan siswa untuk berpikir kritis tentang matematika dinilai di banyak titik dalam paradigma Pembelajaran Berbasis Masalah. Berikut ini adalah analisis yang lebih mendalam tentang hubungan antara sintaksis model dan indikator kemampuan yang diukur. Salah satu indikator keterampilan berpikir kritis

matematika terpenuhi pada tahap pertama, yang melibatkan pengenalan siswa terhadap masalah dan perumusan intinya. Ini termasuk mendengarkan tujuan pembelajaran siswa dan menginspirasi mereka untuk mendekati masalah secara kritis. Pembelajaran siswa diatur pada langkah kedua. Tahap ini memenuhi salah satu kriteria untuk kemampuan berpikir kritis matematika, yaitu mengungkap kebenaran yang ada. Contohnya termasuk memecahkan masalah dalam pertanyaan dan menarik kesimpulan yang benar dari jawaban masalah. Tahap ketiga mengarahkan penelitian individu dan kelompok dan memenuhi salah satu kriteria untuk kemampuan berpikir kritis matematika dengan menyajikan informasi yang sama yang sebelumnya disajikan pada tahap kedua.

Membimbing penyelidikan individu dan kelompok pada tahap ketiga merupakan tahap penting bagi siswa dalam berpikir kritis matematis yang kemudian akan dikembangkan pada tahap selanjutnya. Langkah keempat melibatkan pembuatan dan penyajian hasil pekerjaan, yang memenuhi salah satu kriteria untuk kemampuan berpikir kritis matematika. Memilih argumen terbaik dan mengidentifikasi bias yang diakibatkan oleh

perbedaan sudut pandang siswa saat melakukan eksperimen berdasarkan informasi yang di sini dikumpulkan dua penanda kemampuan berpikir kritis matematika yang dicapai pada tahap ini. Pekerjaan yang sesuai, termasuk laporan, film, dan materi pencapaian lainnya, disusun dan disiapkan dengan bantuan guru. Tahap kelima adalah menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Tahap ini memenuhi prasyarat untuk berpikir kritis dalam matematika, yaitu kemampuan untuk membentuk kesimpulan logis. Instruktur membantu siswa merenungkan, menilai, dan mengevaluasi metode dan prosedur penelitian yang mereka gunakan untuk mengidentifikasi solusi atas masalah yang mereka hadapi.



Sumber: Cahyo & Murtiyasa (2023)

Gambar 1. Hubungan antara Model *Problem-Based Learning* Berdiferensiasi

dengan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

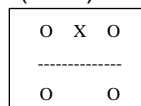
Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) memungkinkan penyampaian dan penyajian konten, yang membantu siswa dalam memahami ide-ide matematika yang abstrak dan sulit (Khotimah, 2018). Di antara TIK yang mampu mendidik siswa aktif dalam meningkatkan kemampuan dan mengonstruksi masalah kontekstual dalam matematika adalah *GeoGebra*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahman & Johar (2021), kemampuan berpikir kritis matematis siswa di kelas yang menggunakan model *Problem-Based Learning* berbantuan *GeoGebra* mengalami peningkatan rata-rata N-Gain sebesar 50,05%, peningkatan minimal sebesar 36,53%, dan peningkatan maksimal sebesar 63,57%.

Kurniati et al. (2022) menemukan bahwa siswa mampu mengelaborasi dan menjelaskan secara lisan jawaban terkait visualisasi grafik pertidaksamaan, agar *GeoGebra* berhasil meningkatkan pertumbuhan kemampuan berpikir kritis matematika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah, dibandingkan dengan siswa yang memperoleh model pembelajaran yang lebih tradisional, mereka yang memperoleh model pembelajaran berbasis masalah terdiferensiasi menggunakan *GeoGebra* menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan dalam kemampuan berpikir kritis matematika.

52

METODE

Teknik kuantitatif dan metodologi kuasi-eksperimental digunakan dalam penelitian ini. Hanya ada satu kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol dalam penelitian ini karena kelompok kontrol tidak diharapkan setara. Kelompok kontrol menggunakan paradigma pembelajaran tradisional, sedangkan kelompok eksperimen menggunakan strategi pembelajaran berbasis masalah terdiferensiasi dengan bantuan *GeoGebra*. Semua siswa mengikuti tes awal untuk mengetahui tingkat kemampuan penalaran matematika mereka saat ini sebelum memulai program. Setelah itu, setiap kelas diberi instruksi yang diperlukan, dan kemampuan siswa untuk berpikir kritis tentang matematika dievaluasi menggunakan tes akhir. Berikut ini adalah desain penelitian untuk kelompok kontrol yang tidak setara, sebagaimana dinyatakan oleh Ruseffendi (2010):



