

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED  
LEARNING (PJBL) DAN CONTEXTUAL TEACHING AND  
LEARNING (CTL) BERBANTUAN GEOGEBRA TERHADAP  
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN MOTIVASI  
BELAJAR MATEMATIS SISWA SMK**

**TESIS**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu  
Syarat Memperoleh Gelar Magister  
Pendidikan (M.Pd) Dalam Bidang Ilmu  
Pendidikan Matematika*

**Oleh :**

**SELAMET**  
**NPM : 2420070003**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2026**

**PENGESAHAN TESIS**

Nama : SELAMET  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2420070003  
Prodi/Konsentrasi : Magister Pendidikan Matematika  
Judul Tesis : **PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN  
PROJECT BASED LEARNING (PJBL) DAN  
CONTEXTUAL TEACHING AND  
LEARNING (CTL) BERBANTUAN  
GEOGEBRA TERHADAP KEMAMPUAN  
BERPIKIR KRITIS DAN MOTIVASI  
BELAJAR MATEMATIS SISWA SMK**

Pengesahan Tesis

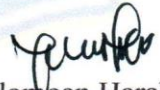
Medan, 16 April 2026

Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Marah Doly Nasutioan, S. Pd., M.Si

  
Dr. Tua Halomoan Harahap, M.Pd

Diketahui

Direktur

Ketua Prodi

  
Prof. Dr. H. Triono Eddy, S.H., M.Hum.

  
Dr. Tua Halomoan Harahap, M.Pd

**PENGESAHAN TESIS**

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING  
(PJBL) DAN CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING (CTL)  
BERBANTUAN GEOGEBRA TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR  
KRITIS DAN MOTIVASI BELAJAR MATEMATIS SISWA SMK**

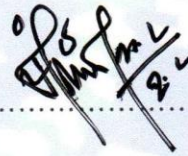
**SELAMET**  
2420070003

Program Studi Magister Pendidikan Matematika

Tesis ini telah dipertahankan dihadapan panitia penguji, yang dibentuk oleh Program Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Lulus dalam ujian Tesis dan dapat menyandang gelar Magister Pendidikan (M.Pd) Pada Hari Kamis, 16 April 2026

Komisi Penguji

1. Dr. Irvan. S. Pd., M.Si



2. Dr. Ellis Mardiana Panggabean, M.Pd



3. Dr. Zainal Aziz, MM., M.Si



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

## SURAT PERNYATAAN

### PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING (PJBL) DAN CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING (CTL) BERBANTUAN GEOGEBRA TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN MOTIVASI BELAJAR MATEMATIS SISWA SMK

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Tesis ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh Gelar Magister Pada Program Magister Pendidikan Matematika Program Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara merupakan hasil karya peneliti sendiri.
2. Tesis ini adalah asli belum pernah diajukan untuk mendapatkan Gelar Akademik (Sarjana, Magister, dan/atau Doktor), baik di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara maupun diperguruan lain.
3. Tesis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Komite Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
4. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya peneliti sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, peneliti bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang peneliti sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Medan, 16 April 2026

Penulis



**SELAMET**  
NPM:2420070003

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis pengaruh model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dan Contextual Teaching and Learning (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa, (2) menganalisis interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa, (3) menganalisis pengaruh model pembelajaran terhadap motivasi belajar matematis siswa, serta (4) menganalisis interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar matematis siswa. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa, serta belum optimalnya penerapan model pembelajaran inovatif berbantuan teknologi dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis quasi-experimental melalui desain pretest–posttest two-group design yang dipadukan dengan desain faktorial  $2 \times 3$ . Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMK Swasta Harapan Stabat Tahun Ajaran 2025/2026. Sampel penelitian berjumlah 64 siswa yang dipilih menggunakan teknik cluster random sampling, yang terdiri atas kelas eksperimen I dengan penerapan model PjBL berbantuan GeoGebra dan kelas eksperimen II dengan penerapan model CTL berbantuan GeoGebra. Instrumen penelitian meliputi tes kemampuan berpikir kritis matematis dan angket motivasi belajar matematis. Analisis data dilakukan menggunakan uji ANAVA dua arah setelah memenuhi uji prasyarat normalitas dan homogenitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) terdapat pengaruh yang signifikan model pembelajaran PjBL dan CTL berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa, (2) terdapat interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa, (3) terdapat pengaruh yang signifikan model pembelajaran terhadap motivasi belajar matematis siswa, dan (4) terdapat interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar matematis siswa. Dengan demikian, penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dan Contextual Teaching and Learning (CTL) berbantuan GeoGebra terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa.

**Kata kunci:** Project Based Learning, Contextual Teaching and Learning, GeoGebra, kemampuan berpikir kritis matematis, motivasi belajar matematis, kemampuan awal matematika.

## ABSTRACT

*This study aims to: (1) examine the effect of Project Based Learning (PjBL) and Contextual Teaching and Learning (CTL) models assisted by GeoGebra on students' mathematical critical thinking skills, (2) analyze the interaction between learning models and prior mathematical ability (KAM) on students' mathematical critical thinking skills, (3) examine the effect of learning models on students' mathematical learning motivation, and (4) analyze the interaction between learning models and prior mathematical ability (KAM) on students' mathematical learning motivation. This research is motivated by the low level of students' mathematical critical thinking skills and learning motivation, as well as the limited implementation of innovative, technology-assisted learning models in mathematics education. The study employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a pretest–posttest two-group design combined with a  $2 \times 3$  factorial design. The population consisted of all tenth-grade students of SMK Swasta Harapan Stabat in the 2025/2026 academic year. The sample included 64 students selected through cluster random sampling, comprising an experimental class I applying the PjBL model assisted by GeoGebra and an experimental class II applying the CTL model assisted by GeoGebra. The research instruments included a mathematical critical thinking test and a mathematical learning motivation questionnaire. Data were analyzed using Two-Way ANOVA after meeting the assumptions of normality and homogeneity. The results revealed that: (1) there is a significant effect of the PjBL and CTL learning models assisted by GeoGebra on students' mathematical critical thinking skills, (2) there is a significant interaction between learning models and prior mathematical ability (KAM) on students' mathematical critical thinking skills, (3) there is a significant effect of learning models on students' mathematical learning motivation, and (4) there is a significant interaction between learning models and prior mathematical ability (KAM) on students' mathematical learning motivation. Therefore, the implementation of Project Based Learning (PjBL) and Contextual Teaching and Learning (CTL) assisted by GeoGebra is proven to be effective in enhancing students' mathematical critical thinking skills and learning motivation.*

**Keywords:** *Project Based Learning, Contextual Teaching and Learning, GeoGebra, mathematical critical thinking skills, learning motivation, prior mathematical ability.*

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis yang berjudul **“Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dan Contextual Teaching and Learning (CTL) Berbantuan GeoGebra terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa SMK”** ini dapat diselesaikan.

Proses penyusunan tesis ini merupakan suatu perjuangan yang panjang bagi penulis. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd) pada Program Studi Pendidikan Matematika, Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, tesis ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibunda tercinta Misni dan Bapak tersayang Legiman, terima kasih atas segala dukungan, doa, dan kasih sayang yang telah diberikan sejak penulis lahir hingga saat ini.
2. Seluruh keluarga besar Legiman dan Lian Nasution yang selalu memberikan dukungan dan doa.

3. Istri tercinta, Lini Susanti Nasution, serta anak-anak tersayang Muhammad Fathan Abdillah dan Muhammad Khalif Baihaqi, terima kasih atas cinta, dukungan, dan motivasi yang tiada henti.
4. Prof. Dr. Agussani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Prof. Dr. Triyono Edy, S.H., M.Hum., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Dr. Tua Halomoan Harahap, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus dosen pembimbing II.
7. Dr. Marah Doly Nasution, S.Pd., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan sejak awal hingga selesainya tesis ini.
8. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Magister Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
9. Staf akademik dan keuangan Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu dalam pengurusan administrasi selama studi.
10. Rekan-rekan mahasiswa Magister Pendidikan Matematika khususnya Kelas Reguler C, yaitu Ibrahim, Akhir Andika Aritonang, Asriko Muhsi, Syafi'i, Susilawati, Sri Mariati Habeahan, Nuri Irmayani, Zulfah Marpaung, Masithoh, Hesti Asmika, Saridah Pulungan, Mahyuni, Farah Dhiba

Myarani, Lisa Anggeraeni, Ayu Najmita, Zenfiqa Aditya, dan Niska Bonitasia Zendrato, terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan motivasi yang telah diberikan.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu baik secara moral maupun material selama proses penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi perbaikan di masa mendatang.

Akhirnya, penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, khususnya dalam pengembangan pendidikan matematika di Indonesia.

*Aamiin Aamiin Ya Robbal Alamiin*

Billahi fii sabililhaq Fasthabiqul Khairat

***Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Medan, 16 April 2026  
Penulis,

**SELAMET**  
**NPM: 2420070003**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<u>1.1</u> Latar Belakang Masalah .....	<b>1</b>
1.2 Identifikasi Masalah .....	<b>7</b>
1.3 Pembatasan Masalah .....	<b>8</b>
1.4 Rumusan Masalah .....	<b>9</b>
1.5 Tujuan Penelitian.....	<b>9</b>
1.6 Manfaat Penelitian.....	<b>10</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>13</b>
<u>2.1</u> Landasan Teori .....	<b>13</b>
2.2 Kajian Penelitian yang Relevan.....	<b>51</b>
2.3 Kerangka Berpikir .....	<b>54</b>
2.4 Hipotesis Penelitian.....	<b>56</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>58</b>
3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian.....	<b>58</b>
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	<b>63</b>
3.3 Populasi dan Sampel.....	<b>65</b>
3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian .....	<b>67</b>
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	<b>69</b>
3.6 Teknik Analisis Data .....	<b>79</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>91</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	<b>91</b>

4.1.2 Temuan Umum Penelitian .....	94
4.1.3 Temuan Khusus Penelitian .....	96
4.1.4 Hasil Pretest (Kemampuan Awal Matematika/KAM).....	<b>98</b>
4.1.5 Deskripsi Kemampuan Akhir (Posttest) .....	102
4.1.6 Deskripsi Motivasi Belajar Matematis (angket) .....	106
4.1.7 Analisis Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis (N-Gain) .....	109
4.1.8 Uji Persyaratan Analisis .....	111
4.1.9 Uji Hipotesis .....	113
4.1.10 Analisis Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Matematis.....	120
4.2 Pembahasan .....	121
4.2.1 Pengaruh Model Pembelajaran terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis.....	121
4.2.2 Pengaruh Kemampuan Awal Matematika (KAM) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis .....	123
4.2.3 Interaksi Model Pembelajaran dan KAM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis.....	123
4.2.4 Pengaruh Model Pembelajaran terhadap Motivasi Belajar Matematis....	124
4.2.6 Keterkaitan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu .....	126
4.2.7 Implikasi Pembelajaran .....	126
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>127</b>
5.1 Kesimpulan.....	<b>127</b>
5.2 Implikasi Penelitian.....	<b>128</b>
5.3 Keterbatasan Penelitian .....	<b>130</b>
5.4 Saran.....	<b>131</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>133</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>136</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kemampuan Matematika Siswa Berdasarkan TKA Nasional Tahun 2025 .....	2
Tabel 2.1	Sintaks Project Based Learning (PjBL) .....	27
Tabel 2.2	Sintaks Contextual Teaching and Learning (CTL) .....	33
Tabel 3.1	Desain Penelitian.....	60
Tabel 3.2	Desain Penelitian Faktorial $2 \times 3$ .....	60
Tabel 3.3	Timeline Pelaksanaan Penelitian .....	64
Tabel 3.4	Sampel Penelitian .....	66
Tabel 3.5	Operasional Variabel .....	68
Tabel 3.6	Pedoman Penskoran Kemampuan Berpikir .....	71
Tabel 3.7	Pembobotan Skala Likert .....	72
Tabel 3.8	Interpretasi Nilai Daya Pembeda .....	77
Tabel 3.9	Interpretasi Tingkat Kesukaran (TK) .....	78
Tabel 3.10	Rancangan Data Kemampuan Berpikir Kritis Matematis ...	88
Tabel 3.11	Rancangan Data Motivasi Belajar Matematis Siswa .....	90
Tabel 4.1	Gambaran Umum Perlakuan Model Pembelajaran .....	93
Tabel 4.2	Statistik Deskriptif Kemampuan Awal Matematika (KAM .	98
Tabel 4.3	Pengelompokan KAM Berdasarkan Interval Nilai .....	100
Tabel 4.4	Statistik Deskriptif Kemampuan Berpikir Kritis ( <i>Posttest</i> ) ..	102
Tabel 4.5	Rata-rata Skor Indikator Berpikir Kritis Matematis .....	105
Tabel 4.6	Statistik Deskriptif Motivasi Belajar Matematis .....	107
Tabel 4.7	Distribusi Motivasi Belajar Matematis .....	108
Tabel 4.8	Rata-rata N-Gain Kemampuan Berpikir Kritis Matematis ...	110
Tabel 4.9	Hasil Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov) .....	111
Tabel 4.10	Hasil Uji Homogenitas .....	112
Tabel 4.11	Hasil ANAVA Dua Jalur (Kemampuan Berpikir Kritis) ....	114
Tabel 4.12	Mean Interaksi .....	116
Tabel 4.13	Ringkasan Hasil ANAVA Dua Jalur (Motivasi Belajar) ....	118

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lembar Jawaban Siswa pada Materi Fungsi Kuadrat .....	3
Gambar 2.1	Hasil Pemodelan Fungsi Kuadrat Menggunakan GeoGebra (FitPoly) .....	28
Gambar 2.2	Visualisasi Fungsi Kuadrat dengan GeoGebra .....	39
Gambar 2.3	Diagram Kerangka Konseptual Model Pembelajaran .....	56
Gambar 4.1	Diagram Rata-rata Kemampuan Awal Matematika (KAM) .	99
Gambar 4.2	Pengelompokan KAM Berdasarkan Interval Nilai .....	101
Gambar 4.3	Diagram Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis Matematis .	103
Gambar 4.4	Statistik Deskriptif Motivasi Belajar .....	107
Gambar 4.5	Persentase Angket Motivasi Belajar Matematis .....	109
Gambar 4.6	Grafik Interaksi Model Pembelajaran dan KAM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis .....	117

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Modul Project Based learning .....	136
Lampiran 2	Modul Ajar Contextual Teaching and Learning .....	145
Lampiran 3	LKPD 1 dan 2 Project Based Learning .....	154
Lampiran 4	LKPD 1 dan 2 Contextual Teaching and Learning (CTL) .....	163
Lampiran 5	Soal pretest kemampuan Berpikir Kritis .....	171
Lampiran 6	Soal posttest kemampuan Berpikir Kritis .....	172
Lampiran 7	Angket Motivasi Belajar Siswa Petunjuk Pengisian .....	173
Lampiran 8	Nilai Kemampuan Berpikir Kritis Kedua Kelas Eksperimen .....	175
Lampiran 9	Data Hasil Angket Kedua Kelas Eksperimen .....	177
Lampiran 10	Dokumentasi .....	179
Lampiran 11	SPSS Data Hasil Belajar .....	182
Lampiran 12	SPSS Uji Normalitas .....	184
Lampiran 13	SPSS Uji Homogenitas .....	187
Lampiran 14	SPSS Uji Korelasi .....	190
Lampiran 15	SPSS Uji Hipotesis (Uji $t$ ) .....	191
Lampiran 16	Permohonan Izin Riset .....	192
Lampiran 17	Balasan Izin Riset .....	193

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pendidikan abad ke-21 menuntut siswa tidak hanya menguasai materi pembelajaran, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*). Salah satu kompetensi utama dalam HOTS adalah kemampuan berpikir kritis, yaitu kemampuan untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, serta memecahkan masalah secara rasional dan sistematis (Hartati & Panggabean, 2023). Dalam pembelajaran matematika, kemampuan berpikir kritis menjadi indikator penting karena tidak hanya menekankan ketepatan prosedural, tetapi juga mencakup kemampuan penalaran, interpretasi, dan argumentasi logis (Silaban et al., 2021). Selain itu, motivasi belajar juga merupakan faktor penting yang memengaruhi keterlibatan dan keberhasilan siswa dalam memahami konsep matematika secara mendalam.

Namun demikian, berbagai laporan menunjukkan bahwa kemampuan matematis siswa Indonesia masih tergolong rendah. Hasil *Programme for International Student Assessment (PISA)* tahun 2022 menunjukkan bahwa skor rata-rata matematika siswa Indonesia sebesar 366, masih berada di bawah rata-rata *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)* sebesar 472 (Development, 2023). Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa masih perlu ditingkatkan secara signifikan.

Pada tingkat nasional, hasil Tes Kemampuan Akademik (TKA) tahun 2025 juga menunjukkan capaian yang belum optimal (Kementerian Pendidikan Riset,

dan Teknologi, 2025). Distribusi capaian kemampuan matematika siswa disajikan pada Tabel 1.1 berikut.

**Tabel 1.1 Kemampuan Matematika Siswa Berdasarkan TKA Nasional Tahun 2025**

No	Indikator Penilaian	Hasil	Keterangan
1	Rata-rata nilai matematika nasional	36,10	Rendah
2	Persentase kategori istimewa	2,2%	Sangat tinggi
3	Persentase kategori kurang	44,7%	Rendah
4	Persentase kategori cukup dan baik	53,1%	Sedang

Data tersebut menunjukkan bahwa kemampuan matematika siswa secara nasional masih belum optimal dan berpotensi memengaruhi keberhasilan pembelajaran pada jenjang berikutnya. Pemahaman konsep dasar matematika memiliki peranan penting dalam membentuk kemampuan berpikir logis dan kritis (Gusmarlia, 2025) serta berkontribusi terhadap kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks (Sinaga et al., 2023).

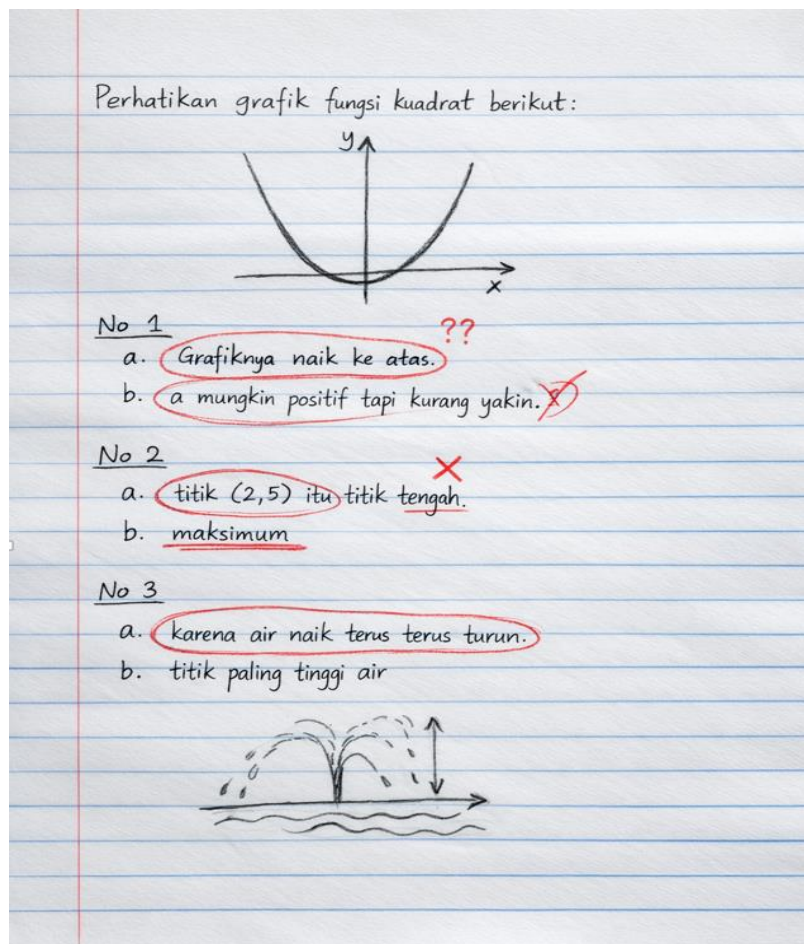
Permasalahan tersebut juga ditemukan pada tingkat satuan pendidikan. Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan pada awal Januari 2026 melalui wawancara dengan Ibu Afnita, S.Pd., guru matematika di SMK Swasta Harapan Stabat, diperoleh informasi bahwa hasil ulangan harian siswa kelas X TKJ dan X MPLB pada minggu ke-2 bulan Desember 2025, sebelum pelaksanaan ujian semester, masih menunjukkan capaian yang rendah dan belum memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM).

Dari 32 siswa kelas X TKJ, hanya 16 siswa yang mencapai KKM, sedangkan 16 siswa lainnya belum tuntas. Sementara itu, pada kelas X MPLB, dari

32 siswa hanya 15 siswa yang mencapai KKM, sedangkan 17 siswa lainnya belum tuntas.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep fungsi kuadrat serta belum mampu menyelesaikan permasalahan secara optimal.

Untuk memperkuat temuan tersebut, dilakukan analisis terhadap lembar jawaban siswa sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.1 berikut.



**Gambar 1.1 Lembar Jawaban Siswa pada Materi Fungsi Kuadrat**

Berdasarkan Gambar 1.1, terlihat bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa masih tergolong rendah. Hal ini ditunjukkan melalui kesalahan

siswa dalam menjawab soal fungsi kuadrat yang dianalisis berdasarkan indikator berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi.

Pada indikator interpretasi, siswa belum mampu memahami makna informasi yang diberikan secara tepat. Hal ini terlihat dari jawaban siswa yang hanya menyatakan “grafiknya naik ke atas” tanpa menjelaskan bahwa kondisi tersebut menunjukkan koefisien  $a > 0$ . Jawaban tersebut menunjukkan bahwa siswa hanya mengenali bentuk visual, tetapi belum memahami konsep matematis yang mendasarinya.

Pada indikator analisis, siswa belum mampu menghubungkan konsep fungsi kuadrat dengan representasi grafik. Hal ini ditunjukkan dari kesalahan dalam mengidentifikasi titik puncak, di mana siswa menyatakan titik (2,5) sebagai “titik tengah”, bukan sebagai titik maksimum atau minimum. Kesalahan ini menunjukkan bahwa siswa belum mampu menganalisis hubungan antara grafik dan konsep fungsi kuadrat secara tepat.

Pada indikator evaluasi, siswa belum mampu menilai kebenaran jawaban yang diberikan. Siswa tidak melakukan pengecekan atau pembuktian terhadap jawabannya, sehingga kesalahan konsep tetap dipertahankan tanpa adanya perbaikan.

Pada indikator eksplanasi, siswa belum mampu menjelaskan alasan secara logis dan sistematis. Jawaban yang diberikan masih bersifat deskriptif, seperti “air naik terus lalu turun”, tanpa mengaitkan dengan konsep fungsi kuadrat secara matematis.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa belum terbiasa menggunakan penalaran matematis dalam menyelesaikan masalah, melainkan masih bergantung pada intuisi tanpa didukung oleh konsep yang tepat. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran yang berlangsung belum secara optimal mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa..

Salah satu faktor penyebab kondisi tersebut adalah proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher-centered*), sehingga siswa kurang aktif dalam membangun pengetahuan secara mandiri. Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika masih terbatas, sehingga pembelajaran menjadi kurang menarik dan kurang interaktif. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan penerapan model pembelajaran inovatif yang mampu melibatkan siswa secara aktif. Salah satu model yang dapat diterapkan adalah *Project Based Learning* (PjBL), yang menekankan pada pembelajaran berbasis proyek dan mendorong siswa untuk melakukan investigasi serta pemecahan masalah secara mandiri. Penelitian oleh (Sholeh et al., 2024) menunjukkan bahwa *Project Based Learning* (PjBL) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Hal ini didukung oleh (FAHMI, 2022) yang menyatakan bahwa model PjBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Selain itu, *Contextual Teaching and Learning* (CTL) merupakan model pembelajaran yang mengaitkan materi dengan konteks kehidupan nyata siswa. (Ritonga & Azis, 2022) menunjukkan bahwa CTL mampu meningkatkan hasil

belajar matematika, sedangkan (Harahap & Nasution, 2015) menyatakan bahwa CTL dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

Di sisi lain, integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika juga menjadi kebutuhan penting. GeoGebra merupakan media pembelajaran interaktif yang mampu memvisualisasikan konsep matematika secara dinamis. Penelitian oleh (Mairawati et al., 2025) menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Selain itu, (Purnamasari, 2025) serta (Mahmudah et al., 2025) menunjukkan bahwa GeoGebra berpengaruh positif terhadap motivasi dan hasil belajar siswa.

Namun demikian, penelitian terdahulu masih memiliki keterbatasan, yaitu kajian yang dilakukan cenderung memisahkan penerapan *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL), penggunaan GeoGebra yang belum terintegrasi secara optimal dalam proses pembelajaran, serta belum mengkaji kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar secara simultan dengan mempertimbangkan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan dengan mengintegrasikan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra dalam satu desain pembelajaran yang terstruktur. Penelitian ini tidak hanya mengkaji pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis, tetapi juga menganalisis pengaruhnya terhadap motivasi belajar matematis siswa secara simultan. Selain itu, penelitian ini menempatkan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel

moderasi untuk menganalisis interaksi antara model pembelajaran dan karakteristik awal siswa.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris dalam pengembangan pembelajaran matematika yang tidak hanya berorientasi pada hasil belajar, tetapi juga pada proses berpikir kritis dan peningkatan motivasi belajar siswa secara kontekstual dan berbasis teknologi.

Berdasarkan keseluruhan uraian tersebut, peneliti memandang bahwa diperlukan suatu strategi pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa secara optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan judul: **“Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dan Contextual Teaching and Learning (CTL) Berbantuan GeoGebra terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Matematis Siswa SMK.”**

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Kemampuan berpikir kritis matematis siswa masih tergolong rendah, khususnya pada indikator analisis dan evaluasi.
2. Soal-soal yang diberikan dalam pembelajaran masih belum sepenuhnya mengarah pada pengembangan kemampuan berpikir kritis.
3. Motivasi belajar matematika siswa masih belum optimal.
4. Proses pembelajaran matematika masih cenderung berpusat pada guru (*teacher-centered*).

5. Penerapan model pembelajaran yang digunakan belum optimal.
6. Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya GeoGebra, masih belum digunakan secara optimal.
7. Perbedaan kemampuan awal matematika (KAM) siswa belum diperhatikan secara maksimal.

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam penelitian ini disusun untuk memperjelas ruang lingkup penelitian agar lebih terarah dan tidak meluas. Adapun batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa sebagai variabel terikat.
2. Model pembelajaran yang diterapkan adalah *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL).
3. Pembelajaran dilaksanakan berbantuan GeoGebra sebagai media untuk mendukung visualisasi dan eksplorasi konsep matematika.
4. Variabel moderator dalam penelitian ini adalah kemampuan awal matematika (KAM) siswa yang diperoleh melalui tes awal (pretest) dan diklasifikasikan ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah.
5. Subjek penelitian adalah siswa kelas X SMK Swasta Harapan Stabat Tahun Ajaran 2025/2026.
6. Materi pembelajaran dibatasi pada pokok bahasan fungsi kuadrat.

7. Analisis penelitian difokuskan pada pengaruh model pembelajaran serta interaksinya dengan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pembatasan masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa?
2. Apakah terdapat interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa?
3. Apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap motivasi belajar matematis siswa?
4. Apakah terdapat interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar matematis siswa?

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menguji pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
2. Untuk menganalisis interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
3. Untuk menguji pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap motivasi belajar matematis siswa.
4. Untuk menganalisis interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar matematis siswa.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

### **1.6.1 Manfaat Teoretis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pendidikan matematika, khususnya dalam mengkaji dan menguji efektivitas penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian teoretis mengenai peran kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi dalam pembelajaran matematika, serta memperkuat pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi yang interaktif, kontekstual, dan bermakna.

### 1.6.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi Peneliti : Memberikan pengalaman empiris dalam menguji dan menganalisis pengaruh model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa, serta memahami peran kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi dalam pembelajaran.
- b. Bagi Perguruan Tinggi : Menjadi kontribusi ilmiah dalam mendukung pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya dalam bidang penelitian, serta sebagai referensi akademik dalam pengembangan model pembelajaran matematika berbasis teknologi dan pendekatan inovatif.
- c. Bagi Guru : Memberikan alternatif model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran matematika, khususnya *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra, guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa secara lebih optimal.
- d. Bagi Siswa : Membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis dan meningkatkan motivasi belajar matematis melalui pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan

berbasis teknologi, sehingga dapat meningkatkan kualitas pemahaman konsep matematika.

- e. Bagi Sekolah : Menjadi dasar pertimbangan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika melalui penerapan model pembelajaran inovatif berbantuan teknologi, serta mendukung peningkatan mutu pendidikan dan hasil belajar siswa secara berkelanjutan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Kemampuan Berpikir Kritis**

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan kognitif tingkat tinggi yang memiliki peran strategis dalam pembelajaran, khususnya dalam pembelajaran matematika. Kemampuan ini berkaitan dengan proses berpikir yang logis, reflektif, dan sistematis dalam memahami, menganalisis, serta menyelesaikan permasalahan secara rasional. Dalam konteks pendidikan abad ke-21, kemampuan berpikir kritis menjadi kompetensi esensial yang harus dimiliki siswa untuk menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin kompleks.

##### **a. Pengertian Kemampuan Berpikir Kritis**

Kemampuan berpikir kritis didefinisikan sebagai proses berpikir reflektif dan rasional yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dipercaya atau dilakukan (Ennis, 2018). Proses ini tidak hanya terbatas pada pemahaman informasi, tetapi juga mencakup kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan (Facione, 2015).

(Paul & Elder, 2019) menyatakan bahwa berpikir kritis melibatkan kemampuan untuk mengevaluasi asumsi, mengidentifikasi bias, serta mempertimbangkan berbagai alternatif solusi sebelum mengambil keputusan. Sejalan dengan itu, (Brookfield, 2017) menegaskan bahwa kemampuan berpikir

kritis memungkinkan siswa mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam melalui proses refleksi dan evaluasi terhadap informasi yang diperoleh.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, kemampuan berpikir kritis dapat dipahami sebagai kemampuan kognitif tingkat tinggi yang mencakup aktivitas interpretasi, analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan secara logis, sistematis, serta berbasis bukti dalam menyelesaikan permasalahan.

### **b. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis**

Kemampuan berpikir kritis dalam penelitian ini mengacu pada kerangka yang dikemukakan oleh (Facione, 2015), yang terdiri atas enam indikator utama, yaitu interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi, dan regulasi diri. Keenam indikator tersebut menggambarkan proses berpikir kritis secara komprehensif dalam memahami, menganalisis, dan mengevaluasi suatu permasalahan.

Namun demikian, dalam penelitian ini indikator yang digunakan difokuskan pada empat indikator, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi. Pemilihan indikator tersebut didasarkan pada kesesuaian dengan tujuan penelitian serta karakteristik instrumen yang digunakan, yaitu pretest, posttest, dan LKPD, sehingga pengukuran kemampuan berpikir kritis dapat dilakukan secara lebih terarah, operasional, dan terukur.

Secara operasional, keempat indikator tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Interpretasi, yaitu kemampuan memahami dan mengidentifikasi informasi yang diberikan dalam suatu permasalahan.
2. Analisis, yaitu kemampuan menguraikan permasalahan serta menghubungkan konsep-konsep yang relevan secara logis.

3. Evaluasi, yaitu kemampuan menilai kebenaran solusi atau argumen berdasarkan konsep yang tepat.
4. Eksplanasi, yaitu kemampuan menjelaskan proses berpikir dan alasan yang mendasari suatu penyelesaian secara sistematis.

Fokus peningkatan dalam penelitian ini diarahkan pada indikator analisis dan evaluasi. Hal ini didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menguraikan permasalahan, menghubungkan konsep fungsi kuadrat dengan representasi grafik, serta menilai kebenaran solusi secara logis. Oleh karena itu, melalui penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra, diharapkan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya pada indikator analisis dan evaluasi, dapat berkembang secara optimal.

### **c. Manfaat Kemampuan Berpikir Kritis**

Kemampuan berpikir kritis memiliki peran strategis dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran. Secara umum, kemampuan ini memberikan kontribusi sebagai berikut:

1. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah secara sistematis dan terstruktur (Halpern, 2013).
2. Meningkatkan kualitas pengambilan keputusan yang rasional, logis, dan berbasis bukti (Ennis, 2018).
3. Mendorong terbentuknya pembelajaran yang bermakna melalui pemahaman konsep secara mendalam (Brookfield, 2017).

4. Mengembangkan kemampuan reflektif dan evaluatif terhadap proses berpikir serta hasil yang diperoleh (Paul & Elder, 2019).

Dalam konteks pembelajaran matematika, manfaat tersebut tercermin pada kemampuan siswa dalam menginterpretasikan masalah, menganalisis informasi, mengevaluasi langkah penyelesaian, serta mengemukakan alasan secara logis dan sistematis. Siswa tidak hanya mampu memperoleh jawaban akhir, tetapi juga memahami proses yang mendasarinya.

Lebih lanjut, kemampuan berpikir kritis berperan penting dalam menyelesaikan permasalahan kontekstual, seperti pemodelan fungsi kuadrat dalam kehidupan nyata. Melalui aktivitas ini, siswa mampu mengaitkan representasi aljabar dengan grafik serta menafsirkan makna solusi secara kontekstual. Hal ini sejalan dengan karakteristik pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) dan pembelajaran kontekstual (*Contextual Teaching and Learning*) yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuan secara bermakna.

Dengan demikian, pengembangan kemampuan berpikir kritis tidak hanya meningkatkan capaian kognitif siswa, tetapi juga memperkuat keterampilan analitis, reflektif, dan aplikatif yang relevan dengan tuntutan pembelajaran matematika abad ke-21.

#### **d. Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis**

Peningkatan kemampuan berpikir kritis dapat dilakukan melalui penerapan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*), yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif dalam membangun pengetahuan.

Pembelajaran yang demikian mendorong siswa untuk tidak hanya menerima informasi, tetapi juga mengolah, menganalisis, dan mengevaluasi informasi secara mandiri dalam menyelesaikan permasalahan. Beberapa strategi yang dapat diterapkan antara lain:

1. Penerapan model pembelajaran inovatif, yaitu *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Dalam penelitian ini, *Project Based Learning* (PjBL) digunakan untuk mendorong siswa menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat melalui kegiatan pemecahan masalah berbasis proyek, sedangkan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) digunakan untuk membantu siswa memahami konsep melalui pengaitan dengan konteks kehidupan nyata. Kedua model tersebut secara langsung mendorong aktivitas berpikir kritis, khususnya pada indikator analisis dan evaluasi.
2. Pemberian soal berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang menuntut kemampuan analisis, evaluasi, dan penalaran (Halpern, 2013). Dalam penelitian ini, soal disusun berdasarkan indikator berpikir kritis yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi, serta diintegrasikan dalam pretest, posttest, dan LKPD sehingga mampu mengukur kemampuan berpikir kritis siswa secara operasional.
3. Pelaksanaan kegiatan diskusi dan refleksi, yang mendorong siswa untuk mengemukakan serta mengevaluasi argumen secara kritis (Brookfield, 2017). Melalui diskusi, siswa dilatih untuk mengembangkan kemampuan

analisis, sedangkan melalui refleksi siswa mampu mengevaluasi dan memperbaiki proses berpikirnya.

4. Pemanfaatan media pembelajaran interaktif, seperti GeoGebra, untuk membantu visualisasi konsep matematika sehingga lebih konkret dan mudah dipahami. Dalam penelitian ini, GeoGebra digunakan sebagai alat eksplorasi untuk memvisualisasikan hubungan antara bentuk aljabar dan grafik fungsi kuadrat, sehingga mendukung pengembangan kemampuan analisis dan evaluasi siswa.

Melalui penerapan strategi tersebut, diharapkan kemampuan berpikir kritis siswa dapat berkembang secara optimal, khususnya pada indikator analisis dan evaluasi yang menjadi fokus dalam penelitian ini. Selain itu, siswa diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan matematis secara logis, sistematis, dan reflektif.

#### **e. Keterkaitan Kemampuan Berpikir Kritis dengan Variabel Penelitian**

Kemampuan berpikir kritis matematis tidak hanya dipengaruhi oleh faktor internal siswa, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor eksternal, khususnya model pembelajaran yang digunakan. Penerapan model pembelajaran inovatif, seperti *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL), memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran yang menuntut aktivitas interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi secara sistematis.

Dalam penelitian ini, *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra diposisikan sebagai variabel

bebas yang diduga berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. *Project Based Learning* (PjBL) menekankan pada proses pemecahan masalah melalui kegiatan proyek yang menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat, sedangkan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) menekankan pada pemahaman konsep melalui pengaitan dengan konteks kehidupan nyata. Kedua model tersebut secara teoritis dan empiris mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses berpikir kritis.

Selain itu, kemampuan awal matematika (KAM) berperan sebagai variabel moderasi yang dapat memperkuat atau memperlemah pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. KAM dalam penelitian ini diukur melalui pretest untuk mengelompokkan siswa ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah. Siswa dengan kemampuan awal tinggi cenderung lebih mudah mengembangkan kemampuan berpikir kritis, namun melalui penerapan model pembelajaran yang tepat, siswa dengan kemampuan awal rendah juga memiliki peluang untuk mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis.

Dengan demikian, dalam penelitian ini kemampuan berpikir kritis matematis diposisikan sebagai variabel terikat yang dipengaruhi oleh model pembelajaran sebagai variabel bebas serta dimoderasi oleh kemampuan awal matematika (KAM). Hubungan antar variabel tersebut selanjutnya dianalisis melalui perbandingan hasil pretest dan posttest serta pengujian interaksi antara model pembelajaran dan KAM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

### **2.1.2 Motivasi Belajar Matematis Siswa**

Motivasi belajar merupakan salah satu faktor psikologis yang memiliki peran fundamental dalam menentukan keberhasilan siswa dalam proses pembelajaran, khususnya pada pembelajaran matematika yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi. Motivasi belajar matematis tidak hanya berkaitan dengan dorongan untuk belajar, tetapi juga mencerminkan tingkat keterlibatan, ketekunan, dan kesungguhan siswa dalam memahami konsep serta menyelesaikan permasalahan matematis secara mandiri.

#### **a. Pengertian Motivasi Belajar Matematis Siswa**

Motivasi belajar didefinisikan sebagai dorongan internal dan eksternal yang menimbulkan, mengarahkan, dan mempertahankan aktivitas belajar untuk mencapai tujuan tertentu (Uno, 2016). Motivasi berfungsi sebagai penggerak utama yang menentukan arah, intensitas, dan keberlanjutan perilaku belajar siswa.

(Schunk et al., 2014) menyatakan bahwa motivasi belajar merupakan proses yang mengarahkan dan mempertahankan perilaku belajar sehingga individu secara konsisten berusaha mencapai tujuan akademik yang telah ditetapkan. Dalam konteks pembelajaran matematika, motivasi belajar matematis mencerminkan keinginan siswa untuk memahami konsep, menyelesaikan masalah, serta menghadapi tantangan belajar secara aktif dan berkelanjutan.

Lebih lanjut, (Deci & Ryan, 2000) melalui teori *self-determination* menjelaskan bahwa motivasi belajar terdiri atas dua jenis utama, yaitu motivasi intrinsik dan motivasi ekstrinsik. Motivasi intrinsik berasal dari dalam diri siswa, seperti minat, rasa ingin tahu, dan kepuasan dalam belajar, sedangkan motivasi

ekstrinsik berasal dari faktor luar, seperti penghargaan, lingkungan belajar, dan dukungan sosial.

Berdasarkan uraian tersebut, motivasi belajar matematis dapat dipahami sebagai dorongan internal dan eksternal yang mengarahkan siswa untuk terlibat secara aktif, tekun, dan konsisten dalam pembelajaran matematika guna mencapai tujuan belajar secara optimal.

### **b. Indikator Motivasi Belajar Matematis**

Indikator motivasi belajar matematis dalam penelitian ini mengacu pada (Uno, 2016) yang diperkuat oleh teori *self-determination* dari (Deci & Ryan, 2000), yaitu:

1. Hasrat dan keinginan untuk berhasil, yaitu dorongan internal siswa untuk mencapai prestasi belajar.
2. Dorongan dan kebutuhan dalam belajar, yaitu kebutuhan untuk memahami materi dan menyelesaikan tugas belajar.
3. Harapan dan cita-cita masa depan, yaitu orientasi siswa terhadap tujuan akademik jangka panjang.
4. Penghargaan dalam belajar, yaitu respons terhadap penguatan eksternal seperti pujian atau nilai.
5. Kegiatan belajar yang menarik, yaitu ketertarikan siswa terhadap metode atau media pembelajaran.
6. Lingkungan belajar yang kondusif, yaitu kondisi lingkungan yang mendukung proses belajar.

Indikator-indikator tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan instrumen angket motivasi belajar, sehingga tingkat motivasi siswa dapat diukur secara sistematis dan terarah. Selain itu, hasil pengukuran memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi aspek motivasi yang dominan serta aspek yang masih perlu ditingkatkan dalam proses pembelajaran..

### **c. Peran Motivasi dalam Pembelajaran Matematika**

Motivasi belajar memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Hal ini tercermin pada peningkatan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran, ketekunan dalam menghadapi kesulitan, serta pencapaian hasil belajar yang optimal (Schunk et al., 2014). Dengan demikian, motivasi belajar berfungsi sebagai penggerak utama yang memengaruhi keterlibatan dan keberhasilan siswa dalam pembelajaran matematika.

Dalam konteks pembelajaran matematika, motivasi belajar berpengaruh langsung terhadap kemampuan siswa dalam memahami konsep, menyelesaikan permasalahan, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Siswa yang memiliki motivasi belajar tinggi cenderung lebih aktif dalam mengeksplorasi konsep, mengajukan pertanyaan, dan mencari solusi terhadap permasalahan yang dihadapi, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan efektif.

### **d. Upaya Meningkatkan Motivasi Belajar Matematis**

Peningkatan motivasi belajar matematis dapat dilakukan melalui penerapan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*), yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam proses belajar. Beberapa upaya yang dapat dilakukan antara lain:

1. Penerapan model pembelajaran inovatif, yaitu *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Dalam penelitian ini, *Project Based Learning* (PjBL) mendorong siswa terlibat dalam kegiatan proyek yang menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat, sedangkan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) menekankan pada pengaitan konsep dengan konteks kehidupan nyata. Kedua model tersebut mampu meningkatkan keterlibatan dan ketertarikan siswa dalam pembelajaran.
2. Penyajian pembelajaran yang kontekstual, yaitu mengaitkan materi dengan kehidupan nyata sehingga meningkatkan relevansi dan minat belajar siswa.
3. Pemanfaatan media pembelajaran interaktif, seperti GeoGebra, untuk membantu visualisasi konsep matematika sehingga lebih konkret dan menarik. Dalam penelitian ini, GeoGebra digunakan untuk memvisualisasikan hubungan antara bentuk aljabar dan grafik fungsi kuadrat.
4. Pemberian umpan balik dan penguatan positif, yang bertujuan untuk meningkatkan kepercayaan diri, ketekunan, dan semangat belajar siswa.

Melalui penerapan strategi tersebut, diharapkan motivasi belajar matematis siswa dapat meningkat, yang ditunjukkan melalui keaktifan, ketekunan, dan minat dalam mengikuti pembelajaran.

#### **e. Keterkaitan Motivasi Belajar dengan Variabel Penelitian**

Motivasi belajar matematis tidak hanya dipengaruhi oleh faktor internal siswa, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor eksternal, khususnya model pembelajaran yang digunakan. Penerapan model pembelajaran inovatif, seperti *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra, memberikan pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, dan interaktif sehingga berpotensi meningkatkan motivasi belajar siswa.

Dalam penelitian ini, *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra diposisikan sebagai variabel bebas yang diduga berpengaruh terhadap motivasi belajar matematis siswa. Pembelajaran berbasis proyek dan konteks nyata memungkinkan siswa lebih terlibat dalam proses belajar, sehingga meningkatkan minat, ketekunan, dan keterlibatan belajar.

Selain itu, kemampuan awal matematika (KAM) berperan sebagai variabel moderasi yang dapat memperkuat atau memperlemah pengaruh model pembelajaran terhadap motivasi belajar matematis siswa. Siswa dengan kemampuan awal yang lebih tinggi cenderung memiliki kepercayaan diri dan keterlibatan belajar yang lebih baik, namun melalui penerapan model pembelajaran yang tepat, siswa dengan kemampuan awal rendah juga dapat mengalami peningkatan motivasi belajar.

Dengan demikian, dalam penelitian ini motivasi belajar matematis diposisikan sebagai variabel terikat yang dipengaruhi oleh model pembelajaran sebagai variabel bebas serta dimoderasi oleh kemampuan awal matematika (KAM).

Hubungan tersebut selanjutnya diuji secara empiris untuk mengetahui pengaruh dan interaksi antar variabel dalam pembelajaran matematika.

### **2.1.3 Model Project Based Learning (PjBL)**

Model *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menempatkan proyek sebagai inti kegiatan belajar, di mana siswa secara aktif terlibat dalam proses penyelidikan terhadap permasalahan kontekstual serta menghasilkan produk sebagai bentuk representasi pemahaman konsep (Thomas, 2000). Model ini berorientasi pada *student-centered learning*, sehingga siswa berperan sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang bermakna (Bell, 2010).

Secara teoretis, *Project Based Learning* berlandaskan pada teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman, interaksi, dan refleksi. (Krajcik & Blumenfeld, 2006) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek memungkinkan siswa mengonstruksi pengetahuan melalui eksplorasi dan kolaborasi. Selain itu, (Grant, 2011) menegaskan bahwa keterlibatan siswa dalam menghasilkan produk nyata mencerminkan pemahaman konsep yang lebih mendalam, sedangkan (Larmer et al., 2015) menekankan bahwa PjBL tidak hanya berorientasi pada hasil, tetapi juga pada proses pembelajaran yang bermakna.

Berdasarkan uraian tersebut, *Project Based Learning* (PjBL) dapat dipahami sebagai model pembelajaran yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam menyelesaikan permasalahan melalui kegiatan proyek yang

menghasilkan produk, sehingga mampu mengembangkan pemahaman konsep secara mendalam serta keterampilan berpikir tingkat tinggi.

#### **a. Pengertian Model Project Based Learning (PjBL)**

*Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai sarana utama dalam mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap siswa. Dalam model ini, siswa terlibat secara aktif dalam menyelesaikan permasalahan kontekstual melalui kegiatan investigasi, kolaborasi, serta produksi (Thomas, 2000).

Dengan demikian, *Project Based Learning* tidak hanya berfungsi sebagai strategi pembelajaran, tetapi juga sebagai pendekatan yang mampu mengintegrasikan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik dalam proses belajar secara menyeluruh.

#### **b. Karakteristik Model Project Based Learning (PjBL)**

Karakteristik utama *Project Based Learning* meliputi:

- Berbasis pada permasalahan kontekstual
- Berorientasi pada proyek atau produk
- Bersifat *student-centered learning*
- Mengintegrasikan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS)
- Melibatkan proses refleksi dan evaluasi

Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa *Project Based Learning* dirancang untuk mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi, khususnya pada aspek analisis dan evaluasi.

### c. Sintaks Model Project Based Learning (PjBL)

Sintaks *Project Based Learning* (PjBL) dalam penelitian ini mengacu pada tahapan yang dikemukakan oleh (Thomas, 2000), yang terdiri atas enam tahap utama. Namun demikian, tahapan tersebut diadaptasi dan disesuaikan dengan karakteristik materi fungsi kuadrat, penggunaan GeoGebra, serta aktivitas pada LKPD 1 (eksplorasi konsep) dan LKPD 2 (pemodelan proyek).

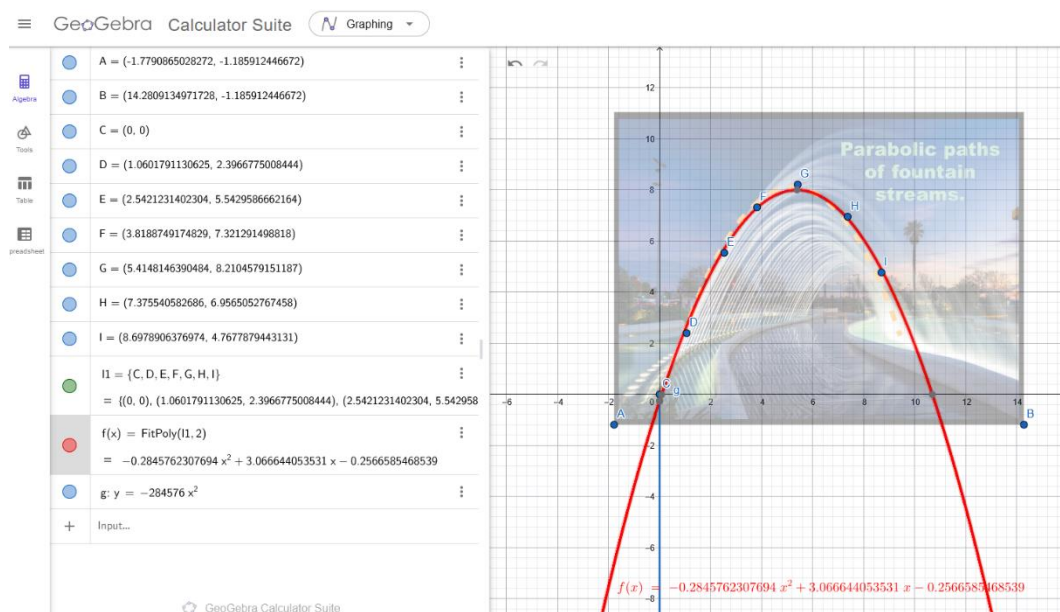
Adaptasi ini bertujuan agar implementasi PjBL tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga operasional dan kontekstual sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

**Tabel 2.1 Sintaks Project Based Learning (PjBL)**

<b>Tahap PjBL</b>	<b>Aktivitas Guru</b>	<b>Aktivitas Siswa</b>
Tahap 1: Penentuan pertanyaan dasar	Guru menyajikan fenomena kontekstual (pancuran air/parabola) dan mengarahkan siswa merumuskan masalah terkait fungsi kuadrat.	Siswa mengamati fenomena dan merumuskan pertanyaan dasar terkait bentuk grafik dan model fungsi kuadrat.
Tahap 2: Perencanaan proyek	Guru membimbing perencanaan proyek serta menjelaskan penggunaan GeoGebra sebagai alat eksplorasi dan pemodelan.	Siswa merancang langkah kerja proyek, menentukan strategi, serta membagi peran dalam kelompok.
Tahap 3: Penyusunan jadwal	Guru membantu penyusunan jadwal kegiatan proyek secara sistematis.	Siswa menyusun jadwal kegiatan eksplorasi dan pemodelan fungsi kuadrat sesuai rencana kerja.
Tahap 4: Pelaksanaan dan monitoring proyek	Guru memfasilitasi dan memantau kegiatan eksplorasi serta pemodelan menggunakan GeoGebra dan memberikan umpan balik.	Siswa melakukan eksplorasi (LKPD 1: koefisien dan grafik) serta pemodelan (LKPD 2: FitPoly) secara kolaboratif.
Tahap 5: Penilaian hasil	Guru menilai produk proyek berdasarkan ketepatan model fungsi kuadrat, grafik, dan interpretasi.	Siswa menyajikan hasil berupa grafik, model fungsi kuadrat, dan interpretasi dalam konteks nyata.
Tahap 6: Evaluasi pengalaman	Guru memfasilitasi refleksi terhadap proses pembelajaran dan hasil proyek.	Siswa melakukan refleksi terhadap proses berpikir dan pemahaman yang diperoleh.

Sintaks tersebut menunjukkan bahwa *Project Based Learning* (PjBL) tidak hanya menekankan pada penyelesaian proyek, tetapi juga pada proses berpikir yang melibatkan aktivitas interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi. Dalam penelitian ini, integrasi GeoGebra dan LKPD memungkinkan siswa melakukan eksplorasi konsep fungsi kuadrat secara visual serta menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual.

Sebagai hasil dari pelaksanaan tahapan *Project Based Learning* (PjBL), siswa menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat yang diperoleh melalui pemodelan data menggunakan GeoGebra. Pada tahap ini, siswa memanfaatkan fitur *FitPoly* untuk membentuk kurva parabola berdasarkan titik-titik yang diperoleh dari objek kontekstual.



**Gambar 2.1 Hasil Pemodelan Fungsi Kuadrat Menggunakan GeoGebra (FitPoly)**

Gambar 2.1 menunjukkan hasil pemodelan fungsi kuadrat menggunakan fitur *FitPoly* pada GeoGebra. Berdasarkan titik-titik yang dimasukkan, terbentuk grafik parabola yang merepresentasikan pola data secara visual. Melalui kegiatan ini, siswa tidak hanya memahami konsep fungsi kuadrat, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan konteks nyata serta menjelaskan hubungan antara data dan bentuk grafik secara logis.