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)

Penelitian ini dilakukan di SMAN 18 Bandung. Partisipan penelitian adalah siswa kelas X tahun ajaran 2023–2024 pada semester genap. Sebanyak 70 siswa diikutsertakan dalam penelitian ini. Dari jumlah tersebut, 35 siswa dari kelas X-4 masuk ke dalam kelompok eksperimen, sedangkan 35 siswa dari kelas X-2 masuk ke dalam kelompok kontrol. Kelompok eksperimen mendapatkan terapi model *differentiated problem-based learning* dengan menggunakan *GeoGebra*. Pemilihan kelompok eksperimen dan kontrol dilakukan dengan strategi *purposive sampling*, yaitu penentuan sampel setelah mempertimbangkan faktor-faktor tertentu (Sugiyono, 2019). Pertimbangan tersebut bersumber dari evaluasi terhadap instruktur matematika di SMAN 18 Bandung yang menggunakan kinerja siswa pada tes standar dan sampel mata kuliah dengan siswa yang memiliki tingkat kemajuan yang sama. Semua informasi untuk penelitian ini berasal dari satu tes: ujian kemampuan berpikir kritis matematis dengan format pertanyaan deskriptif untuk tes awal dan tes akhir.

Dengan menggunakan gain normal (N-Gain), pertumbuhan keterampilan berpikir kritis matematika siswa di kelas eksperimen dan kontrol ditentukan. Setelah

hasil *pretest* dan *posttest* untuk kedua kelas diketahui, nilai N-Gain dihitung. Rumus berikut, yang berasal dari Meltzer & Hake (Widiyana, 2013), digunakan untuk menghitung nilai N-Gain:

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

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

Tabel 3. Kriteria N-Gain untuk Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pengolahan data kelas eksperimen dan kelas kontrol ditampilkan pada Tabel 4. berikut ini:

Tabel 3. Statistik Deskriptif Data N-Gain

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

Kelas eksperimen yang diberi pendekatan *differentiated problem-based*

learning dengan bantuan *GeoGebra* memiliki rata-rata 0,665, seperti yang ditunjukkan Tabel 4. Ini konsisten dengan Tabel 3. Kemampuan berpikir kritis matematika siswa kelas eksperimen berada dalam persyaratan sedang, seperti yang ditunjukkan oleh kriteria N-Gain sebesar $0,3 < 0,665 \leq 0,7$. Rata-rata kelompok kontrol adalah 0,500 karena mereka diberi model pembelajaran standar. Keterampilan berpikir kritis matematika siswa di kelas kontrol berada dalam standar sedang, seperti yang ditunjukkan oleh kriteria N-Gain Tabel 3. sebesar $0,3 < 0,500 \leq 0,7$. Ada perbedaan 0,165 dalam rata-rata N-Gain antara kelas eksperimen dan kontrol. Karena nilai rata-rata kedua kelas lebih besar daripada simpangan baku kelas eksperimen dan kontrol, distribusi data tidak terlalu asimetris atau seragam. Uji statistik inferensial dilakukan untuk memastikan validitas variasi dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis matematika antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini melibatkan terlebih dahulu melakukan uji normalitas dan homogenitas untuk kedua varians sebagai langkah yang diperlukan sebelum melakukan uji perbedaan antara kedua *mean*.

Tabel 4. Normalitas sebaran Data N-Gain

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

Tabel 5. menampilkan hasil uji normalitas data N-Gain, yang menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki nilai signifikansi sebesar 0,174 dan kelas kontrol memiliki nilai sebesar 0,067. Data tentang peningkatan keterampilan berpikir kritis matematis berdistribusi normal, maka H_0 diterima. Hal ini karena kelas eksperimen dan kontrol memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Penelitian ini juga mencakup uji homogenitas dua varians dengan menggunakan uji Levene, yang dilakukan menggunakan *IBM SPSS Statistics 23* versi Windows.

Tabel 5. Homogenitas Dua Varians N-Gain

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

Nilai signifikansi sebesar 0,976 yang menunjukkan bahwa nilai tersebut lebih dari 0,05 diperoleh dari hasil uji homogenitas data N-Gain berdasarkan Tabel 6. Data N-Gain kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan varians yang homogen jika nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05.

Karena varians data yang homogen, analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *IBM SPSS Statistics 23 for Windows*, dan data gain diuji menggunakan uji-t (uji perbedaan antara dua *mean*).