#### **d. Kelebihan dan Kelemahan Model Project Based Learning (PjBL)**

##### **1. Kelebihan Project Based Learning (PjBL)**

Menurut (Bell, 2010), *Project Based Learning* (PjBL) memiliki sejumlah keunggulan dalam pembelajaran, khususnya dalam pembelajaran matematika, antara lain:

1. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis melalui aktivitas analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah.
2. Meningkatkan motivasi belajar melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna.
3. Mendorong keaktifan serta kemandirian belajar siswa dalam proses pembelajaran.
4. Mengembangkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi melalui kerja kelompok.
5. Memperdalam pemahaman konsep matematika melalui penerapan pada situasi nyata, seperti pemodelan fungsi kuadrat.

Keunggulan tersebut menunjukkan bahwa *Project Based Learning* (PjBL) tidak hanya berorientasi pada hasil belajar, tetapi juga pada proses berpikir yang melibatkan aktivitas berpikir tingkat tinggi.

## **2. Kelemahan Project Based Learning (PjBL)**

Menurut Thomas (2000), *Project Based Learning* (PjBL) juga memiliki beberapa keterbatasan, antara lain:

1. Membutuhkan waktu pembelajaran yang relatif lebih lama dibandingkan pembelajaran konvensional.
2. Memerlukan perencanaan dan pengelolaan pembelajaran yang matang.
3. Menuntut kemampuan guru dalam mengelola kelas serta aktivitas kelompok secara efektif.
4. Tidak semua materi matematika sesuai diterapkan dengan model berbasis proyek.
5. Perbedaan kemampuan awal matematika (KAM) siswa dapat memengaruhi keberhasilan pelaksanaan pembelajaran.

Dengan demikian, penerapan *Project Based Learning* (PjBL) perlu disesuaikan dengan karakteristik materi, kondisi siswa, serta perencanaan pembelajaran yang tepat agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal.

### **e. Keterkaitan Project Based Learning (PjBL) dengan Variabel Penelitian**

*Project Based Learning* (PjBL) memiliki keterkaitan yang kuat dengan variabel dalam penelitian ini, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kemampuan berpikir kritis matematis

*Project Based Learning* (PjBL) mendorong siswa untuk melakukan aktivitas analisis, evaluasi, serta penarikan kesimpulan melalui penyelesaian proyek berbasis masalah. Proses ini secara langsung mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis, khususnya pada indikator analisis dan evaluasi.

## 2. Motivasi belajar matematis

Pembelajaran berbasis proyek memberikan pengalaman belajar yang kontekstual, bermakna, dan menantang, sehingga mampu meningkatkan minat, keterlibatan, dan tanggung jawab siswa dalam pembelajaran matematika.

## 3. Kemampuan awal matematika (KAM)

*Project Based Learning* (PjBL) memberikan kesempatan kepada siswa dengan kemampuan awal yang beragam untuk berpartisipasi aktif melalui kerja kelompok dan aktivitas proyek. Dalam hal ini, KAM berperan sebagai variabel moderasi yang dapat memperkuat atau memperlemah pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa.

Dengan demikian, dalam penelitian ini *Project Based Learning* (PjBL) diposisikan sebagai variabel bebas yang diduga berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa, serta berinteraksi dengan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi.

#### **2.1.4 Model Contextual Teaching and Learning (CTL)**

Model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) merupakan model pembelajaran yang menekankan keterkaitan antara materi pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata siswa, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam situasi nyata (Johnson, 2002).

Secara teoretis, *Contextual Teaching and Learning* berlandaskan pada teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman, interaksi, dan refleksi. Pendekatan ini memungkinkan siswa mengonstruksi pengetahuan melalui pengalaman yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran tidak hanya berorientasi pada hasil, tetapi pada pemahaman konsep secara mendalam.

##### **a. Pengertian Model Contextual Teaching and Learning (CTL)**

*Contextual Teaching and Learning* (CTL) merupakan model pembelajaran yang membantu siswa memahami materi dengan cara mengaitkan pengetahuan yang dipelajari dengan konteks kehidupan nyata, sehingga siswa mampu mengonstruksi sendiri pemahamannya secara aktif (Johnson, 2002).

Dengan demikian, CTL merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pemahaman konsep melalui pengalaman kontekstual, bukan sekadar penyelesaian tugas atau produk pembelajaran.

## **b. Karakteristik Model Contextual Teaching and Learning (CTL)**

Karakteristik utama *Contextual Teaching and Learning* meliputi:

- Berbasis pada konteks kehidupan nyata
- Bersifat *student-centered learning*
- Mengintegrasikan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS)
- Menekankan pengalaman langsung (*learning by doing*)
- Melibatkan refleksi dan evaluasi

Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa CTL dirancang untuk membantu siswa memahami konsep secara mendalam melalui keterkaitan dengan pengalaman nyata, sehingga meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar.

## **c. Sintaks Model Contextual Teaching and Learning (CTL)**

Sintaks pembelajaran menggunakan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dalam penelitian ini mengacu pada komponen utama CTL menurut (Johnson, 2002), yang meliputi: konstruktivisme, inkuiri, bertanya, masyarakat belajar, pemodelan, refleksi, dan penilaian autentik. Namun demikian, tahapan tersebut diadaptasi dengan karakteristik materi fungsi kuadrat, penggunaan GeoGebra sebagai media eksplorasi, serta aktivitas pada LKPD berbasis kontekstual.

Adaptasi ini bertujuan agar pembelajaran tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga operasional dan kontekstual sesuai dengan proses pembelajaran di kelas.

**Tabel 2.2 Sintaks Contextual Teaching and Learning (CTL)**

<b>Tahap CTL</b>	<b>Aktivitas Guru</b>	<b>Aktivitas Siswa</b>
Tahap 1: Konstruktivisme	Guru menyajikan konteks nyata (pancuran air/parabola)	Siswa menghubungkan pengalaman nyata dengan

	dan mengaitkan dengan konsep fungsi kuadrat.	konsep fungsi kuadrat sebagai pemahaman awal.
Tahap 2: Inkuiri	Guru membimbing eksplorasi konsep fungsi kuadrat menggunakan GeoGebra untuk memahami bentuk grafik dan pengaruh koefisien.	Siswa mengeksplorasi grafik fungsi kuadrat melalui GeoGebra dan menemukan hubungan antar konsep.
Tahap 3: Bertanya	Guru mengajukan pertanyaan pemantik yang mengarah pada analisis dan pemahaman konsep.	Siswa mengajukan dan menjawab pertanyaan sebagai bagian dari proses berpikir kritis.
Tahap 4: Masyarakat belajar	Guru memfasilitasi diskusi kelompok untuk memperkuat pemahaman konsep.	Siswa berdiskusi dan bertukar ide dalam memahami konsep fungsi kuadrat secara kolaboratif.
Tahap 5: Pemodelan	Guru memberikan contoh penyelesaian masalah kontekstual terkait fungsi kuadrat.	Siswa mengamati dan mengembangkan strategi penyelesaian masalah secara logis.
Tahap 6: Refleksi	Guru memfasilitasi refleksi terhadap proses pembelajaran dan pemahaman konsep.	Siswa merefleksikan proses berpikir dan pemahaman yang diperoleh.
Tahap 7: Penilaian autentik	Guru menilai proses dan hasil belajar berdasarkan aktivitas dan pemahaman siswa.	Siswa menunjukkan pemahaman melalui penyelesaian masalah dan penjelasan konsep fungsi kuadrat.

Sintaks tersebut menunjukkan bahwa *Contextual Teaching and Learning* (CTL) menekankan pada proses pemahaman konsep melalui keterkaitan dengan konteks nyata, eksplorasi, serta interaksi sosial. Dalam penelitian ini, penggunaan GeoGebra mendukung proses eksplorasi konsep fungsi kuadrat secara visual, sehingga membantu siswa dalam melakukan interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi secara lebih bermakna.

Berbeda dengan *Project Based Learning* (PjBL) yang berorientasi pada produk berupa proyek, CTL lebih menekankan pada pemahaman konseptual

melalui pengalaman belajar kontekstual tanpa menuntut produk sebagai hasil akhir pembelajaran.

#### **d. Kelebihan dan Kelemahan Model Contextual Teaching and Learning (CTL)**

##### **1. Kelebihan Contextual Teaching and Learning (CTL)**

Menurut (Johnson, 2002), *Contextual Teaching and Learning* (CTL) memiliki sejumlah kelebihan dalam pembelajaran matematika, antara lain:

1. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis melalui aktivitas memahami, menganalisis, dan mengevaluasi konsep dalam konteks nyata.
2. Meningkatkan motivasi belajar siswa karena materi yang dipelajari relevan dengan kehidupan sehari-hari.
3. Mendorong keaktifan dan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran.
4. Mempermudah pemahaman konsep matematika yang abstrak menjadi lebih konkret melalui pengalaman kontekstual.
5. Mengakomodasi perbedaan kemampuan awal matematika (KAM) melalui pengalaman belajar yang beragam dan bermakna.

Keunggulan tersebut menunjukkan bahwa *Contextual Teaching and Learning* (CTL) efektif dalam membantu siswa memahami konsep fungsi kuadrat secara lebih mendalam melalui keterkaitan dengan situasi nyata.

##### **2. Kelemahan Contextual Teaching and Learning (CTL)**

Di samping kelebihannya, Johnson (2002) juga mengemukakan beberapa keterbatasan dalam penerapan *Contextual Teaching and Learning* (CTL), yaitu:

1. Membutuhkan kreativitas guru dalam mengaitkan materi dengan konteks kehidupan nyata.

2. Memerlukan waktu pembelajaran yang relatif lebih lama dibandingkan pembelajaran konvensional.
3. Tidak semua materi matematika mudah dikaitkan dengan konteks nyata.
4. Menuntut kesiapan siswa untuk aktif berpikir dan terlibat dalam pembelajaran.
5. Perbedaan kemampuan awal matematika (KAM) dapat memengaruhi tingkat pemahaman siswa.

Dengan demikian, penerapan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) perlu disesuaikan dengan karakteristik materi, kesiapan siswa, serta perencanaan pembelajaran yang matang agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal.

#### **e. Keterkaitan Contextual Teaching and Learning (CTL) dengan Variabel Penelitian**

*Contextual Teaching and Learning* (CTL) memiliki keterkaitan yang kuat dengan variabel dalam penelitian ini, yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Kemampuan berpikir kritis matematis : *Contextual Teaching and Learning* (CTL) mendorong siswa memahami konsep melalui keterkaitan dengan konteks kehidupan nyata, sehingga siswa terlibat dalam aktivitas interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi secara bermakna. Dalam pembelajaran fungsi kuadrat berbantuan GeoGebra, eksplorasi grafik dan keterkaitannya dengan situasi nyata memperkuat kemampuan analisis dan evaluasi sebagai fokus utama indikator berpikir kritis.
2. Motivasi belajar matematis : Pembelajaran kontekstual yang relevan dengan pengalaman siswa meningkatkan minat, keterlibatan, dan ketekunan dalam

belajar. Integrasi konteks nyata dan visualisasi melalui GeoGebra membuat pembelajaran lebih menarik dan bermakna, sehingga mendorong peningkatan motivasi belajar matematis siswa.

3. Kemampuan awal matematika (KAM) : *Contextual Teaching and Learning* (CTL) memberikan ruang bagi siswa dengan kemampuan awal yang beragam untuk memahami konsep melalui pengalaman langsung dan diskusi. Dalam hal ini, kemampuan awal matematika (KAM) berperan sebagai variabel moderasi yang dapat memperkuat atau memperlemah pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa.

Dengan demikian, dalam penelitian ini *Contextual Teaching and Learning* (CTL) diposisikan sebagai variabel bebas yang diduga berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa, serta berinteraksi dengan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi.

#### **f. Penguatan Keterkaitan dengan Tujuan Penelitian**

Berdasarkan uraian tersebut, model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) memiliki potensi yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa melalui pembelajaran yang kontekstual, aktif, dan bermakna. Namun, efektivitas penerapan model ini tidak terlepas dari perbedaan kemampuan awal matematika (KAM) yang dimiliki siswa.

Oleh karena itu, diperlukan pengujian secara empiris untuk menganalisis pengaruh penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual*

*Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa, serta untuk menguji interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM).

### **2.1.5 GeoGebra sebagai Media Pembelajaran**

GeoGebra merupakan perangkat lunak matematika dinamis yang mengintegrasikan geometri, aljabar, dan grafik dalam satu platform interaktif (Hohenwarter & Lavicza, 2010). Pemanfaatan GeoGebra dalam pembelajaran memungkinkan siswa memahami konsep matematika secara lebih konkret melalui visualisasi dan eksplorasi langsung.

Dalam pembelajaran matematika, GeoGebra memfasilitasi siswa untuk mengamati keterkaitan antara representasi aljabar dan grafik secara real-time, sehingga konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami (Preiner, 2008). Selain itu, GeoGebra mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*) melalui aktivitas eksploratif, investigatif, dan interaktif.

Dengan demikian, GeoGebra tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga sebagai media pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif siswa serta mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, khususnya dalam memahami konsep fungsi kuadrat.

#### **a. Peran GeoGebra dalam Pembelajaran Matematika**

Dalam penelitian ini, GeoGebra memiliki peran strategis sebagai berikut:

##### **1. Mendukung kemampuan berpikir kritis matematis**

GeoGebra membantu siswa dalam melakukan interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi melalui eksplorasi hubungan antara bentuk aljabar

dan grafik fungsi kuadrat secara dinamis. Aktivitas ini selaras dengan indikator kemampuan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian.

## 2. Meningkatkan motivasi belajar matematis

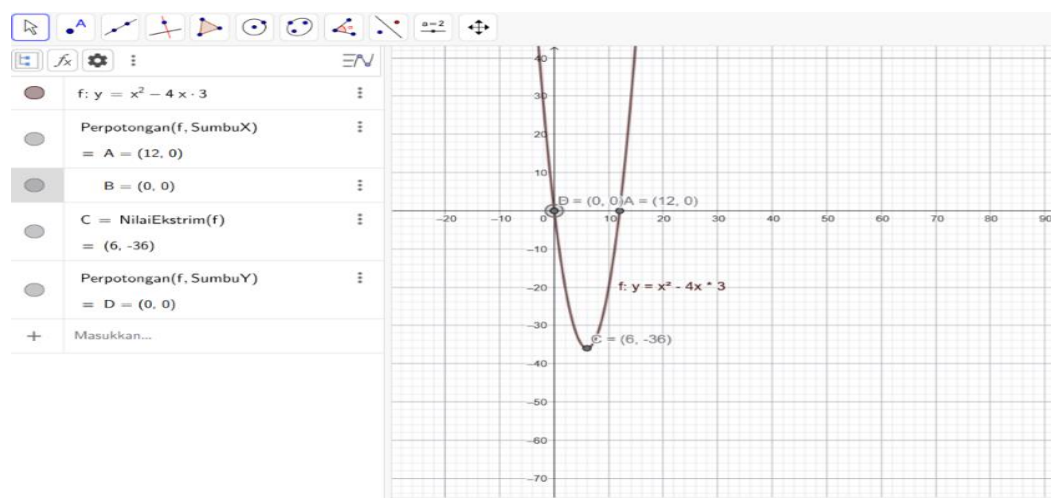
Visualisasi interaktif yang disajikan melalui GeoGebra menjadikan pembelajaran lebih menarik dan bermakna, sehingga meningkatkan minat, keterlibatan, dan keaktifan siswa dalam pembelajaran matematika.

## 3. Mempermudah pemahaman konsep abstrak

Konsep matematika yang abstrak, seperti fungsi kuadrat, dapat divisualisasikan secara dinamis sehingga lebih mudah dipahami oleh siswa, khususnya dalam menghubungkan bentuk aljabar dengan representasi grafis.

### b. Visualisasi Fungsi Kuadrat dengan GeoGebra

GeoGebra digunakan sebagai media untuk memvisualisasikan grafik fungsi kuadrat sehingga siswa dapat mengamati secara langsung hubungan antara koefisien dan bentuk grafik parabola secara dinamis.



Gambar 2.2 Visualisasi Fungsi Kuadrat dengan GeoGebra

Visualisasi tersebut memungkinkan siswa untuk mengidentifikasi karakteristik utama fungsi kuadrat, antara lain:

- Bentuk dan arah parabola
- Titik puncak (vertex) sebagai nilai maksimum atau minimum
- Sumbu simetri sebagai garis pembagi grafik

Selain itu, melalui eksplorasi menggunakan GeoGebra, siswa dapat mengamati perubahan grafik secara real-time akibat variasi koefisien, sehingga membantu dalam memahami keterkaitan antara bentuk aljabar dan representasi grafis secara lebih konkret.

Dengan demikian, gambar tersebut berfungsi sebagai ilustrasi konseptual yang mendukung proses eksplorasi dan memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep fungsi kuadrat, khususnya dalam mengembangkan kemampuan analisis dan evaluasi.

### **c. Keterkaitan GeoGebra dengan Model Pembelajaran**

Penggunaan GeoGebra dalam penelitian ini diintegrasikan secara sistematis dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL), dengan peran yang berbeda namun saling melengkapi sebagai berikut:

#### **1. Pada Project Based Learning (PjBL)**

GeoGebra digunakan sebagai alat eksplorasi dan pemodelan dalam penyelesaian proyek berbasis masalah. Siswa memanfaatkan GeoGebra untuk merepresentasikan data, memvisualisasikan grafik, serta membangun model fungsi kuadrat melalui fitur *FitPoly*. Penggunaan ini mendukung

proses analisis dan evaluasi, sekaligus menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat sebagai hasil proyek.

## 2. Pada Contextual Teaching and Learning (CTL)

GeoGebra digunakan sebagai media eksplorasi untuk membantu siswa memahami konsep fungsi kuadrat melalui keterkaitan dengan konteks kehidupan nyata. Melalui visualisasi interaktif, siswa dapat mengamati perubahan grafik secara dinamis, sehingga mendukung proses interpretasi dan analisis konsep secara lebih bermakna tanpa menekankan produk.

Dengan demikian, GeoGebra dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga sebagai media pembelajaran yang terintegrasi dalam model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Integrasi tersebut berkontribusi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa, serta memperkuat keterkaitan antara konsep fungsi kuadrat dan representasi visualnya.

### **2.1.5.1 Keunggulan Project Based Learning (PjBL) Berbantuan GeoGebra**

Penerapan *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra dalam pembelajaran fungsi kuadrat memberikan sejumlah keunggulan sebagai berikut:

1. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis melalui aktivitas interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi dalam penyelesaian masalah berbasis proyek.
2. Meningkatkan motivasi belajar matematis melalui pengalaman belajar yang kontekstual, menantang, dan bermakna.

3. Mempermudah pemahaman konsep abstrak melalui visualisasi dinamis hubungan antara bentuk aljabar dan grafik fungsi kuadrat menggunakan GeoGebra.
4. Mendorong kolaborasi dan komunikasi melalui kerja kelompok dalam merancang dan menyelesaikan proyek.
5. Menghasilkan produk pembelajaran berupa model fungsi kuadrat (grafik dan persamaan melalui fitur *FitPoly*) serta laporan/presentasi sebagai representasi pemahaman siswa.

Keunggulan tersebut menunjukkan bahwa integrasi PjBL dengan GeoGebra tidak hanya menekankan proses, tetapi juga menghasilkan produk yang merefleksikan pemahaman konseptual siswa secara utuh.

#### **2.1.5.2 Keunggulan Contextual Teaching and Learning (CTL) Berbantuan GeoGebra**

Integrasi *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dengan GeoGebra dalam pembelajaran fungsi kuadrat memberikan keunggulan sebagai berikut:

1. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis melalui pemahaman konsep yang dikaitkan dengan konteks kehidupan nyata, sehingga mendukung proses interpretasi dan analisis secara bermakna.
2. Meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar karena pembelajaran relevan dengan pengalaman siswa dan didukung visualisasi interaktif.
3. Mempermudah pemahaman konsep matematika melalui eksplorasi grafik fungsi kuadrat secara dinamis menggunakan GeoGebra.

4. Mendorong keaktifan dan diskusi dalam pembelajaran melalui kegiatan eksplorasi dan *learning community*.
5. Mengaitkan konsep matematika dengan kehidupan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna tanpa menekankan produk.

Keunggulan tersebut menegaskan bahwa CTL berbantuan GeoGebra berfokus pada penguatan pemahaman konsep melalui eksplorasi kontekstual, yang secara langsung mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa.

### **2.1.5.3 Integrasi Project Based Learning (PjBL) dan GeoGebra**

Integrasi *Project Based Learning* (PjBL) dengan GeoGebra dalam penelitian ini menekankan pada rangkaian aktivitas eksplorasi, analisis, dan representasi konsep fungsi kuadrat melalui kegiatan berbasis proyek. GeoGebra dimanfaatkan sebagai alat eksplorasi dan pemodelan untuk memvisualisasikan grafik, menganalisis hubungan antar variabel, serta membangun model fungsi kuadrat menggunakan fitur *FitPoly*.

Melalui LKPD 1 (eksplorasi konsep) dan LKPD 2 (pemodelan proyek), siswa secara bertahap melakukan investigasi, menyusun strategi penyelesaian, hingga menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat yang disajikan dalam bentuk grafik dan persamaan. Proses ini mendorong keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi.

Dengan demikian, integrasi *Project Based Learning* (PjBL) dan GeoGebra tidak hanya menekankan pada proses pembelajaran, tetapi juga pada produk yang

dihasilkan, sehingga mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis dan meningkatkan motivasi belajar siswa. Selain itu, perbedaan kemampuan awal matematika (KAM) berperan dalam menentukan kualitas proses dan hasil proyek yang dihasilkan siswa.

#### **2.1.5.4 Integrasi Contextual Teaching and Learning (CTL) dan GeoGebra**

Integrasi *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dengan GeoGebra dalam penelitian ini menekankan pembelajaran yang mengaitkan konsep fungsi kuadrat dengan konteks kehidupan nyata siswa. GeoGebra digunakan sebagai media eksplorasi untuk membantu siswa memahami hubungan antara bentuk aljabar dan representasi grafik secara visual dan interaktif.

Melalui aktivitas pada LKPD berbasis kontekstual, siswa mengeksplorasi perubahan grafik fungsi kuadrat, mengamati keterkaitan antar konsep, serta mendiskusikan hasil pengamatan dalam kelompok. Proses ini mendukung aktivitas interpretasi dan analisis secara bermakna tanpa menekankan pada produk pembelajaran.

Dengan demikian, integrasi *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dan GeoGebra berfokus pada penguatan pemahaman konsep melalui pengalaman kontekstual, yang secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa. Dalam hal ini, kemampuan awal matematika (KAM) juga berperan sebagai variabel moderasi yang memengaruhi tingkat pemahaman siswa.

### 2.1.6 Fungsi Kuadra

Fungsi kuadrat merupakan fungsi polinomial berderajat dua yang memiliki bentuk umum:

$$f(x) = ax^2 + bx + c, \quad a \neq 0$$

Fungsi ini memiliki peran penting dalam pembelajaran matematika karena berkaitan dengan representasi grafik berbentuk parabola serta analisis hubungan antara koefisien dan bentuk grafik. Oleh karena itu, materi fungsi kuadrat dipilih karena memiliki karakteristik yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis, khususnya melalui aktivitas analisis dan evaluasi.

#### 2.1.6.1 Karakteristik Fungsi Kuadrat

Karakteristik fungsi kuadrat meliputi arah parabola yang ditentukan oleh koefisien  $a$ , titik puncak (*vertex*) yang menunjukkan nilai maksimum atau minimum, sumbu simetri yang menunjukkan keseimbangan grafik, serta titik potong sumbu yang merepresentasikan solusi fungsi.

Karakteristik tersebut menuntut kemampuan siswa dalam menginterpretasikan, menganalisis, dan mengevaluasi hubungan antar komponen fungsi. Dengan demikian, pemahaman karakteristik fungsi kuadrat sangat relevan dalam mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

#### 2.1.6.2 Unsur Penting Fungsi Kuadrat

Unsur-unsur penting fungsi kuadrat meliputi:

- Titik puncak (*vertex*)

- $x = -\frac{b}{2a}$  dan  $y = f(x) = \left(x = -\frac{b}{2a}\right)$

- Sumbu simetri

- $x = -\frac{b}{2a}$

- Akar-akar persamaan

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

- Diskriminan

$$D = b^2 - 4ac$$

- ✓  $D > 0$ : dua akar real
- ✓  $D = 0$ : akar kembar
- ✓  $D < 0$ : tidak memiliki akar real

- Nilai maksimum/minimum

- ✓  $a > 0$ : nilai minimum
- ✓  $a < 0$ : nilai maksimum

- Hubungan koefisien dan grafik

- ✓  $a$ : arah dan lebar parabola
- ✓  $b$ : posisi titik puncak
- ✓  $c$ : titik potong sumbu  $y$

Unsur-unsur tersebut membantu siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi sifat grafik fungsi kuadrat secara sistematis, khususnya dalam memahami hubungan antara bentuk aljabar dan representasi grafis. Dalam pembelajaran berbantuan GeoGebra, siswa dapat mengamati secara langsung perubahan karakteristik grafik akibat variasi koefisien, sehingga mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis, terutama pada indikator analisis dan evaluasi.

### 2.1.6.3 Cara Mengaplikasikan Fungsi Kuadrat melalui GeoGebra

Pemanfaatan GeoGebra dalam pembelajaran fungsi kuadrat bertujuan untuk membantu siswa memahami konsep secara visual dan interaktif. Melalui GeoGebra, siswa dapat mengamati secara langsung hubungan antara koefisien fungsi kuadrat dengan bentuk grafik parabola, sehingga mempermudah proses interpretasi, analisis, dan evaluasi konsep.

Langkah-langkah penerapan fungsi kuadrat menggunakan GeoGebra dalam penelitian ini disesuaikan dengan aktivitas pada LKPD eksplorasi dan pemodelan, sebagai berikut:

1. Memasukkan Persamaan Fungsi Kuadrat

Siswa mengetikkan bentuk umum fungsi kuadrat pada kolom input GeoGebra untuk menampilkan grafik parabola secara otomatis.

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

2. Menentukan Titik Puncak (*Vertex*)

Siswa menggunakan fitur *extremum* atau mengamati langsung titik tertinggi/terendah pada grafik untuk mengetahui koordinat titik puncak.

3. Mengidentifikasi Sumbu Simetri

Sumbu simetri diamati sebagai garis vertikal yang membagi parabola menjadi dua bagian yang simetris, yaitu:  $x = -\frac{b}{2a}$

4. Menentukan Akar-Akar Persamaan

Siswa menggunakan fitur *intersect* untuk menemukan titik potong grafik dengan sumbu  $x$ , yang menunjukkan akar-akar persamaan kuadrat.

5. Menganalisis Diskriminan Secara Visual

Siswa mengamati jumlah titik potong grafik dengan sumbu  $x$  untuk menentukan jenis akar (dua akar real, satu akar, atau tidak memiliki akar real).

#### 6. Menentukan Nilai Maksimum atau Minimum

Nilai maksimum atau minimum ditentukan berdasarkan arah buka parabola yang diamati langsung dari grafik.

#### 7. Mengeksplorasi Pengaruh Koefisien $(a,b,c)$

Siswa menggunakan fitur *slider* pada GeoGebra untuk mengubah nilai koefisien dan mengamati pengaruhnya terhadap bentuk dan posisi grafik secara dinamis.

Melalui langkah-langkah tersebut, GeoGebra tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai media eksplorasi yang memungkinkan siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis. Aktivitas eksplorasi ini mendorong siswa untuk menginterpretasikan grafik, menganalisis hubungan antar komponen fungsi, mengevaluasi perubahan yang terjadi, serta menjelaskan hasil pengamatan secara sistematis.

Dengan demikian, penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran fungsi kuadrat mampu meningkatkan pemahaman konsep secara mendalam serta membantu siswa dalam menghubungkan representasi aljabar dan grafis secara lebih bermakna.

#### **2.1.6.4 Keterkaitan Materi dengan Variabel Penelitian**

Materi fungsi kuadrat dalam penelitian ini digunakan sebagai konteks pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis dan

motivasi belajar matematis siswa. Karakteristik fungsi kuadrat yang mengaitkan bentuk aljabar dengan representasi grafik memberikan peluang bagi siswa untuk melakukan aktivitas berpikir tingkat tinggi, khususnya pada indikator interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi.

Melalui pembelajaran berbantuan GeoGebra, siswa dapat mengeksplorasi hubungan antara koefisien dan bentuk grafik secara dinamis, sehingga membantu dalam memahami konsep secara lebih mendalam dan sistematis. Aktivitas ini selaras dengan kegiatan pada LKPD, baik pada tahap eksplorasi konsep (*Contextual Teaching and Learning*) maupun pada tahap pemodelan proyek (*Project Based Learning*).

Dengan demikian, materi fungsi kuadrat menjadi sarana yang relevan untuk menguji pengaruh penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa. Selain itu, materi ini juga memungkinkan analisis interaksi antara model pembelajaran dengan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi.

#### **2.1.7 Kemampuan Awal Matematika (KAM)**

Kemampuan awal matematika (KAM) merupakan kemampuan dasar yang dimiliki siswa sebelum mengikuti proses pembelajaran, yang berfungsi sebagai landasan dalam memahami konsep baru. KAM berperan dalam menentukan bagaimana siswa menerima, mengolah, dan mengintegrasikan informasi, sehingga berpengaruh langsung terhadap keberhasilan belajar.

Dalam perspektif teori kognitif, (Ausubel, 1968) menegaskan bahwa pengetahuan awal merupakan faktor utama yang memengaruhi proses pembelajaran. Pendapat ini diperkuat oleh (Gagne, 1985) yang menyatakan bahwa kesiapan awal menentukan tingkat pemahaman konsep dan hasil belajar. Selain itu, Slavin (2014) menjelaskan bahwa siswa dengan kemampuan awal yang baik cenderung lebih mampu melakukan analisis dan evaluasi, sehingga KAM memiliki keterkaitan erat dengan kemampuan berpikir kritis matematis.

Dalam penelitian ini, KAM diukur melalui tes awal (*pretest*) berbasis indikator berpikir kritis untuk mengelompokkan siswa ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah. Pengelompokan ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan kemampuan dasar siswa dalam memahami materi fungsi kuadrat.

KAM diposisikan sebagai variabel moderasi yang berfungsi memperkuat atau memperlemah pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa. Siswa dengan KAM tinggi cenderung lebih cepat dalam melakukan analisis dan evaluasi, sedangkan siswa dengan KAM rendah memerlukan dukungan melalui eksplorasi visual dan aktivitas kontekstual.

Dengan demikian, KAM menjadi faktor penting dalam menganalisis interaksi antara model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa.

## 2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian penelitian yang relevan dalam penelitian ini bertujuan untuk memperkuat landasan empiris terkait pengaruh model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa.

Beberapa hasil penelitian terdahulu yang relevan diuraikan sebagai berikut:

1. (Bell, 2010) dalam penelitiannya yang berjudul *Project-Based Learning for the 21st Century* menunjukkan bahwa penerapan *Project Based Learning* (PjBL) mampu meningkatkan hasil belajar kognitif, motivasi belajar, keterampilan kolaborasi, serta kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*).
2. (Himmi et al., 2025) menunjukkan bahwa PjBL secara konsisten meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis melalui aktivitas investigatif dan kontekstual.
3. (Setyawan et al., 2024) menyimpulkan bahwa PjBL berbantuan GeoGebra lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui visualisasi konsep secara dinamis.
4. (Halim, 2025) menunjukkan bahwa PjBL meningkatkan kemampuan pemecahan masalah melalui aktivitas analisis, penyusunan strategi, dan evaluasi solusi secara sistematis.

5. (Jatisunda, 2024) menemukan bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah kontekstual yang relevan dengan dunia kerja.
6. (Tambunan & Mahmudi, 2024) menunjukkan bahwa *Contextual Teaching and Learning* (CTL) secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis dibandingkan pembelajaran konvensional.
7. (Rahayu et al., 2021) menyimpulkan bahwa CTL berpengaruh positif terhadap hasil belajar dan pemahaman konsep melalui keterkaitan materi dengan konteks kehidupan nyata.
8. (Sari & Mulyono, 2023) menunjukkan bahwa CTL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas diskusi, inkuiri, dan refleksi.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa:

- *Project Based Learning* (PjBL) efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan motivasi belajar melalui aktivitas berbasis proyek yang menuntut keterlibatan aktif siswa.
- *Contextual Teaching and Learning* (CTL) efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, dan motivasi belajar melalui keterkaitan materi dengan konteks kehidupan nyata.
- Penggunaan GeoGebra berperan dalam memperkuat pemahaman konsep melalui visualisasi interaktif yang mendukung proses analisis dan eksplorasi.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas PjBL, CTL, dan GeoGebra secara terpisah, masih terdapat beberapa keterbatasan, yaitu:

1. Penelitian sebelumnya umumnya mengkaji PjBL dan CTL secara terpisah, sehingga belum memberikan gambaran komparatif dalam konteks yang sama.
2. Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran masih cenderung sebagai alat bantu visualisasi, belum terintegrasi secara sistematis dalam model pembelajaran.
3. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada satu variabel dependen, seperti kemampuan berpikir kritis atau motivasi belajar, belum mengkaji keduanya secara simultan.
4. Peran kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi dalam pembelajaran masih belum banyak dikaji secara empiris.

Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan dengan:

- Mengkaji secara simultan penerapan *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra dalam satu konteks pembelajaran.
- Menguji dua variabel dependen sekaligus, yaitu kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis.
- Menempatkan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi untuk menganalisis interaksi antar variabel.
- Mengintegrasikan GeoGebra secara operasional dalam pembelajaran melalui aktivitas eksplorasi (CTL) dan pemodelan proyek (PjBL).

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris dalam pengembangan model pembelajaran matematika berbasis teknologi yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa secara lebih komprehensif.

### **2.3 Kerangka Berpikir**

Kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis merupakan indikator penting dalam menentukan keberhasilan pembelajaran matematika. Kemampuan berpikir kritis mencakup aktivitas interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi secara logis, sedangkan motivasi belajar berperan sebagai pendorong internal dan eksternal yang memengaruhi keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Namun demikian, pembelajaran yang masih berorientasi pada guru (*teacher-centered learning*) menyebabkan rendahnya partisipasi aktif siswa, sehingga berdampak pada belum optimalnya kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis.

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, digunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra. *Project Based Learning* (PjBL) menekankan pada keterlibatan siswa dalam penyelesaian masalah melalui proyek, sehingga berpotensi mengembangkan kemampuan analisis dan evaluasi. Sementara itu, *Contextual Teaching and Learning* (CTL) mengarahkan siswa untuk mengaitkan konsep matematika dengan konteks kehidupan nyata, sehingga memperkuat kemampuan interpretasi dan pemahaman konseptual. Dukungan

GeoGebra sebagai media pembelajaran memungkinkan visualisasi konsep secara dinamis, sehingga mempermudah proses eksplorasi dan representasi matematis.

Dalam konteks ini, kemampuan awal matematika (KAM) dipandang sebagai variabel moderasi yang memengaruhi efektivitas model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis. Siswa dengan KAM tinggi cenderung lebih adaptif terhadap aktivitas analitis, sedangkan siswa dengan KAM rendah lebih terbantu melalui pendekatan visual dan kontekstual yang disediakan oleh GeoGebra dan model pembelajaran yang digunakan.

Dengan demikian, model pembelajaran (*Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra) diposisikan sebagai variabel bebas, kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis sebagai variabel terikat, serta kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi. Hubungan kausal antarvariabel tersebut membentuk suatu kerangka konseptual yang menjadi dasar dalam perumusan hipotesis penelitian. Hubungan antarvariabel tersebut selanjutnya disajikan dalam kerangka konseptual pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gambar Diagram Kerangka Konseptual Model Pembelajaran

## 2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir yang telah dikemukakan, hipotesis penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
2. Terdapat interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
3. Terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap motivasi belajar matematis siswa.

4. Terdapat interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar matematis siswa.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian**

##### **3.1.1 Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang berlandaskan pada filsafat positivisme untuk menguji hubungan antarvariabel secara objektif melalui analisis statistik (Sugiyono, 2018). Pendekatan ini menekankan pengukuran variabel secara sistematis sehingga menghasilkan temuan yang dapat diuji secara empiris (*empirical testing*) (Creswell & Creswell, 2018).

Pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini digunakan untuk menguji pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa. Desain penelitian yang digunakan adalah *quasi-experimental* dengan pola *pretest-posttest two-group design* yang dipadukan dengan desain faktorial  $2 \times 3$ .

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas, variabel terikat, dan variabel moderasi. Variabel bebas adalah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra. Variabel terikat meliputi kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis. Variabel moderasi adalah kemampuan awal matematika (KAM) yang diperoleh melalui tes awal (*pretest*) dan digunakan untuk mengelompokkan siswa ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah.

Dengan demikian, pendekatan ini memungkinkan pengujian pengaruh model pembelajaran serta interaksinya dengan KAM secara objektif, empiris, dan terukur sesuai dengan tujuan penelitian.

### **3.1.2 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah *quasi-experimental research* (eksperimen semu), yaitu penelitian yang bertujuan untuk menguji pengaruh perlakuan melalui perbandingan antarkelompok tanpa randomisasi penuh (Creswell & Creswell, 2018). Dalam penelitian ini, subjek tidak diacak secara individual karena kelas telah terbentuk secara alami (*intact group*), sehingga digunakan kelas yang sudah ada sebagai kelompok eksperimen.

Penelitian dilaksanakan pada dua kelompok eksperimen, yaitu:

- Kelompok eksperimen I menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra
- Kelompok eksperimen II menggunakan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra

Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada perbandingan efektivitas kedua model pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa.

### 3.1.3 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah *pretest–posttest two-group design* yang dipadukan dengan desain faktorial  $2 \times 3$ . Desain ini memungkinkan pengujian pengaruh utama (*main effect*) model pembelajaran serta interaksinya (*interaction effect*) dengan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap variabel terikat

**Tabel 3.1 Desain Penelitian**

Kelompok	Pretest (KAM)	Perlakuan	Posttest
Eksperimen I	O <sub>1</sub>	PjBL + GeoGebra	O <sub>2</sub>
Eksperimen II	O <sub>1</sub>	CTL + GeoGebra	O <sub>2</sub>

Keterangan:

- O<sub>1</sub> : Pretest (sebagai pengukur kemampuan awal matematika/KAM sekaligus kemampuan awal berpikir kritis)
- O<sub>2</sub> : Posttest kemampuan berpikir kritis matematis
- Angket motivasi diberikan setelah perlakuan

*Pretest* dalam penelitian ini berfungsi untuk mengukur kemampuan awal matematika (KAM) serta mengelompokkan siswa ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah. Dalam penelitian ini, KAM diposisikan sebagai variabel moderasi, bukan sebagai kovariat, sehingga digunakan untuk menguji interaksi antara model pembelajaran dengan:

- kemampuan berpikir kritis matematis
- motivasi belajar matematis

**Tabel 3.2 Desain Penelitian Faktorial  $2 \times 3$**

Model Pembelajaran	KAM Tinggi	KAM Sedang	KAM Rendah
PjBL + GeoGebra	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>
CTL + GeoGebra	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>

**Keterangan:**

- A = Model pembelajaran
- B = Kemampuan awal matematika (KAM)
- $A_1$  = *Project Based Learning* (PjBL)
- $A_2$  = *Contextual Teaching and Learning* (CTL)
- $B_1$  = Tinggi
- $B_2$  = Sedang
- $B_3$  = Rendah

**3.1.4 Pengendalian Validitas Penelitian**

Pengendalian validitas dilakukan untuk memastikan bahwa hasil penelitian benar-benar mencerminkan pengaruh perlakuan secara tepat serta memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi. Validitas yang diperhatikan dalam penelitian ini meliputi validitas internal dan validitas eksternal.

**1. Validitas Internal**

Validitas internal bertujuan untuk memastikan bahwa perubahan pada variabel terikat, yaitu kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis, benar-benar disebabkan oleh perlakuan pembelajaran, bukan oleh faktor lain di luar penelitian.

Upaya yang dilakukan untuk menjaga validitas internal adalah sebagai berikut:

1. Melakukan uji kesetaraan awal melalui uji homogenitas berdasarkan hasil *pretest* kemampuan awal matematika (KAM).
2. Menggunakan instrumen penelitian yang telah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas.

3. Mengendalikan variabel luar dengan menyamakan materi pembelajaran, alokasi waktu, dan guru pengajar pada kedua kelompok.
4. Melaksanakan pembelajaran sesuai dengan sintaks *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berdasarkan modul ajar dan LKPD yang telah disusun.
5. Mengelompokkan siswa berdasarkan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi.
6. Menjaga konsistensi instrumen *pretest* dan *posttest* berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis matematis.

## **2. Validitas Eksternal**

Validitas eksternal berkaitan dengan tingkat keterterapan (generalisasi) hasil penelitian pada konteks yang lebih luas.

Upaya yang dilakukan untuk menjaga validitas eksternal adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan subjek penelitian yang representatif, yaitu siswa kelas X SMK.
2. Melaksanakan pembelajaran dalam kondisi kelas yang nyata (*ecological validity*).
3. Mendeskripsikan prosedur pembelajaran secara sistematis melalui modul ajar dan LKPD.
4. Menggunakan desain faktorial  $2 \times 3$  untuk menganalisis hubungan antarvariabel secara komprehensif.

5. Membatasi generalisasi hasil penelitian pada konteks yang memiliki karakteristik serupa, yaitu pembelajaran matematika pada materi fungsi kuadrat di SMK.

Berdasarkan uraian tersebut, penggunaan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi-experimental*, pola *pretest–posttest two-group design*, serta desain faktorial  $2 \times 3$  dinilai tepat untuk:

1. Menguji pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa.
2. Menganalisis interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **3.2.1 Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Swasta Harapan Stabat yang beralamat di Jl. Letjend. S. Parman No. 05, Kelurahan Kwala Bingai, Kecamatan Stabat, Kabupaten Langkat. Pemilihan lokasi didasarkan pada implementasi Kurikulum Merdeka, dukungan penggunaan teknologi dalam pembelajaran, serta kesiapan sekolah dalam menerapkan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL).

Selain itu, kondisi sekolah yang mendukung dan akses yang memadai menjadikan lokasi ini representatif secara pedagogis dan teknis untuk mengkaji pembelajaran matematika berbantuan GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026 selama  $\pm 5$  minggu, yaitu 5 Januari hingga 5 Februari 2026. Kegiatan dilakukan sesuai jadwal pembelajaran matematika dengan alokasi waktu  $3 \times 45$  menit setiap pertemuan.

Rangkaian kegiatan disusun secara sistematis dan terintegrasi dengan perangkat pembelajaran (modul ajar dan LKPD) berbasis PjBL dan CTL berbantuan GeoGebra, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Timeline Pelaksanaan Penelitian**

<b>Tanggal</b>	<b>Kegiatan</b>	<b>Keterangan</b>
Senin, 5 Januari 2026	Pra-penelitian (Observasi)	Wawancara guru, analisis hasil ulangan, identifikasi masalah, dan persiapan instrumen
Kamis, 8 Januari 2026	Pretest + Angket Awal	Mengukur kemampuan awal matematika (KAM), kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar awal siswa.
Kamis, 15 Januari 2026	Perlakuan 1 (Eksplorasi Konsep)	Eksplorasi grafik fungsi kuadrat berbantuan GeoGebra (LKPD 1 – CTL)
Kamis, 22 Januari 2026	Perlakuan 2 (Pemodelan FitPoly)	Pemodelan objek nyata menggunakan GeoGebra (LKPD 2 – PjBL)
Kamis, 29 Januari 2026	Perlakuan 3 (Produk & Presentasi)	Penyempurnaan model, interpretasi, dan presentasi hasil proyek
Kamis, 5 Februari 2026	Posttest + Angket Akhir	Mengukur kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar

Pelaksanaan perlakuan disesuaikan dengan perangkat pembelajaran yang telah dirancang, yaitu:

- LKPD 1: eksplorasi konsep fungsi kuadrat berbasis CTL
- LKPD 2: pemodelan proyek fungsi kuadrat menggunakan GeoGebra berbasis PjBL

Materi yang digunakan adalah fungsi kuadrat, yang bersifat abstrak sehingga memerlukan visualisasi dan eksplorasi. Oleh karena itu, penggunaan GeoGebra relevan untuk membantu siswa memahami keterkaitan antara representasi aljabar dan grafik secara lebih konkret.

Dengan demikian, waktu pelaksanaan penelitian telah dirancang secara sistematis dan terintegrasi dengan model pembelajaran, perangkat pembelajaran, serta tujuan penelitian dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

### **3.3 Populasi dan Sampel**

#### **3.3.1 Populasi**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMK Swasta Harapan Stabat Tahun Ajaran 2025/2026 yang berjumlah 416 siswa dan tersebar dalam 20 rombongan belajar, yaitu kelas X sebanyak 6 kelas, kelas XI sebanyak 6 kelas, dan kelas XII sebanyak 8 kelas. Menurut Arikunto, populasi merupakan keseluruhan subjek penelitian yang menjadi sasaran untuk diteliti dan ditarik kesimpulannya, yang dalam konteks pendidikan dapat berupa siswa, guru, maupun satuan pendidikan (Ulva, 2023).

Dalam penelitian ini, populasi yang menjadi fokus adalah siswa kelas X. Pemilihan ini didasarkan pada kesesuaian materi fungsi kuadrat yang merupakan bagian dari kurikulum matematika pada jenjang tersebut, serta relevansinya dengan

tujuan penelitian dalam mengkaji kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

### 3.3.2 Sampel

Sampel merupakan bagian dari populasi yang memiliki karakteristik tertentu dan dipilih untuk mewakili keseluruhan populasi (Sugiyono dalam Prasetia, 2022). Dalam penelitian ini, teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kelompok (kelas) yang telah terbentuk.

Teknik ini digunakan karena unit penelitian berupa kelas, sehingga tidak memungkinkan dilakukan pengacakan individu. Oleh karena itu, dua kelas dipilih secara acak dari enam kelas X yang tersedia untuk dijadikan sampel penelitian.

Berdasarkan hasil pemilihan sampel, diperoleh:

- Kelas X TKJ sebagai kelompok eksperimen I yang menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra
- Kelas X MPLB sebagai kelompok eksperimen II yang menggunakan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra

Jumlah siswa pada masing-masing kelas adalah 32 siswa, sehingga total sampel berjumlah 64 siswa.

**Tabel 3.4 Sampel Penelitian**

No	Kelas	Jumlah Siswa	Kelompok	Model Pembelajaran
1	X TKJ	32	Eksperimen I	<i>Project Based Learning</i> (PjBL) berbantuan GeoGebra
2	X MPLB	32	Eksperimen II	<i>Contextual Teaching and Learning</i> (CTL) berbantuan GeoGebra

Jumlah	64		
--------	----	--	--

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari dua kelompok eksperimen tanpa kelas kontrol, sesuai dengan desain *quasi-experimental*. Kelas X TKJ ditetapkan sebagai kelompok eksperimen I, sedangkan kelas X MPLB sebagai kelompok eksperimen II, yang masing-masing diberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda.

Penggunaan teknik *cluster random sampling* didasarkan pada pertimbangan bahwa populasi telah terbagi dalam kelompok yang relatif homogen, sehingga pemilihan sampel dilakukan berdasarkan kelas tanpa mengacak individu. Menurut Creswell, teknik ini memungkinkan pemilihan kelompok secara acak sehingga seluruh anggota kelompok menjadi bagian dari sampel penelitian.

Dengan demikian, pemilihan sampel dalam penelitian ini telah sesuai dengan desain penelitian yang bertujuan untuk membandingkan efektivitas model pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa.

### **3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian**

Definisi operasional variabel merupakan penjelasan mengenai variabel penelitian yang dirumuskan secara spesifik agar dapat diukur secara objektif dan sistematis. Penetapan definisi operasional dalam penelitian ini didasarkan pada landasan teori, indikator variabel, serta disesuaikan dengan desain penelitian, perangkat pembelajaran (modul ajar dan LKPD), dan instrumen yang digunakan.

**Tabel 3.5 Operasional Variabel**

No	Variabel	Jenis	Definisi Operasional	Indikator	Instrumen
1	<i>Project Based Learning</i> (PjBL) berbantuan GeoGebra	Bebas	Model pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan aktivitas eksplorasi, pemodelan, dan pembuatan produk menggunakan GeoGebra	Sintaks PjBL: pertanyaan dasar, perencanaan proyek, pelaksanaan, produk, dan evaluasi	Lembar observasi keterlaksanaan
2	<i>Contextual Teaching and Learning</i> (CTL) berbantuan GeoGebra		Model pembelajaran yang mengaitkan konsep matematika dengan konteks nyata melalui aktivitas eksploratif berbantuan GeoGebra	Konstruktivisme, inkuiri, bertanya, masyarakat belajar, pemodelan, refleksi, penilaian autentik	Lembar observasi keterlaksanaan
3	Kemampuan berpikir kritis matematis	Terikat	Kemampuan siswa dalam menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, dan menjelaskan permasalahan matematis secara logis	Interpretasi, analisis, evaluasi, eksplanasi	Tes uraian ( <i>pretest–posttest</i> )
4	Motivasi belajar matematis		Dorongan internal dan eksternal siswa dalam mengikuti pembelajaran matematika	Hasrat berhasil, kebutuhan belajar, harapan, penghargaan, kegiatan menarik, lingkungan kondusif	Angket motivasi
5	Kemampuan awal	Moderasi	Kemampuan dasar siswa sebelum pembelajaran yang	Skor <i>pretest</i> (tinggi,	Tes awal ( <i>pretest</i> )

	matematika (KAM)		digunakan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan tingkat kemampuan	sedang, rendah)	
--	------------------	--	--	-----------------	--

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini disusun berdasarkan variabel penelitian dan desain *quasi-experimental* yang digunakan. Data yang dikumpulkan meliputi kemampuan berpikir kritis matematis, motivasi belajar matematis, serta kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderasi.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama, yaitu tes, angket, dan dokumentasi, yang masing-masing digunakan untuk mengukur variabel penelitian secara objektif dan sistematis sesuai dengan instrumen yang telah disusun.

#### 3.5.1 Tes Kemampuan Awal Matematika Siswa

Kemampuan awal matematika (KAM) merupakan kemampuan dasar yang dimiliki siswa sebelum mengikuti proses pembelajaran dan mencerminkan kesiapan dalam memahami materi baru. Dalam pembelajaran matematika yang bersifat hierarkis, KAM berperan sebagai prasyarat penting dalam membangun pemahaman konsep selanjutnya (Gagné, 1985).

Dalam penelitian ini, KAM diukur melalui tes awal (*pretest*) yang diberikan sebelum perlakuan pembelajaran. Tes ini difokuskan pada pengukuran kemampuan dasar matematika, bukan kemampuan berpikir kritis, yang meliputi kemampuan mengingat konsep prasyarat, memahami konsep dasar, serta menghubungkan konsep yang telah dipelajari.

Hasil tes KAM digunakan untuk mengukur kemampuan awal siswa, mengelompokkan siswa ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah, serta menguji kesetaraan kemampuan awal antar kelompok eksperimen. Dengan demikian, KAM dalam penelitian ini diposisikan sebagai variabel moderasi yang digunakan untuk menganalisis interaksi antara model pembelajaran dengan kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa.

Kategori	Kriteria
Tinggi	$KAM \geq \bar{X} + SD$
Sedang	$\bar{X} - SD < KAM < \bar{X} + SD$
Rendah	$KAM \leq \bar{X} - SD$

Keterangan :

$\bar{X}$  = Nilai mean KAM

$SD$  = Standaart deviasi nilai KAM

### 3.5.2 Tes Kemampuan Berpikir Kritis

Tes kemampuan berpikir kritis matematis diberikan setelah seluruh rangkaian perlakuan pembelajaran selesai (*posttest*) untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra.

Instrumen tes berbentuk soal uraian sebanyak 5 butir yang dikembangkan berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis menurut (Facione, 2015), serta disesuaikan dengan aktivitas pembelajaran pada LKPD 1 (eksplorasi konsep berbasis CTL) dan LKPD 2 (pemodelan proyek berbasis PjBL menggunakan

*FitPoly*). Aspek yang diukur meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi.

Instrumen ini dirancang tidak hanya untuk mengukur hasil akhir, tetapi juga untuk menilai proses berpikir siswa yang mencerminkan aktivitas eksplorasi dan pemodelan dalam pembelajaran. Setiap butir soal dinilai menggunakan rubrik analitik dengan rentang skor 0–2 pada setiap indikator, sehingga memungkinkan penilaian yang objektif dan sistematis.