Tabel 6. 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 |

Kedua analisis rata-rata N-Gain menggunakan uji-t sampel independen menghasilkan temuan dengan tingkat signifikansi (sig.2-tailed) sebesar 0,000, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7. Hasilnya, tingkat signifikansi satu-tailed sebesar 0,000 (setengah dari 0,000) direkomendasikan. Akibatnya, kita dapat menerima H_a karena 0,000 lebih kecil dari 0,05. Kemampuan berpikir kritis matematis siswa secara signifikan lebih tinggi dalam model *differentiated problem-based learning* dengan bantuan *GeoGebra* dibandingkan

dengan model pembelajaran normal, menurut hasil tersebut.

Pembahasan



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

Model pembelajaran berbasis masalah berdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* merupakan hal yang baru bagi siswa SMAN 18 Bandung, khususnya untuk kelas X-4. Penerapan model pembelajaran berbasis masalah berdiferensiasi yang terintegrasi dengan *GeoGebra* melibatkan

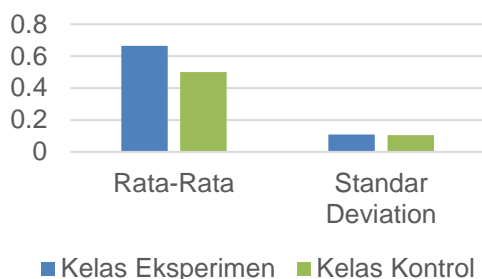
serangkaian langkah yang sistematis. Pertama, siswa dengan seksama mendengarkan saat guru menjelaskan manfaat dari materi yang akan dipelajari. Selanjutnya, mereka juga menyimak penjelasan tentang tujuan pembelajaran dan media yang digunakan, yaitu *GeoGebra*. Selain itu, siswa mencermati permasalahan yang ditampilkan dalam *GeoGebra* dan berusaha untuk memberikan solusi.

Siswa kemudian dibagi ke dalam kelompok sesuai dengan arahan guru, yang didasarkan pada hasil diagnostik. Dalam kelompok, siswa berdiskusi untuk menemukan solusi atas masalah yang terdapat dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dengan pendekatan bervariasi berdasarkan konten, proses, atau produk. Setelah diskusi, setiap kelompok menyampaikan hasil temuan mereka. Siswa juga menjawab pertanyaan-pertanyaan reflektif mengenai pelajaran yang telah berlangsung. Di akhir pembelajaran, mereka bekerja sama dengan guru untuk merumuskan kesimpulan tentang topik yang telah dipelajari, sebelum akhirnya menyelesaikan soal evaluasi menggunakan *GeoGebra* terkait materi.

Pembelajaran matematika dengan bantuan aplikasi *GeoGebra* membuat siswa antusias dan pantang menyerah dalam menyelesaikan masalah. Dengan demikian, aktivitas siswa mengalami peningkatan pada setiap pertemuan. Penggunaan LKPD selama fase pembelajaran terdiferensiasi

dari pembelajaran berbasis masalah dapat memengaruhi kapasitas siswa untuk belajar mandiri dan berpikir kritis matematika. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa LKPD dapat memotivasi siswa untuk terlibat dalam diskusi dengan memberikan pemikiran atau komentar mereka tentang materi yang diberikan oleh anggota kelompok mereka. Hal ini dapat meningkatkan harga diri siswa, mendorong mereka untuk lebih berpartisipasi dalam mendiskusikan apa yang mereka pelajari, dan membantu mereka memecahkan masalah matematika dengan menggunakan pemikiran kritis. Saya setuju dengan Atika & Mz (2016) bahwa penggunaan LKPD ini memungkinkan siswa untuk terlibat dengan materi dan memperoleh pengalaman sambil menyelesaikan pertanyaan, yang secara signifikan membantu kemampuan mereka untuk belajar sendiri. Dengan adanya LKPD, pelaksanaan pembelajaran menjadi lebih mudah bagi peserta didik dan guru.

Kemampuan siswa untuk berpikir kritis tentang matematika berkembang lebih baik pada mereka yang menggunakan paradigma pembelajaran berbasis masalah terdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* dibandingkan dengan mereka yang menganut kebijaksanaan konvensional, menurut temuan analisis uji N-Gain. Grafik berikut menampilkan grafik dengan perincian lebih lanjut:



Gambar 4. Data Hasil Deskriptif N-Gain

Menurut Gambar 4., Mengenai pengembangan kemampuan berpikir kritis matematika siswa, hasil dari kedua kursus berbeda. Jika dibandingkan dengan kelompok eksperimen, rata-rata kelompok kontrol lebih rendah. Uji-t N-Gain Tabel 7. juga memberikan kepercayaan pada pertumbuhan ini. Tingkat signifikansi di bawah 0,05 menunjukkan bahwa ada peningkatan yang signifikan secara statistik pada kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol. Seiring dengan tabel hasil N-Gain yang deskriptif, hasil *posttest* siswa menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematika di kelas yang menerima pembelajaran standar dan pendekatan pembelajaran berbasis masalah terdiferensiasi berbantuan *GeoGebra*. Berikut adalah beberapa hasil dari *posttest* yang diambil oleh siswa dalam

kelompok kontrol dan eksperimen. Soal-soal menggunakan fungsi kuadrat dan mengidentifikasi fungsi dalam bentuk tabel menggunakan informasi yang diketahui dib

$$\begin{aligned}
 1. g(x) &= x^2 - 4x + 3 \\
 \cdot g(-1) &= (-1)^2 - 4(-1) + 3 = 1 + 4 + 3 = 8 \\
 \cdot g(0) &= 0^2 - 4(0) + 3 = 0 + 0 + 3 = 3 \\
 \cdot g(1) &= 1^2 - 4(1) + 3 = 1 - 4 + 3 = 0 \\
 \cdot g(2) &= 2^2 - 4(2) + 3 = 4 - 8 + 3 = -1 \\
 \cdot g(3) &= 3^2 - 4(3) + 3 = 9 - 12 + 3 = 0 \\
 \cdot g(4) &= 4^2 - 4(4) + 3 = 16 - 16 + 3 = 3 \\
 \cdot g(5) &= 5^2 - 4(5) + 3 = 25 - 20 + 3 = 8
 \end{aligned}$$

jadi nilai y untuk $\{x = -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ pada Fungsi $\{g(x) = x^2 - 4x + 3\}$ berturut-turut adalah $\{8, 3, 0, -1, 0, 3, 8\}$

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

$$\begin{aligned}
 1. g(x) &= x^2 - 4x + 3 \\
 g(-1) &= (-1)^2 - 4(-1) + 3 = 1 + 4 + 3 = 8 \\
 g(0) &= 0^2 - 4(0) + 3 = 0 + 0 + 3 = 3 \\
 g(1) &= 1^2 - 4(1) + 3 = 1 - 4 + 3 = 0 \\
 g(2) &= 2^2 - 4(2) + 3 = 4 - 8 + 3 = -1 \\
 g(3) &= 3^2 - 4(3) + 3 = 9 - 12 + 3 = 0 \\
 g(4) &= 4^2 - 4(4) + 3 = 16 - 16 + 3 = 3 \\
 g(5) &= 5^2 - 4(5) + 3 = 25 - 20 + 3 = 8
 \end{aligned}$$

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 erikan kepada siswa.

Dari Gambar 5. bahwa siswa KB 1 di kelas eksperimen dapat mengenali masalah dengan benar, menemukan solusi yang benar, dan menarik kesimpulan dari tugas tersebut. Namun, gambar tersebut tidak menyajikan fungsi kuadrat dalam bentuk tabel, tidak menuliskan informasi yang diketahui. Sebagian besar jawaban nomor 1 yang diberikan oleh siswa di kelas eksperimen KB 1 mirip dengan jawaban pada Gambar 5.. Pada Gambar 6. jawaban nomor 1, siswa di kelas eksperimen KB 2 mampu mengidentifikasi masalah dengan benar dan menemukan solusi secara sistematis. Jawaban siswa di kelas eksperimen KB 2 sebagian besar seperti pada Gambar 6., adapun kekurangannya belum menyertakan kesimpulan dari 58

permasalahan yang diberikan. Untuk Gambar 7. siswa kelas eksperimen KB 3 sudah mampu mengidentifikasi fungsi kuadrat dalam bentuk tabel dengan informasi yang telah diketahui. Para siswa telah memahami bahwa mereka harus terlebih dahulu menemukan nilai y dengan mensubstitusikan nilai x ke dalam fungsi kuadrat yang diketahui dan membuat tabel untuk menunjukkan nilai-nilai yang dihasilkan dari fungsi kuadrat tersebut. Para siswa mengerjakan secara sistematis dan menuliskan unsur-unsur yang diketahui dan yang ditanyakan dalam soal.