**Tabel 3.6 Pedoman Penskoran Kemampuan Berpikir Kritis Matematis**

<b>Aspek</b>	<b>Kriteria Jawaban</b>	<b>Skor</b>
Interpretasi (Memahami masalah)	Tidak memahami masalah / salah total	0
Memahami sebagian tetapi kurang tepat	1	
Memahami masalah secara lengkap dan tepat	2	
Analisis (Menguraikan & menghubungkan konsep)	Tidak melakukan analisis / salah	0
Analisis sebagian / kurang tepat	1	
Analisis lengkap, logis, dan tepat	2	
Evaluasi (Menilai strategi/solusi)	Tidak mengevaluasi / tidak logis	0
Evaluasi ada tetapi lemah	1	
Evaluasi tepat dan didukung alasan	2	
Eksplanasi (Menjelaskan & menyimpulkan)	Tidak ada penjelasan/kesimpulan	0
Penjelasan kurang lengkap	1	
Penjelasan dan kesimpulan logis dan tepat	2	

### 3.5.3 Angket Motivasi Belajar Matematis

Data motivasi belajar matematis siswa diperoleh melalui angket yang disusun berdasarkan indikator motivasi belajar menurut (Uno, 2016) yang diperkuat oleh teori *self-determination* dari (Deci & Ryan, 2000). Angket ini digunakan untuk

mengukur tingkat motivasi belajar siswa setelah pelaksanaan pembelajaran, sehingga diberikan setelah *posttest*.

Indikator yang diukur meliputi: (1) hasrat dan keinginan untuk berhasil, (2) dorongan dan kebutuhan dalam belajar, (3) harapan dan cita-cita masa depan, (4) penghargaan dalam belajar, (5) kegiatan belajar yang menarik, dan (6) lingkungan belajar yang kondusif.

Instrumen angket menggunakan skala Likert dengan lima pilihan jawaban, yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (RR), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Pemberian skor dilakukan dengan skema: pernyataan positif diberi skor 5–1, sedangkan pernyataan negatif diberi skor terbalik (1–5), sehingga memungkinkan pengukuran yang objektif terhadap tingkat motivasi siswam sebagaimana terdapat pada tabel 3.7 berikut :

**Tabel 3.7 Pembobotan Skala Likert**

<b>Pernyataan</b>	<b>Skor Positif</b>	<b>Skor Negatif</b>
Sangat Setuju (SS)	5	1
Setuju (S)	4	2
Ragu-ragu (RR)	3	3
Tidak Setuju (TS)	2	4
Sangat Tidak Setuju (STS)	1	5

Angket motivasi belajar disusun secara operasional dan diselaraskan dengan aktivitas pembelajaran pada modul ajar dan LKPD, sehingga terdapat keterkaitan antara indikator motivasi, aktivitas eksplorasi (CTL), dan aktivitas proyek (PjBL). Dengan demikian, data yang diperoleh mencerminkan kondisi aktual motivasi belajar siswa setelah mengikuti pembelajaran.

### **3.5.4 Dokumentasi**

Dokumentasi digunakan sebagai teknik pengumpulan data pendukung untuk melengkapi dan memperkuat data utama penelitian. Data yang dikumpulkan melalui dokumentasi meliputi data jumlah siswa dan profil sekolah, nilai *pretest* dan *posttest*, hasil pekerjaan siswa (lembar jawaban), bukti pelaksanaan pembelajaran, serta data pembagian kelompok dan kategori kemampuan awal matematika (KAM).

Dokumentasi dalam penelitian ini berfungsi untuk memperkuat keabsahan data, mendukung proses analisis dan interpretasi hasil, serta menjadi bukti empiris pelaksanaan penelitian.

### **3.5.5 Uji Coba Instrumen**

Setelah instrumen penelitian disusun berdasarkan indikator yang selaras dengan tujuan penelitian, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba instrumen (*try-out*). Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui kualitas instrumen sebelum digunakan dalam pengumpulan data utama.

Uji coba dilakukan pada siswa yang memiliki karakteristik serupa dengan subjek penelitian, tetapi berada di luar sampel penelitian. Data hasil uji coba dianalisis secara statistik untuk menilai validitas butir, reliabilitas instrumen, daya pembeda, dan tingkat kesukaran soal, sehingga dapat memastikan bahwa instrumen mampu mengukur variabel secara tepat, konsisten, dan proporsional.

Instrumen yang diuji meliputi: (1) tes kemampuan berpikir kritis matematis berupa soal uraian yang disusun berdasarkan indikator interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi, serta (2) angket motivasi belajar matematis yang

dikembangkan berdasarkan indikator motivasi belajar menurut (Uno, 2016) dan teori *self-determination* dari (Deci & Ryan, 2000).

Uji coba instrumen tidak dilakukan pada kelas eksperimen utama, melainkan pada kelas lain yang setara, sedangkan kelas eksperimen I (PjBL) dan kelas eksperimen II (CTL) digunakan untuk pengumpulan data utama. Melalui uji coba ini, peneliti dapat menyaring, memperbaiki, atau mengeliminasi butir instrumen yang tidak memenuhi kriteria.

Dengan demikian, instrumen yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria valid, reliabel, dan layak digunakan, sehingga mampu menghasilkan data yang akurat dan dapat dipercaya dalam menganalisis pengaruh model pembelajaran, kemampuan berpikir kritis matematis, motivasi belajar matematis, serta interaksinya dengan kemampuan awal matematika (KAM).

#### **3.5.5.1 Uji Validitas Butir Soal**

Uji validitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana instrumen penelitian mampu mengukur variabel yang diteliti secara tepat, yaitu kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa. Instrumen dinyatakan valid apabila setiap butir soal atau pernyataan mampu merepresentasikan indikator yang diukur sehingga data yang diperoleh mencerminkan kondisi sebenarnya.

Uji validitas butir dalam penelitian ini menggunakan korelasi *Product Moment Pearson* dengan taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Rumus uji validitas *Product Moment Pearson* dirumuskan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan:

$r_{xy}$  = Koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y

$N$  = Banyak sampel

$Y$  = Skor setiap item soal yang diperoleh siswa

$X$  = Skor total item soal yang diperoleh siswa

Penentuan validitas dilakukan dengan membandingkan nilai  $r_{hitung}$  dengan  $r_{tabel}$ :

- Jika  $r_{hitung} > r_{tabel}$ , maka butir dinyatakan valid
- Jika  $r_{hitung} \leq r_{tabel}$ , maka butir dinyatakan tidak valid

Nilai  $r_{tabel}$  diperoleh dari tabel distribusi *Product Moment* sesuai dengan jumlah sampel dan taraf signifikansi 5%.

Langkah-langkah uji validitas meliputi: (1) mengumpulkan data hasil uji coba instrumen, (2) menghitung skor setiap item dan skor total, (3) menghitung koefisien korelasi  $r_{xy}$  untuk setiap butir, (4) membandingkan  $r_{hitung}$  dengan  $r_{tabel}$ , serta (5) menentukan kelayakan butir instrumen.

Uji validitas ini memastikan bahwa setiap butir instrumen selaras dengan indikator kemampuan berpikir kritis (interpretasi, analisis, evaluasi, eksplanasi) dan indikator motivasi belajar (Uno serta *self-determination theory* dari Deci dan Ryan), serta sesuai dengan aktivitas pembelajaran pada modul ajar dan LKPD.

Dengan demikian, instrumen yang digunakan telah memenuhi kriteria validitas sehingga mampu mengukur variabel penelitian secara akurat dalam menganalisis pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan

*Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra, serta interaksinya dengan kemampuan awal matematika (KAM).

### 3.5.5.3 Daya Pembeda Butir Soal

Daya pembeda butir soal merupakan kemampuan suatu butir soal untuk membedakan siswa yang memiliki kemampuan tinggi dan siswa yang memiliki kemampuan rendah. Dalam penelitian ini, daya pembeda digunakan untuk menilai kualitas butir soal dalam mengukur kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Suatu butir soal dikatakan memiliki daya pembeda yang baik apabila mampu menunjukkan perbedaan yang jelas antara siswa berkemampuan tinggi dan rendah berdasarkan skor yang diperoleh. Menurut (Arikunto, 2010), daya pembeda merupakan indikator penting dalam analisis butir soal untuk menentukan kualitas instrumen.

Analisis daya pembeda dilakukan berdasarkan data hasil uji coba tes kemampuan berpikir kritis matematis berbentuk soal uraian. Perhitungan dilakukan melalui langkah-langkah berikut: (1) mengurutkan skor siswa dari tertinggi ke terendah, (2) membagi siswa menjadi dua kelompok, yaitu kelompok atas (50%) dan kelompok bawah (50%), (3) menghitung rata-rata skor tiap butir pada masing-masing kelompok, dan (4) menghitung indeks daya pembeda setiap butir soal.

Rumus Daya Pembeda (Tes Uraian)

$$D = \frac{\bar{X}_A - X_B}{S_{max}}$$

Keterangan:

- $D$  = indeks daya pembeda
- $\bar{X}_A$  = rata-rata skor kelompok atas

- $\bar{X}_B$  = rata-rata skor kelompok bawah
- $S_{max}$  = skor maksimum butir soal

Untuk soal uraian, analisis menggunakan rata-rata skor, bukan jumlah benar-salah seperti pada soal pilihan ganda. Pendekatan ini sesuai dengan instrumen berbasis rubrik (misalnya skala 0–2), sehingga mampu merepresentasikan kualitas proses berpikir siswa secara lebih akurat.

**Tabel 3.8 Interpretasi Nilai Daya Pembeda**

Nilai D	Kriteria
$\geq 0,40$	Sangat Baik
0,30 – 0,39	Baik
0,20 – 0,29	Cukup
0,00 – 0,19	Kurang

Kriteria pengambilan keputusan:

- Baik dan sangat baik → digunakan dalam penelitian
- Cukup → dapat digunakan dengan revisi
- Kurang → tidak digunakan atau direvisi secara signifikan

Dengan demikian, analisis daya pembeda memastikan bahwa setiap butir soal mampu membedakan tingkat kemampuan berpikir kritis matematis siswa secara akurat dan proporsional sesuai dengan tujuan penelitian.

#### **3.5.5.4 Tingkat Kesukaran Soal**

Tingkat kesukaran soal merupakan ukuran yang menunjukkan derajat mudah atau sulitnya suatu butir soal. Dalam penelitian ini, tingkat kesukaran digunakan untuk menilai kesesuaian butir soal dalam mengukur kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah

dan tidak terlalu sulit, sehingga mampu mengukur kemampuan siswa secara optimal.

Menurut (Arikunto, 2010), tingkat kesukaran merupakan salah satu indikator penting dalam analisis butir soal. Oleh karena itu, analisis tingkat kesukaran dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan data hasil uji coba tes kemampuan berpikir kritis matematis berbentuk soal uraian dengan pendekatan kelompok atas dan kelompok bawah.

Rumus Tingkat Kesukaran

$$TK = \frac{S_A + S_B}{I_A + I_B}$$

Keterangan:

$TK$  = Indeks tingkat kesukaran

$S_A$  = Jumlah skor kelompok atas

$S_B$  = Jumlah skor kelompok bawah

$I_A$  = Jumlah skor ideal kelompok atas

$I_B$  = Jumlah skor ideal kelompok bawah

Nilai indeks tingkat kesukaran berada pada rentang 0 sampai 1, dengan ketentuan bahwa semakin besar nilai  $TK$  menunjukkan soal semakin mudah, sedangkan semakin kecil nilai  $TK$  menunjukkan soal semakin sukar.

**Tabel 3.9 Interpretasi Tingkat Kesukaran (TK)**

Nilai TK	Klasifikasi
0,00 – 0,40	Sukar
0,41 – 0,80	Sedang
0,81 – 1,00	Mudah

Butir soal dengan tingkat kesukaran kategori sedang dinyatakan sebagai soal yang baik karena mampu mengukur kemampuan siswa secara optimal. Oleh karena itu, soal dengan kategori sedang digunakan dalam penelitian, sedangkan soal yang terlalu mudah atau terlalu sukar direvisi atau tidak digunakan.

Dengan demikian, analisis tingkat kesukaran memastikan bahwa instrumen yang digunakan mampu mengukur kemampuan berpikir kritis matematis siswa secara tepat, proporsional, dan sesuai dengan tujuan penelitian.

### **3.6 Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial. Analisis dilakukan untuk menggambarkan karakteristik data serta menguji hipotesis mengenai pengaruh model pembelajaran dan interaksinya dengan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

#### **3.6.1 Analisis Deskriptif**

Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi data penelitian secara objektif tanpa melakukan generalisasi. Analisis ini bertujuan memberikan gambaran awal mengenai kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis siswa sebelum dan sesudah penerapan model pembelajaran.

Data yang dianalisis meliputi skor *pretest* kemampuan berpikir kritis matematis sebagai dasar pengukuran kemampuan awal dan pengelompokan KAM, skor *posttest* untuk melihat peningkatan kemampuan setelah perlakuan, serta skor angket motivasi belajar matematis yang diperoleh setelah pembelajaran.

Data dianalisis menggunakan ukuran statistik berupa nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, nilai maksimum, dan nilai minimum. Untuk memperkuat interpretasi, hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel distribusi dan diagram.

Analisis deskriptif disusun berdasarkan kelompok pembelajaran (PjBL dan CTL), kategori kemampuan awal matematika (KAM: tinggi, sedang, rendah), serta jenis data (*pretest*, *posttest*, dan angket). Hal ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif mengenai perbedaan hasil antar model pembelajaran, kecenderungan peningkatan kemampuan berpikir kritis, serta tingkat motivasi belajar siswa.

Data *posttest* dan angket yang dianalisis merupakan hasil implementasi pembelajaran yang terintegrasi dengan aktivitas pada LKPD eksplorasi konsep berbantuan GeoGebra (CTL), LKPD pemodelan proyek (*FitPoly*) berbasis PjBL, serta kegiatan refleksi dan presentasi. Dengan demikian, analisis deskriptif tidak hanya menggambarkan capaian skor, tetapi juga mencerminkan keterlaksanaan proses pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra.

### **3.6.2 Analisis Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis (N-Gain)**

Analisis peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dilakukan menggunakan *normalized gain* (N-Gain). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan siswa sebelum dan sesudah diberikan perlakuan pembelajaran.

Perhitungan N-Gain didasarkan pada skor *pretest* dan *posttest*. Skor *pretest* digunakan untuk menggambarkan kemampuan awal siswa sekaligus sebagai dasar pengelompokan Kemampuan Awal Matematika (KAM), sedangkan skor *posttest*

digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis matematis setelah penerapan model pembelajaran.

Rumus N-Gain

$$g = \frac{S_{Post} - S_{Pre}}{S_{Maks} - S_{Pre}}$$

Keterangan:

$g$  = nilai N-Gain

$S_{post}$  = skor posttest

$S_{pre}$  = skor pretest

$S_{maks}$  = skor maksimum

skor maksimum

Adapun kriteria interpretasi N-Gain adalah sebagai berikut:

<b>Nilai N-Gain</b>	<b>Kategori</b>
$g \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

Analisis N-Gain digunakan sebagai analisis deskriptif untuk menggambarkan tingkat peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada masing-masing kelompok pembelajaran, yaitu kelas dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra dan kelas dengan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra.

Selain itu, hasil N-Gain juga dapat disajikan berdasarkan kategori Kemampuan Awal Matematika (KAM) (tinggi, sedang, rendah) untuk memberikan gambaran peningkatan yang lebih komprehensif.

Analisis N-Gain dalam penelitian ini tidak digunakan untuk pengujian hipotesis, melainkan sebagai analisis pendukung dalam menginterpretasikan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

### **3.6.3 Analisis Inferensial**

Data yang telah dianalisis secara deskriptif selanjutnya dianalisis menggunakan statistik inferensial untuk menguji hipotesis penelitian. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran serta interaksinya dengan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

Analisis inferensial dilakukan melalui dua tahap, yaitu uji prasyarat analisis dan uji hipotesis menggunakan *Two-Way ANOVA*.

#### **3.6.3.1 Tahap Pengujian Persyaratan**

##### **a. Uji Normalitas**

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal sebagai salah satu prasyarat dalam analisis statistik parametrik, khususnya *Two-Way ANOVA*. Uji ini dilakukan terhadap data skor *pretest*, skor *posttest* kemampuan berpikir kritis matematis, serta skor angket motivasi belajar matematis pada masing-masing kelompok pembelajaran, yaitu *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra.

Pengujian normalitas menggunakan metode *Kolmogorov–Smirnov Test* dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $> 0,05$ , maka data berdistribusi normal
- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $\leq 0,05$ , maka data tidak berdistribusi normal

Pengujian dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 25.

Pemenuhan asumsi normalitas penting karena *Two-Way ANOVA* merupakan uji parametrik yang mensyaratkan distribusi data normal. Apabila asumsi ini tidak terpenuhi, maka dapat dilakukan transformasi data atau digunakan alternatif uji nonparametrik yang sesuai.

#### **b. Uji Homogenitas Varians**

Uji homogenitas varians bertujuan untuk mengetahui kesamaan varians antar kelompok sebagai salah satu prasyarat dalam analisis statistik parametrik, khususnya *Two-Way ANOVA*. Asumsi ini diperlukan agar perbandingan antar kelompok dilakukan pada kondisi varians yang setara, sehingga hasil pengujian hipotesis dapat diinterpretasikan secara valid.

Pengujian dilakukan terhadap skor *posttest* kemampuan berpikir kritis matematis dan skor angket motivasi belajar matematis pada masing-masing kelompok pembelajaran, yaitu *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra, dengan mempertimbangkan pengelompokan berdasarkan Kemampuan Awal Matematika (KAM) (tinggi, sedang, rendah) sesuai desain faktorial  $2 \times 3$ .

Uji homogenitas dalam penelitian ini menggunakan *Levene's Test* dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $> 0,05$ , maka varians antar kelompok homogen

- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $\leq 0,05$ , maka varians antar kelompok tidak homogen

Pengujian dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 25.

Pemenuhan asumsi homogenitas varians penting karena *Two-Way ANOVA* mengasumsikan kesamaan varians antar kelompok. Pelanggaran terhadap asumsi ini dapat memengaruhi keakuratan hasil uji F. Apabila asumsi tidak terpenuhi, maka dapat dilakukan transformasi data atau digunakan prosedur alternatif yang lebih robust.

### **c. Uji Kesetaraan Kemampuan Awal (Pretest)**

Uji kesetaraan kemampuan awal dilakukan untuk memastikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen sebelum diberikan perlakuan pembelajaran. Uji ini penting untuk menjamin bahwa perbedaan hasil pada tahap akhir penelitian disebabkan oleh perlakuan yang diberikan, bukan oleh perbedaan kemampuan awal siswa.

Data yang digunakan dalam uji ini adalah skor *pretest* kemampuan awal matematika (KAM) pada kelas yang menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) dan kelas yang menggunakan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL).

Pengujian kesetaraan dilakukan menggunakan:

- *Independent Sample t-test*, apabila data berdistribusi normal dan homogen
- *Mann–Whitney U test*, apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas

Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $> 0,05$ , maka tidak terdapat perbedaan kemampuan awal antara kedua kelompok (setara)
- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $\leq 0,05$ , maka terdapat perbedaan kemampuan awal antara kedua kelompok

Dengan demikian, uji kesetaraan kemampuan awal berfungsi untuk memastikan bahwa kedua kelompok penelitian berada pada kondisi yang sebanding sebelum perlakuan, sehingga hasil penelitian dapat diinterpretasikan secara valid.

#### **d. Uji Lanjutan (Post Hoc Test)**

Uji lanjutan (*post hoc test*) dilakukan apabila hasil analisis *Two-Way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok. Uji ini diperlukan untuk mengetahui secara spesifik pasangan kelompok mana yang memiliki perbedaan yang signifikan.

Dalam penelitian ini, uji lanjutan dilakukan pada faktor Kemampuan Awal Matematika (KAM) yang terdiri dari tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi perbedaan antar kategori tersebut.

Metode uji lanjutan yang digunakan adalah:

- *Tukey HSD (Honestly Significant Difference)*, apabila asumsi homogenitas terpenuhi
- *Scheffé Test*, sebagai alternatif yang lebih konservatif

Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $< 0,05$ , maka terdapat perbedaan yang signifikan antar pasangan kelompok

- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $\geq 0,05$ , maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan

Dengan demikian, uji *post hoc* berfungsi untuk memberikan informasi rinci mengenai kelompok mana yang berbeda secara signifikan, sehingga hasil analisis menjadi lebih komprehensif dan mendukung interpretasi terhadap pengaruh model pembelajaran serta interaksinya dengan kemampuan awal matematika (KAM).

#### e. Uji Ukuran Pengaruh (Effect Size)

Selain uji signifikansi, penelitian ini juga menggunakan uji ukuran pengaruh (*effect size*) untuk mengetahui besarnya pengaruh model pembelajaran terhadap variabel terikat. Uji ini penting karena hasil signifikansi statistik tidak selalu menunjukkan kekuatan pengaruh yang sebenarnya.

Ukuran pengaruh dalam penelitian ini dihitung menggunakan Eta Squared ( $\eta^2$ ) atau Partial Eta Squared ( $\eta_p^2$ ) yang diperoleh dari hasil analisis *Two-Way ANOVA*. Nilai ini menunjukkan proporsi variansi variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh faktor model pembelajaran, kemampuan awal matematika (KAM), maupun interaksi keduanya.

Rumus Effect Size (Eta Squared)

$$\eta^2 = \frac{SS_{efek}}{SS_{total}}$$

Rumus Partial Eta Squared

$$\eta_p^2 = \frac{SS_{efek}}{SS_{efek} + SS_{error}}$$

Keterangan :

$\eta_p^2$  = jumlah kuadrat faktor (model/KAM/interaksi)

$SS_{total}$  = jumlah kuadrat total

$SS_{error}$  = jumlah kuadrat galat

#### Kriteria Interpretasi Effect Size

Nilai $\eta^2 / \eta^2_p$	Kategori
$\geq 0,14$	Besar
0,06 – 0,13	Sedang
0,01 – 0,05	Kecil

Uji *effect size* digunakan untuk melengkapi hasil uji signifikansi dengan memberikan informasi mengenai kekuatan pengaruh model pembelajaran. Dengan demikian, analisis tidak hanya menunjukkan ada atau tidaknya pengaruh, tetapi juga seberapa besar kontribusi model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

#### 3.6.3.2 Tahap Pengujian Hipotesis

Data dalam penelitian ini meliputi kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis sebagai variabel terikat, serta model pembelajaran dan Kemampuan Awal Matematika (KAM) sebagai variabel bebas, di mana KAM berperan sebagai variabel moderasi.

Analisis data dilakukan menggunakan *Two-Way ANOVA* karena penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh utama (*main effect*) model pembelajaran, pengaruh utama KAM, serta pengaruh interaksi (*interaction effect*) antara kedua variabel tersebut terhadap variabel terikat. Penggunaan analisis ini didasarkan pada desain faktorial  $2 \times 3$ , yang terdiri atas dua model pembelajaran, yaitu *Project*

*Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL), serta tiga kategori KAM, yaitu tinggi, sedang, dan rendah.

**a. Kemampuan Berpikir Kritis Matematis**

Model matematis ANAVA dua arah untuk kemampuan berpikir kritis matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_{\{ijk\}} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{\{ij\}} + \varepsilon_{\{ijk\}}$$

Keterangan:

$Y_{ijk}$  = variabel terikat

$\mu$  = rata-rata umum

$\alpha_i$  = faktor model pembelajaran

$\beta_j$  = faktor KAM

$(\alpha\beta)_{ij}$  = interaksi

$\varepsilon_{ijk}$  = galat/ error

**Tabel 3.10 Rancangan Data Kemampuan Berpikir Kritis Matematis**

KAM	PjBL	CTL
Tinggi	$Y_{11}, Y_{21}, \dots$	$Y_{12}, Y_{22}, \dots$
Sedang	$Y_{11}, Y_{21}, \dots$	$Y_{12}, Y_{22}, \dots$
Rendah	$Y_{11}, Y_{21}, \dots$	$Y_{12}, Y_{22}, \dots$

Kriteria pengujian:

- Sig. < 0,05 →  $H_0$  ditolak
- Sig.  $\geq$  0,05 →  $H_0$  diterima

Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi secara simultan pengaruh model pembelajaran, pengaruh KAM, serta interaksi keduanya terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Skor kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada kategori KAM ke- $I$

dan model pembelajaran ke- $j$

$i$  = Kategori kemampuan awal matematika (KAM), yaitu tinggi, sedang, dan rendah

$j$  = Model pembelajaran, yaitu *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL)

Tanda “...” menunjukkan banyaknya data siswa dalam setiap kelompok

## **b. Hipotesis Statistik**

1. Pengaruh Model Pembelajaran terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Matematis

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2$  (tidak ada pengaruh model pembelajaran)

$H_a : \alpha_1 \neq \alpha_2$  (ada pengaruh model pembelajaran)

Hipotesis ini menguji apakah terdapat perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang belajar dengan PjBL dan CTL.

2. Pengaruh KAM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$  (tidak ada pengaruh KAM)

$H_a : \text{minimal satu } \beta_j \neq \beta_k$

3. Interaksi Model Pembelajaran dan KAM

$H_0 : (\alpha\beta)_{ij} = 0$  (tidak ada interaksi)

$H_a : (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$  (ada interaksi)

Hipotesis ini menguji apakah terdapat interaksi antara model pembelajaran dan KAM terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Kriteria pengambilan keputusan:

- Jika nilai signifikansi (Sig.) < 0,05, maka  $H_0$  ditolak
- Jika nilai signifikansi (Sig.)  $\geq$  0,05, maka  $H_0$  diterima

### c. Motivasi Belajar Matematis Siswa

Model matematis ANAVA dua arah untuk motivasi belajar matematis siswa dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

dengan:

$$i = 1,2,3; j=1,2 ; k=1,2,3,\dots,n$$

Keterangan:

$Y_{ijk}$  = variabel terikat

$\mu$  = rata-rata umum

$\alpha_i$  = faktor model pembelajaran

$\beta_j$  = faktor KAM

$(\alpha\beta)_{ij}$  = interaksi

$\varepsilon_{ijk}$  = error

**Tabel 3.11 Rancangan Data Motivasi Belajar Matematis Siswa**

KAM	PjBL	CTL
Tinggi	$Y_{11}, Y_{21}, \dots$	$Y_{12}, Y_{22}, \dots$
Sedang	$Y_{11}, Y_{21}, \dots$	$Y_{12}, Y_{22}, \dots$
Rendah	$Y_{11}, Y_{21}, \dots$	$Y_{12}, Y_{22}, \dots$

Kriteria pengujian:

- Sig. < 0,05  $\rightarrow$   $H_0$  ditolak
- Sig.  $\geq$  0,05  $\rightarrow$   $H_0$  diterima

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Deskripsi Data Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan jenis *quasi-experimental* menggunakan desain *pretest-posttest two-group design* yang dipadukan dengan desain faktorial  $2 \times 3$ . Penelitian dilaksanakan pada dua kelas eksperimen, yaitu kelas eksperimen I yang menerapkan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra dan kelas eksperimen II yang menerapkan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra.