1) $x = -1$
 $y = x^2 - 4x + 3$
 $= (-1)^2 - 4(-1) + 3$
 $= 1 + 4 + 3$
 $= 8$

$x = 0$
 $y = 0^2 - 4(0) + 3$
 $= 0 - 0 + 3$
 $= 3$

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

$x = 2$
 $y = 2^2 - 4(2) + 3$
 $= 4 - 8 + 3$
 $= -1$

$x = 3$
 $y = 3^2 - 4(3) + 3$
 $= 9 - 12 + 3$
 $= 0$

$x = 4$
 $y = 4^2 - 4(4) + 3$
 $= 16 - 16 + 3$
 $= 3$

$x = 5$
 $y = 5^2 - 4(5) + 3$
 $= 25 - 20 + 3$
 $= 8$

Gambar 8. Jawaban Nomor 1 *Posttest* Kelas Kontrol

Dari Gambar 8. terlihat bahwa pada jawaban nomor 1, siswa di kelas kontrol mampu mengidentifikasi fungsi kuadrat dengan informasi yang diketahui tanpa membuat tabel yang dimaksud, dan siswa sudah mengetahui cara mencari solusi dari soal yang diberikan tanpa menarik

kesimpulan di akhir penyelesaian. Pada nomor 2, siswa diminta untuk menentukan persamaan fungsi kuadrat tersebut dengan mengambil persamaan kurva dari materi yang telah diterima siswa selama proses pembelajaran.

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

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

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

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

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

$$m = 4$$

$$x = -2$$

$$y = -10$$

$$y = mx + b$$

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

$$-10 = -8 + b$$

$$-10 = -8 + 10$$

$$-b = -8 + 10$$

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

Gambar 9. Jawaban Nomor 2 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 1

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

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

$$b = 2a \quad f(2) = 6$$

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

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

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

$$c = 10$$

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

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

$$8a = 6 - 10$$

$$8a = -4$$

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

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

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

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

Gambar 10. Jawaban Nomor 2 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 2

2. Dik : Titik balok 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

Siswa di kelas eksperimen KB 1 dan KB 2 tidak dapat menemukan persamaan fungsi kuadrat meskipun mereka mengetahui tempat-tempat yang dilalui fungsi kuadrat dan titik potong kurva, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. dan 10. Seperti yang terlihat 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. siswa di kelas eksperimen KB 3 telah mencatat dengan jelas apa yang telah mereka ketahui dan pertanyaan yang diajukan. Jika siswa mengetahui lokasi perpotongan kurva dan titik-titik yang dilalui kurva, mereka dapat menggunakan informasi tersebut untuk menemukan persamaan fungsi kuadrat dalam jawaban

mereka, serta dapat menyelesaikan soal dan menemukan persamaan baru fungsi kuadrat secara sistematis.

$$\begin{aligned}
 2) f(x) &= a(x-x^2) + y_p & 6 - (-10) &= 16a \\
 (x_p, y_p) &= (-2, -10) & 16 &= 16a \\
 6 &= a(2 - (-2))^2 + (-10) & a &= 1 \\
 6 &= a(16 + (-10)) & y &= (x+2)^2 + 1
 \end{aligned}$$

Gambar 12. Jawaban Nomor 2 *Posttest* Kelas Kontrol

Ketika titik belok dan tempat yang dilalui kurva diketahui, siswa di kelas kontrol juga tidak dapat menjawab pertanyaan tentang cara mendapatkan persamaan fungsi kuadrat, dan hanya dapat mensubstitusikan titik-titik yang diketahui ke dalam rumus, sehingga terjadi beberapa kesalahan matematika ketika menyelesaikan soal nomor 2. Jawaban siswa juga tidak mampu menggambar kurva dari hasil persamaan yang ditemukan untuk fungsi kuadrat. Oleh karena itu, jawaban soal nomor 2 ini siswa kelas kontrol belum mampu mengerjakan secara tuntas. Siswa diharuskan menyelesaikan persamaan kuadrat pada soal nomor tiga menggunakan berbagai metode, termasuk memfaktorkan, melengkapi kuadrat, dan rumus kuadrat.

$$\begin{aligned}
 2. x &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} & x &= \frac{-(-3) \pm \sqrt{(-3)^2 - 4 \cdot 2 \cdot (-2)}}{2 \cdot 2} \\
 a &= 2, b = -3, c = -2 & &= \frac{3 \pm \sqrt{9 + 16}}{4} \\
 & & &= \frac{3 \pm \sqrt{25}}{4} = \frac{3 \pm 5}{4} \\
 x_1 &= \frac{3+5}{4} = \frac{8}{4} = 2 & \text{Jadi, solusi dari Persamaan} & \\
 x_2 &= \frac{3-5}{4} = \frac{-2}{4} = -\frac{1}{2} & \text{kuadrat } 2x^2 - 3x - 2 = 0 & \text{ adalah} \\
 & & & x = 2 \text{ dan } x = -\frac{1}{2}
 \end{aligned}$$

Gambar 13. Jawaban Nomor 3 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 1

$$\begin{aligned}
 3. ax^2 + bx + c &= 0 \\
 2x^2 - 3x - 2 &= 0 \\
 2x^2 + 4x - 2x - 2 &= 0 \\
 x &= (2x+1) - 2(x-2) = 0 \\
 (2x+1)(x-2) &= 0 \\
 2x+1 &= 0 & x-2 &= 0 \\
 x &= -\frac{1}{2} & x &= 2
 \end{aligned}$$

Gambar 14. Jawaban Nomor 3 *Posttest* Kelas Eksperimen KB 2

$$\begin{aligned}
 3. \text{Dir: } 2x^2 - 3x - 2 &= 0 \\
 \text{Dit: Menanti nilai } x & \\
 \text{Jawab:} & \\
 \rightarrow \text{Rumus kuadrat} & \\
 x &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 x &= \frac{-(-3) \pm \sqrt{(-3)^2 - 4(2)(-2)}}{2(2)} \\
 x &= \frac{3 \pm \sqrt{9 + 16}}{4} \\
 x &= \frac{3 \pm \sqrt{25}}{4} \\
 x &= \frac{3 \pm 5}{4} \\
 x_1 &= \frac{3+5}{4} = \frac{8}{4} = 2, \quad x_2 = \frac{3-5}{4} = \frac{-2}{4} = -\frac{1}{2} \\
 \text{Jadi, nilai } x & \text{ adalah } x = 2 \text{ dan } x = -\frac{1}{2}.
 \end{aligned}$$

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

Dari Gambar 13. terlihat bahwa siswa di kelas eksperimen KB 1 mampu menyelesaikan persamaan kuadrat dengan mensubstitusikan nilai *a, b, dan c* yang telah diketahui ke dalam rumus kuadrat. Dengan solusi yang diperoleh, siswa juga memberikan kesimpulan yang benar, yaitu nilai *x*₁ dan *x*₂. Namun kekurangannya adalah siswa di kelas eksperimen KB 1 tidak menuliskan hal-hal yang diketahui dalam soal pada jawaban mereka. Pada Gambar 14. jawaban siswa kelas eksperimen KB 2 menyelesaikan permasalahan menggunakan faktorisasi aljabar dan mampu menemukan solusi dengan tepat,

tetapi tidak menyimpulkan jawaban dengan apa pun. Pada Gambar 15., siswa di kelas eksperimen KB 3 menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam jawaban mereka terhadap soal yang diselesaikan dengan rumus kuadrat, dan kesimpulan dari soal tersebut.

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

Z

$x-2=0$ $2x+1=0$
 $x=2$ $2x=-1$
 $x = -\frac{1}{2}$

Gambar 16. Jawaban Nomor 3 Posttest Kelas Kontrol

Sedangkan berdasarkan Gambar 16. bahwa siswa dari kelas kontrol mampu menyelesaikan persamaan kuadrat dengan faktorisasi. Dengan melakukan pemfaktoran, siswa dapat menyelesaikan soal kuadrat dengan memasukkan pengetahuannya ke dalam rumus kuadrat. Namun, berdasarkan Gambar 16., siswa tidak diperbolehkan menuliskan penyelesaian soal, apa yang diminta, atau apa yang diketahui. Secara umum, siswa di kelas kontrol pada soal nomor tiga, serta siswa di kelas eksperimen KB 1, KB 2, dan KB 3, telah memahami konsep penyelesaian persamaan fungsi kuadrat untuk menentukan nilai x. Mengenai soal nomor empat, siswa diminta untuk

menentukan fungsi kuadrat $ax^2 + bx + c$ dalam bentuk $p(x + h)^2 + k$.

4. $y = x^2 + 10x$ $(h, k) = (x_p, y_p)$
 $x^2 + 10x = x^2 + 10x + 5^2 - 5^2$ $y = (x+5)^2 - 25$
 $x^2 + 10x = (x+5)^2 - 25$ $-5 = x_p$
 Jadi, $y = (x+5)^2 - 25$ $-25 = y_p$
 * koordinat titik balik Jadi, koordinat titik baliknya adalah $(-5, -25)$
 $y = p(x+h)^2 + k$
 $h = x_p$
 $k = y_p$

• Persamaan Sumbu Simetri
 $x + 5 = 0$
 $x = -5$
 Jadi, Persamaan sumbu simetri adalah $x = -5$
 * Nilai minimum $y = -25$
 Jadi, nilai minimumnya adalah $y = -25$

Gambar 17. Jawaban Nomor 4 Posttest Kelas Eksperimen KB 1

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

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. Jawaban dari Gambar 17., Gambar 18., dan Gambar 19. belum menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dari soal.