Penelitian dilaksanakan di SMK Swasta Harapan Stabat pada siswa kelas X semester genap Tahun Ajaran 2025/2026. Sampel penelitian berjumlah 64 siswa yang terdiri atas dua kelas eksperimen, masing-masing 32 siswa, yang dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling*.

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis, diawali dengan observasi awal untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran dan karakteristik siswa. Selanjutnya diberikan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal matematika (KAM). Hasil *pretest* menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa pada kedua kelas berada pada kategori sedang hingga rendah, serta motivasi belajar siswa masih belum optimal, yang ditunjukkan oleh rendahnya partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran.

Tahap berikutnya adalah pemberian perlakuan pembelajaran sesuai dengan modul ajar yang telah disusun. Pada kelas eksperimen I diterapkan model *Project*

*Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra yang menekankan pada aktivitas eksplorasi, pemodelan, dan pengembangan produk berupa model fungsi kuadrat dari objek nyata. Sementara itu, pada kelas eksperimen II diterapkan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra yang menekankan pada pemahaman konsep melalui keterkaitan dengan konteks kehidupan nyata.

Pelaksanaan pembelajaran pada kedua kelas dilakukan dalam beberapa pertemuan yang meliputi tahap eksplorasi konsep, pemodelan atau analisis kontekstual, presentasi atau refleksi, serta evaluasi akhir. GeoGebra digunakan sebagai media pembelajaran untuk mendukung visualisasi dan eksplorasi konsep fungsi kuadrat secara interaktif.

Setelah seluruh perlakuan diberikan, selanjutnya dilakukan *posttest* untuk mengukur kemampuan berpikir kritis matematis siswa serta penyebaran angket untuk mengukur motivasi belajar matematis siswa.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi:

1. Skor kemampuan awal matematika (KAM) siswa dari hasil *pretest*
2. Skor kemampuan berpikir kritis matematis siswa dari hasil *posttest*
3. Skor motivasi belajar matematis siswa dari hasil angket

Data tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran serta interaksinya dengan kemampuan awal matematika (KAM).

Gambaran umum perlakuan pembelajaran pada kedua kelas eksperimen disajikan pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1 Gambaran Umum Perlakuan Model Pembelajaran**

<b>Aspek</b>	<b>Project Based Learning (PjBL)</b>	<b>Contextual Teaching and Learning (CTL)</b>
<b>Kondisi Awal Siswa</b>	Kemampuan awal matematika (KAM) berada pada kategori sedang–rendah dengan motivasi belajar yang belum optimal.	Kondisi kemampuan awal dan motivasi belajar siswa relatif sama, yaitu berada pada kategori sedang–rendah.
<b>Pendekatan Pembelajaran</b>	Berbasis proyek ( <i>project-based</i> ) dengan penekanan pada eksplorasi, pemodelan, dan pengembangan produk menggunakan GeoGebra.	Berbasis konteks nyata ( <i>contextual</i> ) dengan penekanan pada pemahaman konsep melalui pengalaman belajar dan keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari.
<b>Sintaks Pembelajaran</b>	(1) Penentuan masalah (2) Perencanaan proyek (3) Eksplorasi dan pemodelan (4) Pengumpulan dan analisis data (5) Pengembangan produk (6) Presentasi (7) Refleksi	(1) Relating (2) Experiencing (3) Applying (4) Cooperating (5) Transferring
<b>Aktivitas Utama Siswa</b>	Mengeksplorasi konsep, memodelkan objek nyata (misalnya pancuran air), menyusun produk berupa grafik dan persamaan fungsi kuadrat, serta mempresentasikan hasil.	Mengamati fenomena nyata, mengeksplorasi grafik fungsi kuadrat, menganalisis hubungan konsep dengan konteks, serta menginterpretasikan makna konsep.
<b>Peran Guru</b>	Fasilitator dan pembimbing dalam proses proyek serta pemberi umpan balik dan penguatan konsep.	Fasilitator yang membimbing siswa dalam mengaitkan konsep matematika dengan konteks nyata.
<b>Media Pembelajaran</b>	GeoGebra, LKPD berbasis proyek, dan media visual pendukung.	GeoGebra, LKPD kontekstual, serta media visual fenomena nyata.
<b>Fokus Pembelajaran</b>	Pengembangan kemampuan berpikir kritis melalui pemecahan masalah dan pembuatan produk matematika.	Pengembangan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis melalui analisis dan interpretasi konteks nyata.
<b>Hasil yang Diharapkan</b>	Siswa mampu mengembangkan model fungsi kuadrat serta	Siswa mampu memahami, menganalisis, dan menginterpretasikan konsep

	menginterpretasikan hasil secara logis dan sistematis.	fungsi kuadrat dalam konteks kehidupan nyata.
--	--	---

Setelah pemberian perlakuan pada masing-masing kelas eksperimen, selanjutnya dilakukan uji statistik untuk menjawab hipotesis penelitian sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan. Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi: (1) skor kemampuan awal matematika (KAM) siswa dari hasil *pretest* pada kelas eksperimen yang menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL), (2) skor *posttest* kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada masing-masing kelas eksperimen setelah diberikan perlakuan, serta (3) skor motivasi belajar siswa yang diperoleh melalui angket pada kedua kelas eksperimen. Dengan demikian, analisis data yang akan disajikan sebagai berikut :

#### **4.1.2 Temuan Umum Penelitian**

Temuan umum penelitian ini didasarkan pada hasil observasi awal, pelaksanaan pembelajaran, serta kondisi umum siswa selama proses penelitian berlangsung.

Berdasarkan hasil observasi awal dan *pretest*, diketahui bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada kedua kelas masih berada pada kategori sedang hingga rendah. Hal ini terlihat dari kesulitan siswa dalam menginterpretasikan masalah, menganalisis hubungan konsep, serta memberikan penjelasan yang logis dan sistematis. Selain itu, motivasi belajar siswa juga cenderung rendah, yang ditunjukkan oleh kurangnya partisipasi aktif, rendahnya keinginan bertanya, serta ketergantungan terhadap penjelasan guru dalam proses pembelajaran.

Selama pelaksanaan penelitian, terlihat adanya perbedaan karakteristik pembelajaran antara model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Pada kelas PjBL, pembelajaran dilaksanakan secara berkelompok dengan penekanan pada kegiatan eksplorasi, diskusi, dan penyelesaian proyek berbasis masalah nyata. Siswa secara aktif terlibat dalam proses pemodelan matematika menggunakan GeoGebra serta menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat.

Sementara itu, pada kelas CTL, pembelajaran lebih menekankan pada keterkaitan konsep dengan konteks kehidupan nyata. Siswa diarahkan untuk memahami konsep melalui pengalaman langsung, diskusi, dan refleksi, sehingga pembelajaran berlangsung secara kontekstual dan berorientasi pada pemaknaan konsep.

Berdasarkan hasil observasi selama proses pembelajaran, siswa pada kelas PjBL menunjukkan keterlibatan yang lebih aktif dalam diskusi kelompok, eksplorasi konsep, serta penyelesaian tugas berbasis proyek. Sementara itu, siswa pada kelas CTL juga menunjukkan keaktifan dalam proses pembelajaran, terutama dalam kegiatan diskusi dan pemahaman konsep, meskipun tingkat keterlibatan belum merata pada seluruh siswa.

Temuan ini juga menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang memengaruhi proses dan hasil pembelajaran. Faktor internal, seperti kemampuan awal matematika (KAM), memengaruhi kemampuan siswa dalam memahami dan mengembangkan konsep yang dipelajari. Siswa dengan kemampuan awal yang

lebih tinggi cenderung lebih cepat dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan.

Selain itu, faktor eksternal, seperti lingkungan belajar, model pembelajaran yang digunakan, serta penggunaan media pembelajaran seperti GeoGebra, turut berperan dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa. Lingkungan pembelajaran yang interaktif dan berbasis teknologi memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi siswa.

Secara umum, temuan awal ini menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran yang berbeda memberikan karakteristik proses belajar yang berbeda pula, yang selanjutnya dianalisis lebih lanjut melalui uji statistik untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

#### **4.1.3 Temuan Khusus Penelitian**

Temuan khusus dalam penelitian ini berkaitan dengan hasil uji kelayakan instrumen, karakteristik butir soal, serta penetapan sampel penelitian.

Berdasarkan hasil uji validitas instrumen yang dilakukan terhadap soal kemampuan berpikir kritis matematis, diperoleh bahwa seluruh butir soal yang berjumlah 5 soal dinyatakan valid. Hal ini menunjukkan bahwa setiap butir soal telah mampu mengukur aspek kemampuan berpikir kritis matematis sesuai dengan indikator yang ditetapkan, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, dan eksplanasi.

Selanjutnya, hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat konsistensi yang memadai. Berdasarkan nilai koefisien reliabilitas yang diperoleh, instrumen termasuk dalam kategori cukup/tinggi (sesuaikan dengan nilai

Anda, misalnya Cronbach's Alpha = 0,605 termasuk kategori cukup). Hal ini menunjukkan bahwa instrumen dapat digunakan secara konsisten untuk mengukur kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Dari segi tingkat kesukaran, butir soal yang digunakan dalam penelitian ini berada pada kategori sedang dan sulit. Hal ini menunjukkan bahwa soal yang disusun memiliki tingkat tantangan yang cukup untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa secara optimal, khususnya dalam menganalisis dan mengevaluasi permasalahan matematis.

Selain itu, hasil analisis daya pembeda menunjukkan bahwa butir soal memiliki daya pembeda yang sangat baik, yang berarti soal mampu membedakan secara jelas antara siswa yang memiliki kemampuan tinggi dan siswa yang memiliki kemampuan rendah.

Berkaitan dengan penetapan sampel, penelitian ini menggunakan teknik *cluster random sampling* dengan menetapkan dua kelas sebagai kelas eksperimen. Kelas eksperimen I ditetapkan sebagai kelas yang menerapkan model *Project Based Learning* (PjBL), sedangkan kelas eksperimen II menerapkan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Pembagian kelas ini dilakukan berdasarkan hasil pengundian kelas yang tersedia tanpa adanya perlakuan khusus sebelumnya, sehingga kedua kelas memiliki peluang yang sama untuk dijadikan sampel penelitian.

Dengan demikian, berdasarkan hasil uji instrumen dan penetapan sampel tersebut, dapat disimpulkan bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian ini layak dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam pengumpulan data penelitian.

#### 4.1.4 Hasil Pretest (Kemampuan Awal Matematika/KAM)

Pada tahap awal penelitian, dilakukan pengukuran kemampuan awal matematika (KAM) melalui tes *pretest* pada dua kelas eksperimen, yaitu kelas yang menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra dan kelas yang menggunakan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra. Pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh gambaran kondisi awal siswa sebelum diberikan perlakuan pembelajaran.

Hasil analisis statistik deskriptif kemampuan awal matematika siswa disajikan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Statistik Deskriptif Kemampuan Awal Matematika (KAM)**

<b>Statistik</b>	<b>Kelas PjBL</b>	<b>Kelas CTL</b>
Jumlah Siswa (N)	32	32
Mean	45,31	45,78
Median	45,00	45,00
Standar Deviasi	10,21	10,05
Varians	104,24	101,00
Nilai Minimum	25	25
Nilai Maksimum	65	65

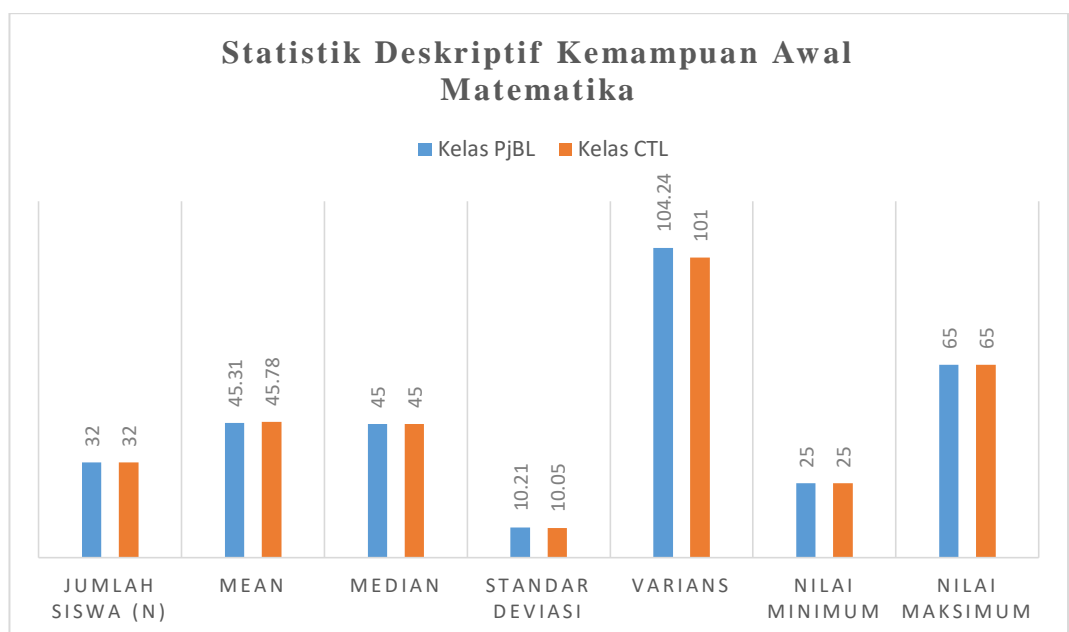
*Sumber: Hasil olah data penelitian*

Berdasarkan Tabel 4.2, rata-rata kemampuan awal matematika siswa pada kelas *Project Based Learning* (PjBL) sebesar 45,31, sedangkan pada kelas *Contextual Teaching and Learning* (CTL) sebesar 45,78. Perbedaan rata-rata kedua kelas relatif kecil, sehingga menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa pada kedua kelompok berada pada tingkat yang sebanding.

Standar deviasi pada kedua kelas juga relatif sama, yaitu 10,21 pada kelas PjBL dan 10,05 pada kelas CTL, yang mengindikasikan bahwa sebaran data memiliki tingkat variasi yang homogen. Nilai minimum dan maksimum yang

identik semakin memperkuat bahwa rentang kemampuan awal pada kedua kelas berada pada kondisi yang setara.

Dengan demikian, secara deskriptif dapat disimpulkan bahwa kondisi awal kedua kelas penelitian relatif setara, sehingga layak dilakukan analisis lanjutan untuk menguji pengaruh perlakuan pembelajaran.



**Gambar 4.1 Diagram Rata-rata Kemampuan Awal Matematika (KAM)**

Berdasarkan Gambar 4.1, rata-rata kemampuan awal matematika siswa pada kelas PjBL sebesar 45,31 dan pada kelas CTL sebesar 45,78. Selisih yang sangat kecil menunjukkan bahwa kedua kelas memiliki kemampuan awal yang relatif setara.

Kesetaraan ini diperkuat oleh nilai median, standar deviasi, serta rentang nilai yang hampir identik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa asumsi kesetaraan

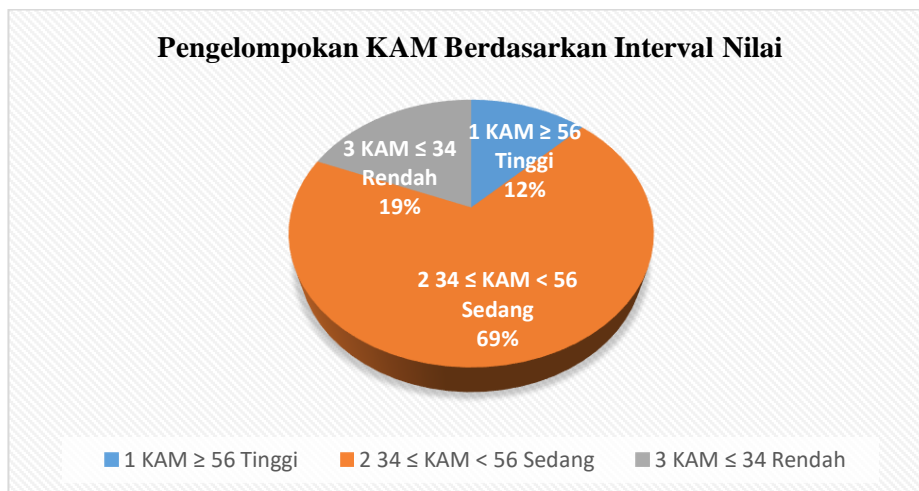
awal dalam penelitian eksperimen telah terpenuhi, sehingga perbedaan hasil pada tahap selanjutnya dapat dikaitkan dengan perlakuan pembelajaran.

**Tabel 4.3 Pengelompokan KAM Berdasarkan Interval Nilai**

No	Kriteria Nilai KAM	Kategori	Jumlah Siswa	Persentase (%)
1	$KAM \geq 56$	Tinggi	8	12,5
2	$34 \leq KAM < 56$	Sedang	44	68,8
3	$KAM \leq 34$	Rendah	12	18,7
<b>Total</b>		<b>64</b>	<b>100</b>	

Berdasarkan Tabel 4.3, sebagian besar siswa berada pada kategori sedang (68,8%), sedangkan kategori tinggi sebesar 12,5% dan kategori rendah sebesar 18,7%. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum kemampuan awal matematika siswa berada pada tingkat menengah.

Distribusi ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa berada pada kategori sedang, sehingga model pembelajaran yang diterapkan perlu mampu mengakomodasi karakteristik siswa dengan kemampuan menengah sekaligus memberikan dukungan bagi siswa dengan kemampuan rendah dan tantangan bagi siswa dengan kemampuan tinggi. Adapun pengelompokan KAM tersaji pada gambar 4.2 berikut :



**Gambar 4.2 Pengelompokan KAM Berdasarkan Interval Nilai**

Gambar 4.2 menunjukkan distribusi Kemampuan Awal Matematika (KAM) siswa yang dikelompokkan ke dalam tiga kategori berdasarkan interval nilai, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Secara proporsional, mayoritas siswa berada pada kategori sedang ( $34 \leq KAM < 56$ ) dengan persentase sebesar 69%, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa memiliki kemampuan awal matematika pada tingkat menengah.

Sementara itu, kategori rendah ( $KAM \leq 34$ ) mencakup 19% siswa. Proporsi ini menunjukkan bahwa masih terdapat sejumlah siswa dengan kemampuan dasar yang relatif lemah, yang berpotensi memerlukan perhatian khusus dalam proses pembelajaran agar tidak tertinggal. Di sisi lain, kategori tinggi ( $KAM \geq 56$ ) hanya sebesar 12%, yang berarti jumlah siswa dengan kemampuan awal yang sangat baik relatif sedikit.

Secara keseluruhan, distribusi ini menggambarkan bahwa kemampuan awal siswa cenderung terkonsentrasi pada kategori sedang, dengan sedikit penyebaran ke kategori rendah dan tinggi. Kondisi ini penting dalam konteks penelitian, karena

menunjukkan bahwa subjek penelitian didominasi oleh siswa dengan kemampuan menengah, sehingga model pembelajaran yang diterapkan perlu mampu mengakomodasi kebutuhan mayoritas sekaligus memberikan diferensiasi bagi siswa dengan kemampuan rendah maupun tinggi.

Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan signifikan pada kemampuan awal matematika antara kedua kelas, sehingga valid untuk dilakukan analisis komparatif pada tahap selanjutnya."

#### 4.1.5 Deskripsi Kemampuan Akhir (Posttest)

Setelah diberikan perlakuan pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan GeoGebra pada kelas eksperimen I dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra pada kelas eksperimen II, dilakukan posttest untuk mengukur kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

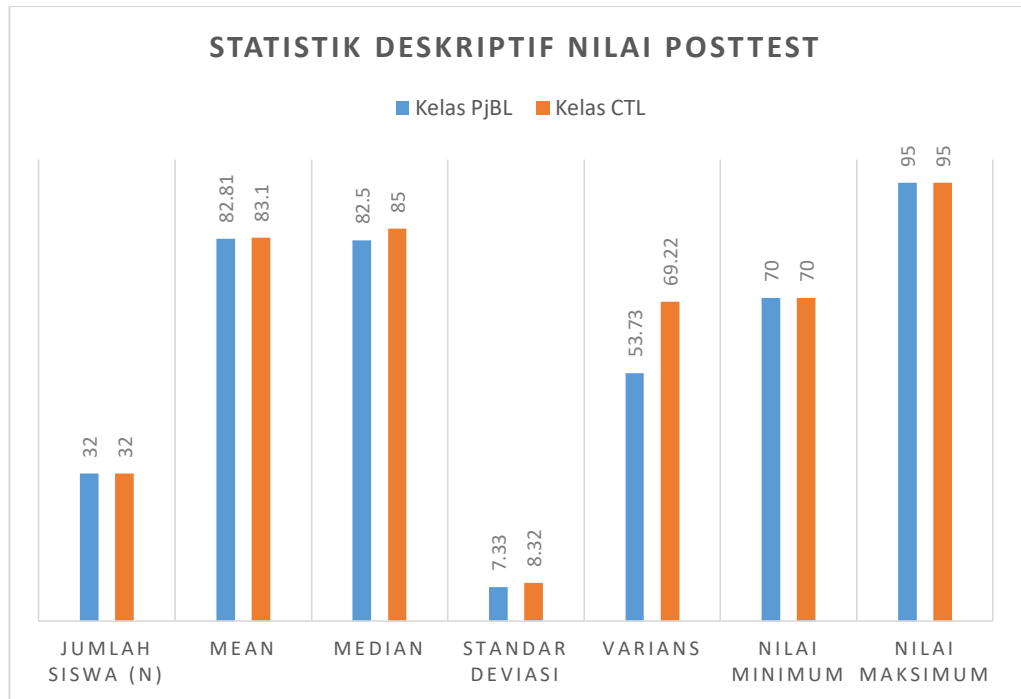
Pengukuran dilakukan sesuai dengan teknik pengumpulan data pada BAB III, yaitu melalui tes uraian sebanyak 5 butir soal. Posttest bertujuan untuk mengetahui kemampuan akhir siswa setelah pembelajaran serta sebagai dasar dalam menganalisis pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis. Hasil analisis statistik deskriptif disajikan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Statistik Deskriptif Kemampuan Berpikir Kritis (*Posttest*)**

<b>Statistik</b>	<b>Kelas PjBL</b>	<b>Kelas CTL</b>
Jumlah Siswa (N)	32	32
Mean	82.81	83.10
Median	82.50	85.00
Standar Deviasi	7.33	8.32
Varians	53.73	69.22
Nilai Minimum	70	70
Nilai Maksimum	95	95

*Sumber: Hasil olah data penelitian*

Data pada Tabel 4.4 selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 4.3 untuk memperjelas perbandingan rata-rata kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada kedua kelas.



**Gambar 4.3 Diagram Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis**

### **Matematis**

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.3, rata-rata kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada kelas PjBL sebesar 82,81, sedangkan pada kelas CTL sebesar 83,10. Selisih rata-rata yang sangat kecil (0,29) mengindikasikan bahwa secara deskriptif kedua model pembelajaran menghasilkan capaian yang relatif setara.

Nilai median pada kelas CTL sedikit lebih tinggi dibandingkan PjBL, sementara standar deviasi pada kedua kelas menunjukkan sebaran data yang relatif homogen, meskipun variasi nilai pada kelas CTL sedikit lebih besar. Kesamaan

nilai minimum dan maksimum pada kedua kelas menunjukkan bahwa rentang kemampuan siswa berada pada tingkat yang sebanding.

Secara umum, hasil ini menggambarkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada kedua kelas berada pada kategori tinggi setelah diberikan perlakuan pembelajaran.

Namun demikian, perbedaan rata-rata yang relatif kecil belum dapat digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai efektivitas model pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan analisis inferensial menggunakan *Two-Way ANOVA* untuk menguji signifikansi pengaruh model pembelajaran serta interaksi dengan kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderator.

Hasil deskriptif ini menjadi dasar dalam pengujian hipotesis penelitian dan akan dianalisis lebih lanjut untuk melihat pengaruh serta interaksi antara model pembelajaran dan KAM terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Dengan demikian, kedua model pembelajaran berbantuan GeoGebra mampu menghasilkan kemampuan berpikir kritis matematis pada kategori tinggi, namun efektivitasnya perlu dibuktikan melalui pengujian hipotesis secara statistik.

#### **4.1.5.1 Analisis Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Matematis**

Analisis kemampuan berpikir kritis matematis tidak hanya dilakukan secara keseluruhan, tetapi juga ditinjau berdasarkan indikator untuk memperoleh gambaran capaian siswa pada setiap aspek. Indikator yang digunakan mengacu pada kerangka Peter Facione, yaitu interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, serta penjelasan dan regulasi diri, sebagaimana telah dijelaskan pada BAB II dan

digunakan dalam penyusunan instrumen pada BAB III. Hasil analisis rata-rata skor tiap indikator disajikan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Rata-rata Skor Indikator Berpikir Kritis Matematis**

No	Indikator	Rata-rata Skor	Persentase (%)	Kategori
1	Interpretasi	17.0	85%	Sangat Baik
2	Analisis	16.5	82,5%	Baik
3	Inferensi	16.0	80%	Baik
4	Evaluasi	15.5	77,5%	Baik
5	Penjelasan & Regulasi Diri	15.8	79%	Baik

Data pada Tabel 4.5 selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram batang dan diagram lingkaran untuk memperjelas distribusi capaian setiap indikator.

Berdasarkan Tabel 4.5, indikator interpretasi memperoleh nilai tertinggi (85%) dengan kategori sangat baik, yang mengindikasikan bahwa siswa mampu memahami dan mengidentifikasi permasalahan matematika secara tepat. Indikator analisis juga menunjukkan capaian tinggi (82,5%), yang mencerminkan kemampuan siswa dalam menguraikan serta menghubungkan konsep secara sistematis.

Sebaliknya, indikator evaluasi memiliki nilai terendah (77,5%), yang menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam menilai kebenaran solusi dan melakukan refleksi terhadap hasil pemecahan masalah masih perlu ditingkatkan. Indikator inferensi serta penjelasan dan regulasi diri berada pada kategori baik, yang mengindikasikan bahwa siswa cukup mampu menarik kesimpulan dan menjelaskan proses penyelesaian secara runtut.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa belum berkembang secara merata pada setiap indikator. Indikator interpretasi dan analisis berkembang lebih optimal, sedangkan indikator evaluasi relatif lebih rendah.