$$\begin{aligned}
 &4) y = x^2 + 10x \\
 &x^2 + 10x = x^2 + 10x \\
 &x^2 + 10x = x^2 + 5x^2 - 5^2 \\
 &x^2 + 10x = (x+5)^2 - 25 \\
 &y = (x+5)^2 - 25 \\
 &\text{titik koordinat} \\
 &P(x+h)^2 + k \\
 &h = 5 \\
 &k = -25 \\
 &(h,k) = (x_p, y_p) \\
 &y = (-5, 25) \\
 &\text{sumbu simetri} \\
 &x + 5 = 0 \\
 &\text{Nilai minimum} = 25
 \end{aligned}$$

Gambar 20. Jawaban Nomor 4 *Posttest* Kelas Kontrol

Gambar 20. menunjukkan bahwa konsep dan tujuan pertanyaan keempat telah dipahami oleh siswa kelas kontrol. Oleh karena itu, jelaslah bahwa siswa kelas kontrol tidak mencatat informasi yang mereka pelajari dan pertanyaan yang mereka ajukan. Meskipun pertanyaan telah

dipecahkan oleh siswa, masih ada kesalahan perhitungan dalam operasi aljabar yang mengakibatkan angka-angka yang tidak valid dan tidak sesuai dengan jawaban yang sebenarnya ditemukan. Siswa diminta untuk memecahkan model matematika dari suatu masalah pada pertanyaan nomor lima. yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dengan menghitung panjang dan lebar tanah seseorang.

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

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

$$\begin{aligned}
 &5. l = 20 \quad p = 10 \text{ m} \quad l = p \times l \\
 &P = 10 \quad l = 20 \quad 200 = \frac{200}{10} \\
 &l = 20
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &5. Dik : P lebih panjang 10 m dari L \\
 &L = 200 \text{ m} \\
 &\text{Dit : Hitung P dan L ?} \\
 &\text{Jawab :} \\
 &\text{misal } L = x \\
 &P = x + 10 \\
 &\text{Luas} = P \times L \\
 &200 = (x+10) \times x \\
 &x^2 + 10x = 200 \\
 &x^2 + 10x - 200 = 0 \\
 &(x-10)(x+20) = 0 \\
 &x = 10 \vee x = -20 \\
 &\text{(Benar)} \quad \text{(TD)} \\
 &\rightarrow \text{Lebar} = 10 \text{ m} \\
 &\rightarrow \text{panjang} = x + 10 = 10 + 10 = 20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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 di kelas eksperimen KB 2 belum mampu merepresentasikan masalah kehidupan sehari-hari pada soal nomor lima, maka jawaban siswa masih salah. Siswa di kelas eksperimen KB 3 mampu menyelesaikan model matematika yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dalam kehidupan sehari-hari, seperti yang ditunjukkan oleh jawaban mereka, yang ditampilkan pada Gambar 23. Siswa dalam perhitungan aljabar runtut dan mudah dipahami, solusi dari permasalahan dapat terselesaikan dan memberikan kesimpulan.

$$\begin{array}{l}
 5) p = 10\text{ m} \\
 L = 200\text{ m} \\
 L = p \times l \\
 200 = 10 \times l \\
 l = \frac{200}{10} \\
 l = 20\text{ m}
 \end{array}$$

Gambar 24. Jawaban Nomor 5 *Posttest* Kelas Kontrol

Siswa di kelas kontrol tidak mampu menyelesaikan model matematika yang berhubungan dengan fungsi kuadrat dalam situasi dunia nyata, seperti yang ditunjukkan

pada Gambar 24.. Dengan demikian, analogi tersebut masih salah dalam penentuannya. Siswa di kelompok kontrol tidak dapat fokus ketika menjawab soal nomor lima.

Siswa di kelas eksperimen mengungguli siswa di kelas kontrol, seperti yang dapat ditunjukkan oleh jawaban yang mereka berikan pada ujian akhir (*posttest*) untuk setiap ukuran kemampuan berpikir kritis matematika. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa siswa yang memanfaatkan paradigma *differentiated problem-based learning* berbantuan *GeoGebra* terlibat dalam diskusi kelompok saat mengerjakan LKPD (Lembar Kerja Siswa). Pengerjaan LKPD pada *problem-based learning* berdiferensiasi dilakukan dengan cara membedakan pertanyaan penuntun LKPD yang harus diselesaikan sesuai dengan kesiapan belajar dan kelompok yang diberikan. Model *problem-based learning* berdiferensiasi lainnya adalah setiap kelompok belajar mendapat perlakuan tersendiri. 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 pembelajaran berbasis masalah berdiferensiasi yang didukung oleh *GeoGebra* merupakan hal baru bagi siswa dan membuat mereka lebih aktif saat menggunakannya. 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 pembelajaran berbasis masalah berdiferensiasi dengan dukungan *GeoGebra* memiliki kemampuan berpikir kritis yang lebih unggul dalam matematika jika dibandingkan dengan siswa yang menggunakan model pembelajaran standar. Hal ini sesuai dengan temuan Wulansari et al. (2022), yang menemukan bahwa program *GeoGebra* dapat meningkatkan minat siswa dalam mempelajari matematika dengan membuatnya menyenangkan, terutama dalam hal konten fungsi kuadrat. Studi ini juga menunjukkan bagaimana siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis mereka saat belajar.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan temuan penelitian, pemrosesan data, analisis, dan pengujian hipotesis yang berkaitan dengan penerapan model pembelajaran reguler dan model

pembelajaran berbasis masalah terdiferensiasi berbantuan *GeoGebra*, ditentukan bahwa siswa yang menerima model terakhir mengalami peningkatan yang lebih besar dalam kemampuan berpikir kritis matematika daripada mereka yang menerima model sebelumnya. Siswa menemukan teknik dan pengetahuan yang relevan melalui pembelajaran berbasis masalah terdiferensiasi, kemudian melakukan penelitian untuk menemukan solusi. Memecahkan pertanyaan membantu siswa mempelajari materi baru dan memperluas pemahaman mereka sekaligus mengasah kemampuan berpikir kritis mereka dalam matematika telah diperoleh sebelumnya melalui diskusi.

Saran

1. Guru perlu melakukan tiga hal agar proses pembelajaran berjalan lancar: pertama, mereka perlu membahas dasar-dasar sebelum memulai pelajaran baru; kedua, mereka perlu memotivasi siswa untuk terlibat dalam pembelajaran aktif; dan ketiga, mereka perlu mengajarkan siswa cara berpikir kritis di kelas matematika.
2. Disarankan agar peneliti masa depan yang menggunakan model pembelajaran berbasis masalah terdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* melakukan penelitian pada populasi yang lebih besar, pada tingkat yang lebih tinggi, dan pada berbagai subjek.

3. Guru yang menggunakan paradigma pembelajaran berbasis masalah terdiferensiasi berbantuan *GeoGebra* harus mengidentifikasi aplikasi dan memberikan instruksi sebelum pembelajaran dimulai. Kemampuan berpikir kritis siswa akan mendapat manfaat dari bantuan interaktif dan visual ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggiana, A. D. (2019). Implementasi Model Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, volume 4. <https://doi.org/10.23969/symmetry.v4i2.2061>
- 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.
- 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.
- 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*, Volume 5. <https://doi.org/10.23969/symmetry.v5i2.3263>
- Dalyono, M. (2015). *Psikologi Pendidikan, cetakan 8*. In Jakarta: Rineka Cipta.
- Depdiknas. (2006). Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi. Jakarta: Depdiknas.
- Ennis, R. H. (1993). Critical Thinking Assessment. *Theory into Practice*, 32(3), 179–186.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical Thinking*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Fanani, M. A., Wafiroh, Z., & Yaqin, M. H. (2024). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) dalam Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pelajaran Matematika. *Proceeding International Conference on Lesson Study*, 1(1), 537–548.
- 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.
<https://doi.org/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.
<https://doi.org/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.
- Kurniati, D., Annisa, F., 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.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5078>
- 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.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015 international results in mathematics. Retrieved from on December, 9, 2016.
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2015). *Assessment Frameworks*.
- Rahman, O., & Johar, R. (2021). Improving High School Students' Critical Thinking Ability in Linear Programming Through Problem Based Learning Assisted by GeoGebra. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012070.
- Ruseffendi. (2010). *Dasar-Dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Tarsito: Bandung.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suherman, E. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sulistiani, E., & Masrukan, M. (2017). Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika untuk Menghadapi Tantangan MEA. *Prisma, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 605–612.
- 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.
- Widiyana, D. (2013). *Pedoman Model ARIAS (Assurance, Relevance,*

Interest, Assesment, and Statisticfation) terhadap Peningkatan Hasil Belajar KKPI pada Siswa Kelas X SMK Negeri 1 Pedan. Tesis: Universitas Negeri Yogyakarta.

Wulansari, N., Raditya, A., & Sukmawati, R. (2022). Penerapan Penggunaan Media Aplikasi Geogebra untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Seminar & Conference Proceedings of UMT, 77–84.*