Jika dikaitkan dengan proses pembelajaran pada BAB III, model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra cenderung mendorong aktivitas eksplorasi dan pemahaman konsep, sehingga berdampak pada tingginya capaian indikator interpretasi dan analisis. Sementara itu, indikator evaluasi memerlukan aktivitas reflektif dan penilaian solusi yang lebih intensif, sehingga belum berkembang secara optimal.

Hasil ini sejalan dengan capaian persentase pada masing-masing indikator yang menunjukkan bahwa indikator analisis dan interpretasi berada pada tingkat tertinggi, sedangkan indikator evaluasi relatif lebih rendah. Temuan ini juga konsisten dengan hasil deskriptif sebelumnya yang menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa berada pada kategori tinggi.

Dengan demikian, analisis indikator ini memperkuat hasil deskriptif sebelumnya dan menjadi dasar untuk analisis inferensial menggunakan *Two-Way ANOVA* guna menguji pengaruh model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM).

#### **4.1.6 Deskripsi Motivasi Belajar Matematis (angket)**

Pada tahap akhir penelitian, dilakukan pengukuran motivasi belajar matematis siswa menggunakan instrumen angket skala Likert pada kelas *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan

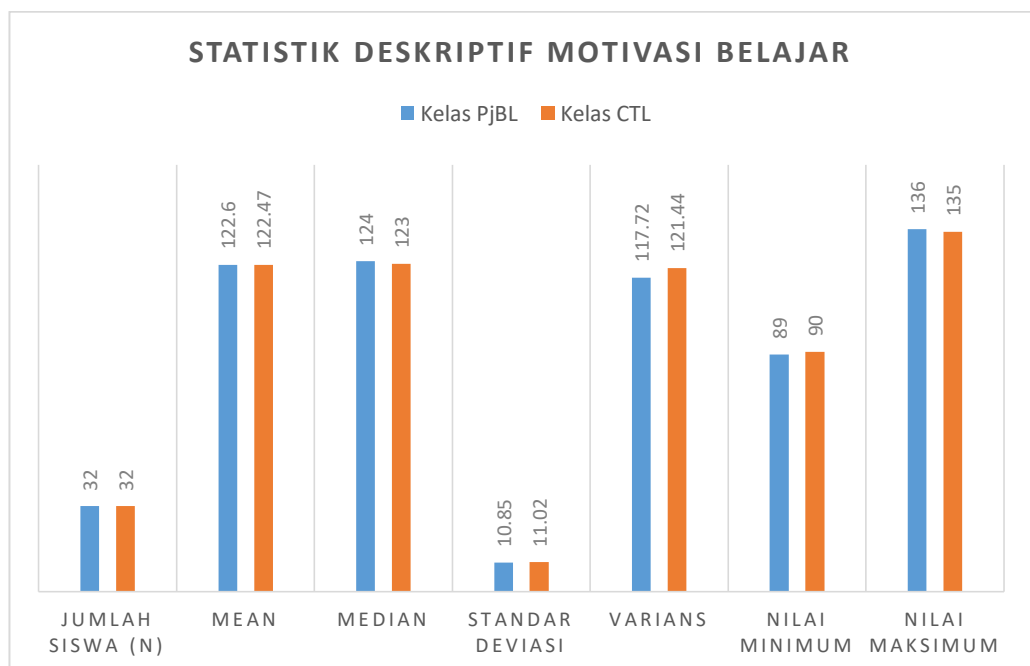
GeoGebra. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tingkat motivasi belajar siswa setelah mengikuti proses pembelajaran. Hasil analisis statistik deskriptif motivasi belajar matematis siswa disajikan pada Tabel 4.6 berikut.

**Tabel 4.6 Statistik Deskriptif Motivasi Belajar Matematis**

Statistik	Kelas PjBL	Kelas CTL
Jumlah Siswa (N)	32	32
Mean	122.60	122.47
Median	124.00	123.00
Standar Deviasi	10.85	11.02
Varians	117.72	121.44
Nilai Minimum	89	90
Nilai Maksimum	136	135

*Sumber: Hasil olah data penelitian*

Data pada Tabel 4.6 selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 4.4 untuk memperjelas perbandingan rata-rata motivasi belajar matematis siswa pada kedua kelas.



**Gambar 4.4 Statistik Deskriptif Motivasi Belajar**

Berdasarkan Gambar 4.4, terlihat bahwa statistik deskriptif motivasi belajar matematis siswa pada kelas Project Based Learning (PjBL) dan Contextual Teaching and Learning (CTL) menunjukkan pola yang relatif sama. Nilai rata-rata, median, serta standar deviasi pada kedua kelas tidak menunjukkan perbedaan yang berarti, sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat motivasi belajar siswa pada kedua kelompok relatif setara secara deskriptif.

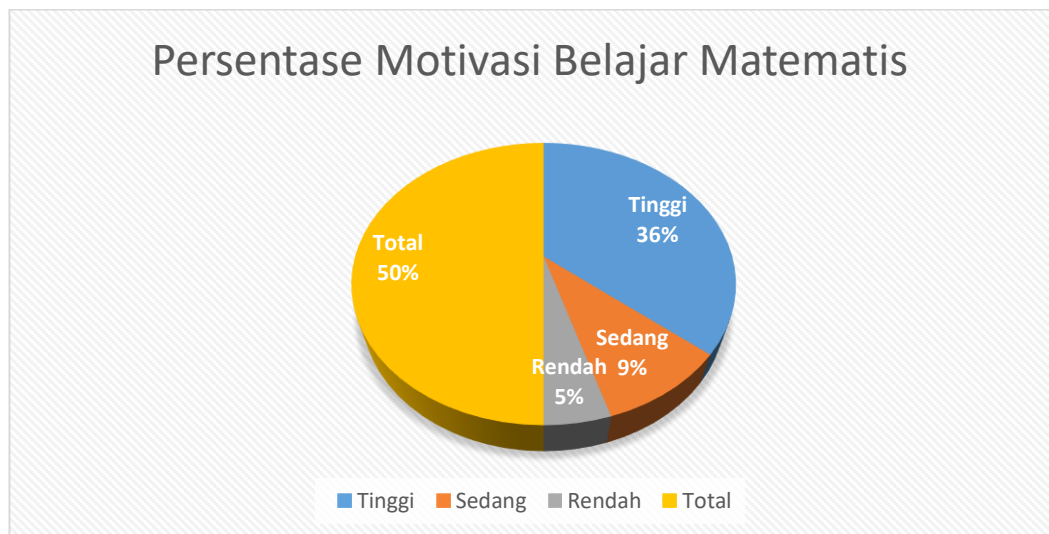
Hasil ini diperkuat oleh Tabel 4.8 yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori motivasi tinggi, yaitu sebesar 71,88%, diikuti kategori sedang sebesar 18,75% dan kategori rendah sebesar 9,38%. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum motivasi belajar matematis siswa berada pada kategori tinggi setelah mengikuti pembelajaran.

Temuan deskriptif ini mengindikasikan bahwa kedua model pembelajaran mampu menghasilkan tingkat motivasi belajar yang tinggi. Hal ini sejalan dengan distribusi motivasi belajar pada Tabel 4.7, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori tinggi.

**Tabel 4.7 Distribusi Motivasi Belajar Matematis**

<b>Kategori Motivasi</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Persentase (%)</b>
Tinggi	46	71.88
Sedang	12	18.75
Rendah	6	9.38
Total	64	100

Data pada Tabel 4.7 selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 4.5 untuk memperjelas proporsi persentase motivasi belajar matematis siswa pada setiap kategori.



**Gambar 4.5 Persentase Angket Motivasi Belajar Matematis**

Berdasarkan Gambar 4.5, kategori motivasi belajar tinggi mendominasi dengan persentase sebesar 71,88%, sedangkan kategori sedang sebesar 18,75% dan kategori rendah sebesar 9,38%. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum motivasi belajar matematis siswa berada pada kategori tinggi

Dominasi kategori tinggi menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan mampu mendorong motivasi belajar siswa secara optimal.

#### **4.1.7 Analisis Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis (N-Gain)**

Analisis peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dilakukan menggunakan nilai *N-Gain*. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui besarnya peningkatan kemampuan siswa dari kondisi awal (pretest/KAM) ke kondisi akhir (posttest). Perhitungan *N-Gain* dilakukan pada setiap siswa, kemudian dirata-ratakan untuk masing-masing kelas. Hasil analisis disajikan pada tabel berikut.

Kriteria interpretasi nilai *N-Gain* dalam penelitian ini mengacu pada klasifikasi berikut:

Nilai N-Gain	Kategori
$g \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

Interpretasi nilai *N-Gain* dalam penelitian ini mengacu pada kriteria klasifikasi peningkatan kemampuan belajar, yang disajikan pada Tabel 4.8 berikut.

**Tabel 4.8 Rata-rata N-Gain Kemampuan Berpikir Kritis Matematis**

Kelas	N	Mean N-Gain	Standar Deviasi	Kategori
PjBL	32	0.69	0.09	Sedang
CTL	32	0.69	0.10	Sedang

Berdasarkan tabel 4.8 tersebut, diperoleh bahwa rata-rata *N-Gain* pada kelas PjBL dan CTL sama, yaitu sebesar 0,69 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa kedua model pembelajaran memberikan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis yang relatif sama.

Standar deviasi yang relatif kecil menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan siswa pada kedua kelas cukup konsisten.

Jika ditinjau berdasarkan kategori kemampuan awal matematika (KAM), diperoleh bahwa siswa dengan KAM rendah cenderung mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa pada kategori sedang dan tinggi.

Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang diterapkan lebih memberikan dampak pada siswa dengan kemampuan awal yang rendah.

Secara deskriptif, kedua model pembelajaran, yaitu *Project Based Learning* dan *Contextual Teaching and Learning*, memiliki efektivitas yang relatif sama dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Namun demikian, hasil ini masih bersifat deskriptif. Oleh karena itu, untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan antara kedua model pembelajaran serta pengaruh interaksinya dengan kemampuan awal matematika (KAM), maka dilakukan pengujian lebih lanjut menggunakan analisis ANAVA dua jalur.

#### 4.1.8 Uji Persyaratan Analisis

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan analisis untuk memastikan bahwa data penelitian memenuhi asumsi statistik parametrik. Uji persyaratan ini meliputi uji normalitas dan uji homogenitas varians.

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal, sedangkan uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah varians antar kelompok bersifat homogen. Kedua uji ini menjadi syarat penting dalam penggunaan analisis parametrik, khususnya ANAVA dua jalur yang digunakan dalam penelitian ini.

##### 4.1.8.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal. Metode yang digunakan adalah uji Kolmogorov-Smirnov dengan kriteria: jika nilai signifikansi (Sig.) > 0,05 maka data berdistribusi normal.

**Tabel 4.9 Hasil Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov)**

Variabel	Kelas	N	Sig.	Keterangan
Kemampuan Berpikir Kritis (Posttest)	PjBL	32	0.200	Normal
Kemampuan Berpikir Kritis (Posttest)	CTL	32	0.200	Normal
Motivasi Belajar	PjBL	32	0.200	Normal
Motivasi Belajar	CTL	32	0.200	Normal

*Sumber: Hasil olah data penelitian*

Berdasarkan Tabel 4.9, diperoleh bahwa nilai signifikansi (Sig.) pada seluruh variabel baik pada kelas *Project Based Learning* (PjBL) maupun *Contextual Teaching and Learning* (CTL) lebih besar dari 0,05.

Hal ini menunjukkan bahwa data kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa pada kedua kelas berdistribusi normal

Dengan demikian, data penelitian telah memenuhi asumsi normalitas sehingga dapat dilanjutkan ke uji homogenitas dan uji hipotesis menggunakan ANAVA dua jalur.

#### 4.1.8.2 Uji Homogenitas Varians

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah varians data antar kelompok penelitian bersifat homogen. Asumsi homogenitas merupakan salah satu syarat dalam analisis varians karena menunjukkan kesamaan variasi antar kelompok.

Dalam penelitian ini, uji homogenitas dilakukan menggunakan uji Levene dengan kriteria pengujian sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi (Sig.) > 0,05 maka varians homogen
- Jika nilai signifikansi (Sig.) ≤ 0,05 maka varians tidak homogen

**Tabel 4.10 Hasil Uji Homogenitas**

Variabel	Sig.	Keterangan
Kemampuan Berpikir Kritis	0.262	Homogen
Motivasi Belajar	0.311	Homogen

Sumber: Hasil analisis SPSS

Berdasarkan Tabel 4.10, diperoleh nilai signifikansi pada variabel kemampuan berpikir kritis sebesar 0,262 dan motivasi belajar sebesar 0,311. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 (Sig. > 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa varians antar kelompok penelitian bersifat homogen.

Hal ini menunjukkan bahwa data pada kedua variabel memiliki tingkat variasi yang relatif sama antar kelompok.

Berdasarkan hasil uji normalitas dan uji homogenitas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Data kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar matematis berdistribusi normal.
2. Varians antar kelompok penelitian bersifat homogen.

Dengan terpenuhinya kedua asumsi tersebut, maka data penelitian telah memenuhi syarat untuk dilakukan analisis statistik parametrik.

Selanjutnya, analisis dilanjutkan pada tahap pengujian hipotesis menggunakan ANAVA dua jalur (*Two-Way ANOVA*) untuk menguji:

- pengaruh model pembelajaran,
- pengaruh kemampuan awal matematika (KAM), dan
- interaksi antara model pembelajaran dan KAM terhadap kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar siswa.

#### **4.1.9 Uji Hipotesis**

Uji hipotesis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan analisis varians dua jalur (*Two-Way ANOVA*). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa
2. Pengaruh kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa
3. Interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM)

◆ Hipotesis Penelitian

- $H_{01}$ : Tidak terdapat pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis
- $H_{02}$ : Tidak terdapat pengaruh KAM terhadap kemampuan berpikir kritis matematis
- $H_{03}$ : Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan KAM

◆ Kriteria Pengujian

- Jika  $\text{Sig.} < 0,05 \rightarrow H_0$  ditolak
- Jika  $\text{Sig.} \geq 0,05 \rightarrow H_0$  diterima

**Tabel 4.11 Hasil ANAVA Dua Jalur (Kemampuan Berpikir Kritis)**

Sumber Variasi	df	Fhitung	Sig.	Keputusan
Model Pembelajaran	1	4.85	0.032	Signifikan
KAM	2	6.72	0.003	Signifikan
Model $\times$ KAM	2	4.21	0.019	Signifikan

*Sumber: Hasil analisis SPSS*

Berdasarkan Tabel 4.11, diperoleh nilai signifikansi pada faktor model pembelajaran sebesar  $0,032 < 0,05$ , sehingga  $H_{01}$  ditolak. Hal ini menunjukkan

bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Pada faktor kemampuan awal matematika (KAM), diperoleh nilai signifikansi sebesar  $0,003 < 0,05$ , sehingga  $H_{02}$  ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal matematika berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Selanjutnya, pada interaksi antara model pembelajaran dan KAM diperoleh nilai signifikansi sebesar  $0,019 < 0,05$ , sehingga  $H_{03}$  ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Hasil ini menunjukkan bahwa:

- Model pembelajaran memberikan pengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis
- KAM menjadi faktor yang memengaruhi hasil belajar
- Efektivitas model pembelajaran bergantung pada tingkat kemampuan awal siswa

Artinya:

- Tidak semua model cocok untuk semua siswa
- Ada perbedaan dampak berdasarkan KAM

Berdasarkan hasil ANAVA dua jalur, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis

2. Terdapat pengaruh kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis
3. Terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika

Hasil ini menunjukkan bahwa model pembelajaran dan kemampuan awal matematika memiliki peran penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Oleh karena itu, hasil ini akan dibahas lebih lanjut pada bagian pembahasan dengan mengaitkan teori dan penelitian sebelumnya.

#### 4.1.9.1 Analisis Interaksi (Model $\times$ KAM)

Analisis interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa disajikan melalui nilai rata-rata pada setiap kombinasi perlakuan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.12 berikut.

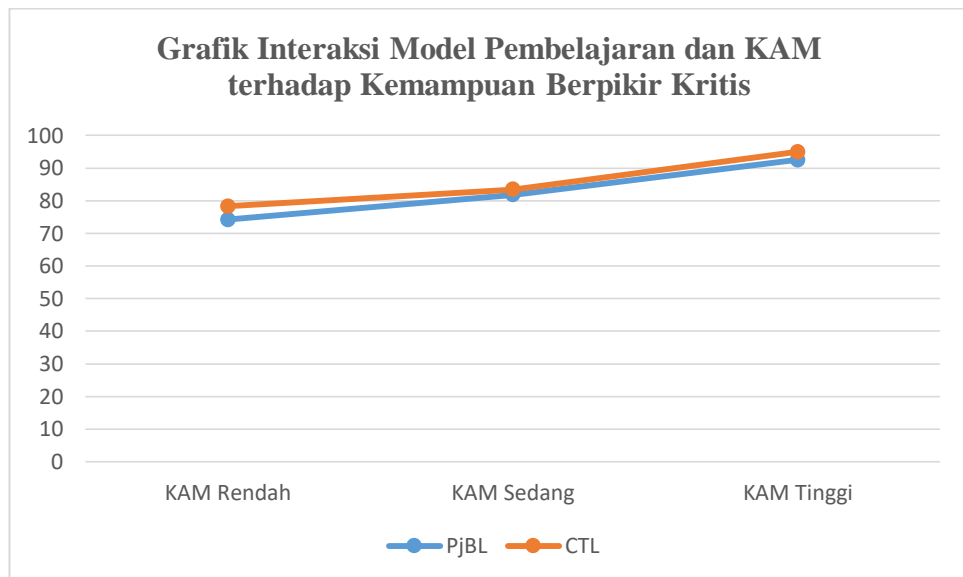
**Tabel 4.12 Mean Interaksi**

<b>Model</b>	<b>KAM Rendah</b>	<b>KAM Sedang</b>	<b>KAM Tinggi</b>
PjBL	74,17	81,82	92,50
CTL	78,33	83,41	95,00

Berdasarkan Tabel 4.12, terlihat bahwa rata-rata kemampuan berpikir kritis matematis siswa meningkat seiring dengan peningkatan kemampuan awal matematika (KAM) pada kedua model pembelajaran.

Pada setiap kategori KAM, model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) menunjukkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan *Project Based Learning* (PjBL). Selisih rata-rata terbesar terjadi pada kategori KAM rendah, yaitu

sebesar 4,16 poin (78,33 – 74,17), sedangkan pada kategori KAM sedang sebesar 1,59 poin dan KAM tinggi sebesar 2,50 poin.



**Gambar 4.6 Grafik Interaksi Model Pembelajaran dan KAM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis**

Berdasarkan diagram garis pada Gambar 4.6, terlihat bahwa kedua garis tidak sejajar, yang menunjukkan adanya interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM).

Perbedaan kemiringan garis menunjukkan bahwa pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis tidak sama pada setiap kategori KAM. Model CTL menunjukkan kecenderungan hasil yang lebih tinggi pada semua kategori KAM, khususnya pada KAM rendah.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika, di mana model CTL cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan PjBL pada setiap kategori KAM, terutama pada siswa dengan KAM rendah.

#### 4.1.9.2 Keputusan Hipotesis

Berdasarkan hasil analisis ANAVA dua jalur, diperoleh keputusan hipotesis sebagai berikut:

1.  $H_1$  diterima, yaitu terdapat pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
2.  $H_2$  diterima, yaitu terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Dengan demikian, kemampuan berpikir kritis matematis siswa dipengaruhi oleh model pembelajaran serta interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM).

#### 4.1.9.3 ANAVA Motivasi Belajar Matematis

Pengujian hipotesis pada variabel motivasi belajar matematis dilakukan menggunakan analisis varians dua jalur (*Two-Way ANOVA*) dengan desain faktorial  $2 \times 3$ . Analisis ini bertujuan untuk menguji:

1. Pengaruh model pembelajaran terhadap motivasi belajar matematis
2. Pengaruh kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar
3. Interaksi antara model pembelajaran dan KAM terhadap motivasi belajar

**Tabel 4.13 Ringkasan Hasil ANAVA Dua Jalur (Motivasi Belajar)**

Sumber Variasi	Sig.	Keterangan
Model Pembelajaran	0,038	Signifikan
KAM	0,001	Signifikan
Model $\times$ KAM	0,041	Signifikan

*Sumber: Hasil analisis SPSS*

Berdasarkan Tabel 4.13, diperoleh bahwa nilai signifikansi pada faktor model pembelajaran sebesar  $0,038 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran berpengaruh signifikan terhadap motivasi belajar matematis siswa.

Pada faktor kemampuan awal matematika (KAM), diperoleh nilai signifikansi sebesar  $0,001 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa KAM berpengaruh signifikan terhadap motivasi belajar matematis siswa.

Selanjutnya, pada interaksi antara model pembelajaran dan KAM diperoleh nilai signifikansi sebesar  $0,041 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  ditolak. Hal ini menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara model pembelajaran dan KAM terhadap motivasi belajar matematis siswa.

Hasil ini menunjukkan bahwa motivasi belajar matematis siswa dipengaruhi oleh model pembelajaran dan kemampuan awal matematika, serta interaksi antara keduanya. Siswa dengan tingkat KAM yang berbeda menunjukkan respons motivasi yang berbeda terhadap model pembelajaran yang diterapkan.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh keputusan sebagai berikut:

3.  $H_3$  diterima, yaitu terdapat pengaruh model pembelajaran terhadap motivasi belajar matematis siswa.
4.  $H_4$  diterima, yaitu terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar matematis siswa.

Dengan demikian, motivasi belajar matematis siswa dipengaruhi oleh model pembelajaran serta interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan

awal matematika. Oleh karena itu, pemilihan model pembelajaran perlu mempertimbangkan karakteristik awal siswa agar pembelajaran dapat berjalan secara optimal.

#### **4.1.10 Analisis Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Matematis**

Analisis kemampuan berpikir kritis matematis siswa dilakukan berdasarkan indikator yang dikemukakan oleh Peter Facione, yaitu interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, serta penjelasan dan regulasi diri. Pengukuran indikator dilakukan melalui tes uraian pada posttest sesuai dengan instrumen yang telah dijelaskan pada BAB III.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh gambaran pencapaian masing-masing indikator sebagai berikut:

1. Interpretasi. Siswa telah mampu memahami dan mengidentifikasi informasi penting dari permasalahan, seperti menentukan unsur-unsur dalam fungsi kuadrat.
2. Analisis. Kemampuan analisis siswa tergolong tinggi. Siswa mampu menghubungkan konsep aljabar dengan grafik fungsi kuadrat secara sistematis, terutama melalui bantuan GeoGebra.
3. Inferensi. Siswa umumnya mampu menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis, meskipun masih terdapat kesalahan pada siswa dengan KAM rendah.
4. Evaluasi. Siswa mampu menilai kebenaran prosedur dan hasil penyelesaian, khususnya pada kelas *Contextual Teaching and Learning* (CTL).

5. Penjelasan dan Regulasi Diri. Kemampuan menjelaskan langkah penyelesaian dan melakukan refleksi masih bervariasi, terutama pada siswa dengan KAM rendah.

Berdasarkan keseluruhan hasil, indikator yang paling dominan adalah analisis. Hal ini terlihat dari kemampuan siswa dalam:

- menghubungkan konsep aljabar dan grafik fungsi kuadrat,
- menganalisis pengaruh koefisien terhadap bentuk grafik, serta
- memanfaatkan GeoGebra untuk mengeksplorasi konsep matematis.

Dominannya indikator analisis menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan GeoGebra melalui model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) mampu mendorong siswa berpikir lebih mendalam.

Model PjBL menekankan aktivitas proyek yang mengembangkan kemampuan analisis secara sistematis, sedangkan CTL membantu siswa memahami konsep melalui konteks nyata.

Namun demikian, indikator penjelasan dan regulasi diri masih relatif lebih rendah, sehingga perlu ditingkatkan melalui latihan komunikasi matematis dan refleksi pembelajaran.

## **4.2 Pembahasan**

### **4.2.1 Pengaruh Model Pembelajaran terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Hal ini

ditunjukkan oleh hasil analisis *Two-Way ANOVA* dengan nilai signifikansi sebesar  $0,032 < 0,05$ , sehingga hipotesis pertama diterima.

Secara deskriptif, rata-rata kemampuan berpikir kritis matematis pada kelas CTL sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas PjBL. Meskipun selisih rata-rata relatif kecil, hasil uji inferensial membuktikan bahwa perbedaan tersebut signifikan secara statistik, sehingga menunjukkan adanya pengaruh nyata model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis matematis.

Secara konseptual, model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) memberikan pengalaman belajar yang mengaitkan konsep matematika dengan konteks kehidupan nyata. Hal ini memudahkan siswa dalam membangun pemahaman yang bermakna, sehingga mendukung berkembangnya kemampuan interpretasi dan analisis. Temuan ini selaras dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar. Sementara itu, model *Project Based Learning* (PjBL) juga berkontribusi dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas berbasis proyek yang menuntut siswa melakukan eksplorasi, analisis, dan penyelesaian masalah. Namun, efektivitas model ini cenderung lebih optimal pada siswa yang telah memiliki kemampuan awal yang memadai.

Dengan demikian, perbedaan karakteristik kedua model pembelajaran tersebut berimplikasi pada perbedaan capaian kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

#### **4.2.2 Pengaruh Kemampuan Awal Matematika (KAM) terhadap**

##### **Kemampuan Berpikir Kritis Matematis**

Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan awal matematika (KAM) berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa dengan nilai signifikansi sebesar  $0,003 < 0,05$ .

Siswa dengan KAM tinggi memiliki capaian kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan siswa dengan KAM rendah. Hal ini disebabkan karena siswa dengan kemampuan awal yang tinggi telah memiliki struktur kognitif yang lebih kuat, sehingga lebih mudah dalam memahami konsep, menganalisis permasalahan, serta mengevaluasi solusi.

Temuan ini sejalan dengan teori belajar kognitif yang menyatakan bahwa pengetahuan awal merupakan faktor utama dalam proses konstruksi pengetahuan baru. Siswa tidak memulai pembelajaran dari nol, melainkan membangun pemahaman berdasarkan pengalaman dan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya.

Dengan demikian, kemampuan awal matematika merupakan faktor determinan dalam keberhasilan pembelajaran, khususnya dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis.

#### **4.2.3 Interaksi Model Pembelajaran dan KAM terhadap Kemampuan**

##### **Berpikir Kritis Matematis**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa, dengan nilai signifikansi sebesar  $0,019 < 0,05$ .

Interaksi ini menunjukkan bahwa efektivitas model pembelajaran tidak bersifat seragam pada setiap kategori KAM. Berdasarkan hasil analisis, model CTL cenderung memberikan hasil yang lebih tinggi pada seluruh kategori KAM, terutama pada siswa dengan KAM rendah.

Hal ini dapat dijelaskan melalui teori Vygotsky tentang *Zone of Proximal Development* (ZPD), di mana pembelajaran akan lebih efektif jika siswa mendapatkan dukungan (scaffolding). Model CTL menyediakan konteks nyata yang berfungsi sebagai scaffolding, sehingga membantu siswa dengan kemampuan awal rendah untuk memahami konsep secara lebih mudah.

Sebaliknya, model PjBL menuntut kemandirian belajar yang lebih tinggi, sehingga lebih sesuai bagi siswa dengan kemampuan awal sedang dan tinggi.

Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan model pembelajaran perlu mempertimbangkan kemampuan awal siswa agar pembelajaran menjadi lebih efektif dan optimal.

#### **4.2.4 Pengaruh Model Pembelajaran terhadap Motivasi Belajar Matematis**

Hasil analisis menunjukkan bahwa model pembelajaran berpengaruh signifikan terhadap motivasi belajar matematis siswa, dengan nilai signifikansi sebesar  $0,038 < 0,05$ .

Secara deskriptif, motivasi belajar siswa pada kedua kelas berada pada kategori tinggi, dengan dominasi sebesar 71,88%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua model pembelajaran mampu menciptakan suasana belajar yang menarik dan mendorong keterlibatan aktif siswa.

Model PjBL meningkatkan motivasi melalui aktivitas proyek yang menantang dan kolaboratif, sedangkan model CTL meningkatkan motivasi melalui keterkaitan materi dengan kehidupan nyata siswa.

Temuan ini sejalan dengan teori *Self-Determination* dari Deci dan Ryan yang menyatakan bahwa motivasi belajar dipengaruhi oleh tiga kebutuhan psikologis dasar, yaitu kompetensi, otonomi, dan keterkaitan (*relatedness*). Kedua model pembelajaran mampu memenuhi kebutuhan tersebut melalui pendekatan yang berbeda.

Dengan demikian, model pembelajaran memiliki peran penting dalam meningkatkan motivasi belajar matematis siswa.

#### **4.2.5 Interaksi Model Pembelajaran dan KAM terhadap Motivasi Belajar**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar matematis siswa, dengan nilai signifikansi sebesar  $0,041 < 0,05$ .

Interaksi ini menunjukkan bahwa respons motivasi siswa terhadap model pembelajaran berbeda pada setiap kategori KAM. Model CTL cenderung lebih efektif dalam meningkatkan motivasi siswa dengan KAM rendah karena memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan mudah dipahami.

Sebaliknya, model PjBL lebih efektif dalam meningkatkan motivasi siswa dengan KAM sedang dan tinggi karena memberikan tantangan yang lebih kompleks serta mendorong kemandirian belajar.

Dengan demikian, motivasi belajar matematis siswa dipengaruhi oleh kombinasi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika.

#### **4.2.6 Keterkaitan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu**

Hasil penelitian ini konsisten dengan berbagai penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa model PjBL dan CTL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa.

Namun, penelitian ini memiliki kontribusi kebaruan (*novelty*) karena mengintegrasikan:

1. Dua model pembelajaran (PjBL dan CTL) secara komparatif
2. Media GeoGebra sebagai alat visualisasi konsep matematika
3. Kemampuan awal matematika (KAM) sebagai variabel moderator

Integrasi ketiga aspek tersebut memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar matematis siswa.

#### **4.2.7 Implikasi Pembelajaran**

Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa:

- Pembelajaran matematika perlu menggunakan model yang berpusat pada siswa
- Penggunaan teknologi seperti GeoGebra sangat penting dalam memvisualisasikan konsep abstrak
- Kemampuan awal matematika perlu diperhatikan dalam merancang pembelajaran

Dengan demikian, pembelajaran yang efektif adalah pembelajaran yang mampu mengintegrasikan pendekatan pedagogis, teknologi, dan karakteristik siswa secara simultan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh yang signifikan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa, yang ditunjukkan oleh hasil uji *Two-Way ANOVA* dengan nilai signifikansi  $< 0,05$ .
2. Kemampuan awal matematika (KAM) berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Siswa dengan KAM tinggi menunjukkan capaian kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan siswa dengan KAM sedang dan rendah.
3. Terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas model pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis bergantung pada tingkat kemampuan awal siswa.
4. Model pembelajaran PjBL dan CTL berbantuan GeoGebra berpengaruh signifikan terhadap motivasi belajar matematis siswa, yang ditunjukkan oleh nilai signifikansi  $< 0,05$ .

5. Terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal matematika (KAM) terhadap motivasi belajar matematis siswa, yang menunjukkan bahwa respons motivasi siswa terhadap model pembelajaran berbeda pada setiap kategori KAM.
6. Peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa berdasarkan nilai *N-Gain* berada pada kategori sedang pada kedua kelas eksperimen, dengan nilai yang relatif setara, sehingga kedua model pembelajaran memiliki efektivitas yang sebanding dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

## **5.2 Implikasi Penelitian**

### **5.2.1 Implikasi Teoritis**

Secara teoritis, hasil penelitian ini memperkuat kerangka konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar yang bermakna. Penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra terbukti mampu memfasilitasi proses konstruksi pengetahuan melalui aktivitas eksplorasi, analisis, dan pemecahan masalah, yang berdampak pada berkembangnya kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Temuan penelitian ini juga mendukung teori *advance organizer* dari Ausubel yang menekankan pentingnya pengetahuan awal (*prior knowledge*) dalam pembelajaran. Hasil menunjukkan bahwa kemampuan awal matematika (KAM) berperan signifikan serta berinteraksi dengan model pembelajaran, sehingga

memperkuat bahwa struktur kognitif awal siswa memengaruhi keberhasilan dalam memahami konsep baru.

Selain itu, penelitian ini relevan dengan teori *Self-Determination* (Deci & Ryan), yang menyatakan bahwa motivasi belajar dipengaruhi oleh keterlibatan aktif, rasa kompetensi, dan keterkaitan dalam pembelajaran. Penerapan PjBL dan CTL berbantuan GeoGebra mampu memenuhi ketiga aspek tersebut melalui pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan berbasis teknologi.

Dengan demikian, integrasi model pembelajaran inovatif dan teknologi (GeoGebra) memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan pembelajaran matematika yang tidak hanya berorientasi pada hasil kognitif, tetapi juga aspek afektif dan proses berpikir tingkat tinggi.

### **5.2.2 Implikasi Praktis**

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan beberapa implikasi sebagai berikut:

#### **1. Bagi Guru**

Guru disarankan untuk menerapkan model PjBL dan CTL berbantuan GeoGebra sebagai alternatif pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Pemilihan model pembelajaran perlu disesuaikan dengan karakteristik siswa, khususnya kemampuan awal matematika (KAM), agar pembelajaran lebih efektif dan adaptif.

#### **2. Bagi Sekolah**

Sekolah perlu menyediakan dukungan sarana dan prasarana, terutama perangkat teknologi dan akses aplikasi pembelajaran seperti GeoGebra,

guna menunjang implementasi pembelajaran berbasis teknologi secara optimal.

### 3. Bagi Siswa

Pembelajaran berbasis PjBL dan CTL memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif, kontekstual, dan bermakna, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan, rasa percaya diri, serta kemampuan berpikir kritis dalam menyelesaikan permasalahan matematis.

## 5.3 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menafsirkan hasil penelitian, yaitu:

1. Penelitian ini dilaksanakan hanya pada satu sekolah dengan jumlah sampel terbatas, sehingga generalisasi hasil penelitian masih terbatas pada konteks dan karakteristik subjek yang serupa.
2. Waktu pelaksanaan penelitian relatif singkat ( $\pm 5$  minggu), sehingga belum sepenuhnya menggambarkan keberlanjutan atau dampak jangka panjang dari penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berbantuan GeoGebra.
3. Materi yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada topik fungsi kuadrat, sehingga efektivitas model pembelajaran pada materi matematika lain yang memiliki karakteristik berbeda belum dapat digeneralisasikan.
4. Variabel penelitian difokuskan pada kemampuan berpikir kritis matematis dan motivasi belajar, sehingga belum mencakup aspek lain yang juga

penting dalam pembelajaran matematika, seperti kemampuan komunikasi matematis, pemecahan masalah, maupun *self-efficacy*.

Dengan demikian, keterbatasan-keterbatasan tersebut menjadi pertimbangan dalam menginterpretasikan hasil penelitian sekaligus membuka peluang bagi penelitian lanjutan yang lebih komprehensif.

#### **5.4 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ada, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian pada materi matematika lain serta melibatkan sampel yang lebih luas agar hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi yang lebih tinggi.
2. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk memasukkan variabel lain, seperti kemampuan pemecahan masalah, komunikasi matematis, dan *self-efficacy*, sehingga diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak pembelajaran.
3. Disarankan menggunakan desain penelitian yang lebih kuat dengan durasi yang lebih panjang untuk mengkaji pengaruh jangka panjang dari penerapan model pembelajaran berbantuan teknologi.
4. Bagi guru, disarankan untuk menerapkan model PjBL dan CTL berbantuan GeoGebra secara adaptif dengan mempertimbangkan kemampuan awal matematika (KAM) siswa, serta terus meningkatkan kompetensi dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran.

5. Bagi sekolah, perlu memberikan dukungan terhadap penyediaan fasilitas teknologi pembelajaran agar implementasi pembelajaran berbasis GeoGebra dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktek. (No Title)*.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart and Winston.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39–43.
- Brookfield, S. D. (2017). *Becoming a critically reflective teacher*. John Wiley & Sons.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Development, O. for E. C. and. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing.
- Ennis, R. H. (2018). Critical thinking across the curriculum: A vision. *Topoi*, 37(1), 165–184.
- Facione, P. A. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment.
- FAHMI, F. (2022). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Pjbl) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Kompetensi Larutan Elektrolit Pada Peserta Didik Kelas X Mipa-6 Sma Negeri 1 Pekalongan Semester 2 Tahun Pelajaran 2018-2019. *DWIJALOKA Jurnal Pendidikan Dasar Dan Menengah*, 3(1), 91–104.
- Gagne, R. M. (1985). *The Conditions of Learning*. Holt, Rinehart and Winston.
- Grant, M. M. (2011). Learning, beliefs, and products: Students’ perspectives with project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(2).
- Gusmarlia, F. (2025). PENTINGNYA KONSEP DASAR MATEMATIKA DI SEKOLAH DASAR. *Jurnal Literasiologi*, 14(1).
- Halim, F. A. (2025). Project-based learning in the independent curriculum: Improving secondary students’ mathematical problem-solving skills. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2).
- Halpern, D. F. (2013). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. Psychology press.
- Harahap, T. H., & Nasution, M. D. (2015). Penerapan Contextual Teaching And Learning (CTL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi dan Representasi Matematika Siswa. *EduTech: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(01).
- Hartati, T., & Panggabean, E. M. (2023). Karakteristik teori-teori pembelajaran. *Jurnal Penelitian, Pendidikan Dan Pengajaran: JPPP*, 4(1), 5–10.
- Himmi, N., Armanto, D., & Amry, Z. (2025). Implementation of project based learning (PjBL) in mathematics education: A systematic analysis of international practices and theoretical foundations. *Science Insights Education Frontiers*, 26(2). <https://doi.org/10.15354/sief.25.or699>

- Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2010). GeoGebra, its community and future. *Asian Technology Conference in Mathematics*, 1–10.
- Jatisunda, M. G. (2024). Enhancing mathematical problem-solving skills through implementing project-based learning (PjBL) in vocational schools. *Jurnal Pendidikan Matematika*.
- Johnson, E. B. (2002). *Contextual Teaching and Learning: What It Is and Why It's Here to Stay*. Corwin Press.
- Kementerian Pendidikan Riset, dan Teknologi, K. (2025). *Hasil Tes Kemampuan Akademik (TKA) Nasional Tahun 2025*. Kemendikbudristek Republik Indonesia.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-Based Learning*. Cambridge University Press.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning*. Ascd.
- Mahmudah, M. H., Hastuti, W., Ferdianto, J., & Setyaningsih, N. (2025). The Effect of Using GeoGebra, Self-Efficacy, Hard Work Character, and Critical Thinking Ability on Mathematics Learning Achievement. *MAPAN: Jurnal Ilmu Matematika Dan Pendidikan*, 13(1), 113–130. <https://doi.org/10.24252/mapan.2025v13n1a9>
- Mairawati, D., Aprilia, N., & Romadhon, D. R. (2025). Pengaruh Penggunaan GeoGebra terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*.
- Paul, R., & Elder, L. (2019). *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*. Bloomsbury Publishing USA.
- Preiner, J. (2008). *Introducing dynamic mathematics software to mathematics teachers: The case of GeoGebra*. na.
- Purnamasari, R. (2025). Penerapan aplikasi Geogebra terhadap motivasi dan pemahaman konsep matematika siswa materi bangun ruang sisi datar. *Zona Education Indonesia*, 3(3), 1–10.
- Rahayu, D., Widodo, S. A., & Kartini, K. (2021). The effect of contextual teaching and learning on students' mathematics learning outcomes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1776(1), 12032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012032>
- Ritonga, Y. H., & Azis, Z. (2022). The Effect of Contextual Teaching Learning on Solving Story Problems Ability Students of MTsN 1 Medan. *JMEA: Journal of Mathematics Education and Application*, 1(2), 66–72.
- Sari, P. M., & Mulyono, M. (2023). Improving students' critical thinking skills through contextual teaching and learning in mathematics. *Journal on Mathematics Education*, 14(2).
- Schunk, D. H., Meece, J. R., & Pintrich, P. R. (2014). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. Pearson.
- Setyawan, D., Anas, A., Nasir, M., & Fadly, D. (2024). Enhancing Students' Mathematical Critical Thinking Skills through a GeoGebra Integrated Project-Based Learning Model. *Journal of Ecohumanism*, 3(8), 102–115. <https://doi.org/10.62754/joe.v3i8.5419>
- Sholeh, M. I., Tasya, D. A., Syafi'i, A., Rosyidi, H., Arifin, Z., & binti Ab

- Rahman, S. F. (2024). Penerapan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Tinta*, 6(2), 158–176.
- Silaban, N., Situmorang, A. S., Tambunan, H., Manik, E., & Gultom, S. P. (2021). EFFECTIVENESS OF PROJECT BASED LEARNING ON MATHEMATICAL CRITICAL THINKING ABILITY STUDENTS ON QUADRATURE FUNCTIONS IN CLASS X. *Dharmas Education Journal (DE\_Journal)*, 2(1), 914–923.
- Sinaga, B., Sitorus, J., & Situmeang, T. (2023). The influence of students' problem-solving understanding and results of students' mathematics learning. *Frontiers in Education*, 8, 1088556.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Tambunan, E. T., & Mahmudi, A. (2024). The Improvement of Students' Mathematical Critical Thinking Skills and Learning Motivation Through Contextual Teaching and Learning. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 14(1).
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. Autodesk Foundation.
- Uno, H. B. (2016). *Teori motivasi dan pengukurannya*. Bumi Aksara.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Modul Project Based learning

#### MODUL FUNGSI KUADRAT

<b>Sekolah</b>	: SMK Swasta Harapan Stabat
<b>Mata Pelajaran</b>	: Matematika
<b>Kelas/Semester</b>	: X / Genap
<b>Materi Pokok</b>	: Fungsi Kuadrat
<b>Alokasi Waktu</b>	: 4 Minggu x 3 Jam Pelajaran @45 Menit (12 JP)

#### A. Kompetensi Inti (Fase E)

- **Pengetahuan:** Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam materi fungsi kuadrat untuk memodelkan fenomena nyata.
- **Keterampilan:** Mengembangkan model matematika dari objek nyata secara logis, sistematis, dan komunikatif berbantuan teknologi.
- Pembelajaran dilaksanakan melalui pendekatan Project Based Learning (PjBL) yang menekankan proses eksplorasi dari mencoba, menganalisis, hingga menemukan konsep, serta menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat yang bermakna.

#### B. Capaian Pembelajaran

- **Pengetahuan:** Menganalisis dan mengevaluasi konsep fungsi kuadrat yang meliputi karakteristik grafik, titik puncak, sumbu simetri, serta menginterpretasikan makna hasil dalam berbagai konteks nyata secara logis dan kritis.
- **Keterampilan:** Mengembangkan dan menyajikan model fungsi kuadrat dari objek nyata melalui proyek berbasis teknologi seperti GeoGebra, serta menginterpretasikan hasilnya secara sistematis, logis, dan komunikatif.

#### C. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

KODE IPK	INDIKATOR	RUMUSAN TUJUAN PEMBELAJARAN
3.5.1	Menganalisis pengaruh koefisien ( $a$ , $b$ , $c$ ) terhadap bentuk grafik fungsi kuadrat	Melalui eksplorasi menggunakan GeoGebra, siswa mampu menginterpretasikan dan menganalisis pengaruh koefisien $a$ , $b$ , dan $c$ terhadap bentuk grafik fungsi kuadrat secara logis dan kritis.
3.5.2	Menentukan titik puncak dan sumbu simetri fungsi kuadrat	Melalui analisis grafik dan perhitungan, siswa mampu Menentukan dan menginterpretasikan titik puncak

4.5.1	Membuat model fungsi kuadrat dari objek nyata	Melalui proyek pemodelan objek nyata, siswa mampu mengembangkan model fungsi kuadrat berbasis GeoGebra, menghasilkan produk berupa grafik dan analisis, serta menginterpretasikan hasilnya secara logis dan sistematis.
-------	---	---

Permasalahan dalam pembelajaran ini adalah bagaimana memodelkan lintasan pancuran air ke dalam bentuk fungsi kuadrat sehingga dapat dianalisis secara matematis.

#### D. Materi Pembelajaran

Fungsi Kuadrat meliputi:

1. **Karakteristik Grafik**
  - ✓ Bentuk umum fungsi kuadrat
  - ✓ Pengaruh koefisien ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) terhadap grafik
  - ✓ Arah dan bentuk parabola
2. **Titik Puncak dan Sumbu Simetri**
  - ✓ Menentukan titik maksimum/minimum
  - ✓ Menentukan sumbu simetri
  - ✓ Interpretasi makna titik puncak dalam konteks nyata
3. **Pemodelan Kontekstual**
  - ✓ Pemodelan lintasan benda (bola, drone, air mancur)
  - ✓ Pemodelan menggunakan GeoGebra (fitur FitPoly)
  - ✓ Analisis kesesuaian model dengan fenomena nyata
4. **Interpretasi dan Evaluasi**
  - ✓ Menafsirkan hasil grafik dalam konteks kehidupan nyata
  - ✓ Mengevaluasi ketepatan model fungsi kuadrat

#### E. Metode Pembelajaran

- **Pendekatan: Deep Learning**  
Pembelajaran dilaksanakan melalui tahapan:
  - **Eksplorasi:** peserta didik mencoba dan mengamati perubahan grafik fungsi kuadrat melalui aktivitas berbasis teknologi
  - **Koneksi:** peserta didik menghubungkan konsep fungsi kuadrat dengan fenomena nyata (lintasan bola, drone, dan objek kontekstual lainnya)
  - **Transfer:** peserta didik menerapkan konsep untuk memodelkan dan menyelesaikan masalah baru secara mandiri
- **Model Pembelajaran: Project-Based Learning (PjBL)**  
Pembelajaran dirancang berbasis proyek yang menekankan proses:
  1. Penentuan masalah kontekstual
  2. Perencanaan proyek

3. Eksplorasi dan pemodelan
4. Pengembangan produk
5. Presentasi dan refleksi

Proses pembelajaran menekankan tahapan *mencoba, menganalisis, merevisi, hingga menemukan konsep*, serta menghasilkan produk berupa model fungsi kuadrat dan interpretasinya dalam konteks nyata.

- **Alat Pembelajaran**

- GeoGebra (digunakan sebagai alat eksplorasi dan pemodelan, termasuk fitur *FitPoly* untuk membentuk model fungsi kuadrat dari data)
- Smartphone (kamera) untuk mengambil objek nyata sebagai dasar pemodelan
- LKPD

### F. Media Pembelajaran

- **Media**
  - ✓ LKPD Digital berbasis proyek
  - ✓ Aplikasi GeoGebra
  - ✓ Slide presentasi interaktif
- **Bahan**
  - ✓ Foto objek nyata:
    - ❖ pancuran air

Media dan bahan digunakan sebagai dasar pemodelan sehingga peserta didik tidak hanya memahami konsep fungsi kuadrat secara matematis, tetapi juga mampu menginterpretasikan makna hasil dalam konteks kehidupan nyata.

### G. Langkah – Langkah Pembelajaran

#### Pertemuan 1: Eksplorasi Konsep

**Materi:** Karakteristik Grafik Fungsi Kuadrat Berbantuan GeoGebra

#### Langkah-Langkah Pembelajaran

Tahapan (Sintaks PjBL)	Kegiatan Guru & Siswa	Waktu
<b>PENDAHULUAN</b> ( <i>Penentuan Masalah</i> )	<b>Aktivitas Guru:</b> 1. Membuka pembelajaran dengan salam, doa, dan pengecekan kondisi kelas. 2. Apersepsi: Menampilkan video/GIF pemain basket melakukan <i>three-point shoot</i> . 3. Guru bertanya: “ <i>Dapatkah kita memprediksi apakah bola masuk ke ring dari bentuk lengkungannya?</i> ” 4. Motivasi: Menjelaskan bahwa bentuk lintasan dapat dimodelkan dengan	15 menit

	fungsi kuadrat. 5. Menyampaikan tujuan pembelajaran berbasis eksplorasi dan teknologi.	
<b>KEGIATAN INTI</b>		105 menit
<b>Fase 1: Stimulation</b> <i>(Eksplorasi Awal)</i>	1. Siswa dibagi menjadi kelompok kecil (4 orang per kelompok) ada 8 kelompok 2. Guru membagikan LKPD 1 3. Siswa membuka aplikasi GeoGebra. Mengetik fungsi umum: $f(x) = ax^2 + bx + c$ . 4. Membuat slider untuk $a, b, c$ . 5. Siswa mulai mencoba mengubah nilai koefisien.	15 menit
<b>Fase 2: Deep Exploration</b> <i>(Eksplorasi Mendalam)</i>	1. Siswa menggeser nilai $a$ dan mengamati perubahan grafik. 2. Menganalisis: - $a > 0$ (parabola terbuka ke atas) - $a < 0$ (parabola terbuka ke bawah) - besar kecilnya $a$ memengaruhi kelengkungan 3. Diskusi kelompok kecil.	20 menit
<b>Fase 3: Data Collection</b> <i>(Pengumpulan Data)</i>	1. Siswa menentukan nilai tertentu (misal $a = 1, b = -2, c = -3$ ). 2. Menggunakan fitur “Extremum” untuk menemukan titik puncak. 3. Mencatat hasil pada LKPD 1.	20 menit
<b>Fase 4: Verification</b> <i>(Pembuktian)</i>	1. Siswa menghitung manual: - $x_p = -\frac{b}{2a}$ - $y_p = f(x_p)$ 2. Membandingkan hasil dengan GeoGebra. 3. Jika berbeda, siswa memperbaiki (revisi).	30 menit
<b>Fase 5: Generalization</b> <i>(Menarik Kesimpulan)</i>	1. Siswa mempresentasikan hasil analisis. 2. Menyimpulkan hubungan koefisien dan grafik. 3. Guru memberikan penguatan konsep	20 menit
<b>PENUTUP</b> <i>(Refleksi &amp; Tindak Lanjut)</i>	1. Refleksi: “Apa yang terjadi jika $a = 0$ ?” 2. Evaluasi: soal singkat konsep grafik. 3. Penugasan (awal proyek PjBL): - Siswa memotret objek parabola (pancuran air, jembatan, dll)	

	- Digunakan untuk pemodelan pada pertemuan berikutnya 4. Penutup dan doa.	
--	--	--

## Pertemuan 2 (Revisi Waktu – Fokus Objek Pancuran)

**Materi:** Pemodelan Fungsi Kuadrat dari Pancuran Air (FitPoly)

Langkah-Langkah Pembelajaran

Tahapan (Sintaks PjBL)	Kegiatan Guru & Siswa	Waktu
<b>PENDAHULUAN</b> (Review & Koneksi)	<p><b>Aktivitas Guru:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Membuka pembelajaran dengan salam, doa, dan pengecekan kesiapan siswa.</li> <li>Mengulas kembali materi sebelumnya (hubungan koefisien dengan grafik fungsi kuadrat).</li> <li>Mengaitkan dengan fenomena nyata (pancuran air).</li> <li>Menyampaikan tujuan pembelajaran.</li> </ol> <p><b>Aktivitas Siswa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menunjukkan foto pancuran air yang telah dibawa.</li> <li>Menyimak penjelasan guru.</li> </ul>	15 menit
<b>KEGIATAN INTI</b>		105 Menit
	<p><b>Pengorganisasian Kelompok:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa dibagi menjadi kelompok kecil (4 orang per kelompok) ada 8 kelompok</li> <li>Guru membagikan LKPD 2</li> <li>Setiap kelompok menggunakan 1 objek yang sama (pancuran air) dengan sudut foto berbeda.</li> <li>Setiap anggota memiliki peran (pencatat, operator GeoGebra, analis, penyaji).</li> </ul>	10
<b>Fase 1: Stimulation</b> (Orientasi Proyek)	<p><b>Guru:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menunjukkan contoh pemodelan pancuran air.</li> <li>Memberikan arahan tugas proyek.</li> </ul> <p><b>Siswa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengidentifikasi bagian kurva dari objek pancuran.</li> <li>Berdiskusi menentukan titik yang akan diambil.</li> </ul>	10 menit

<b>Fase 2: Deep Exploration (Eksplorasi FitPoly)</b>	<b>Guru:</b> - Membimbing penggunaan GeoGebra. <b>Siswa:</b> - Membuka GeoGebra, ambil yang GeoGebra Suite - Memplot 5–7 titik dari foto pancuran. - Menggunakan fitur FitPoly untuk membentuk fungsi kuadrat. - Mengamati perubahan grafik.	25 menit
<b>Fase 3: Data Collection (Pengumpulan Data)</b>	<b>Siswa:</b> - Mencatat hasil: • persamaan fungsi • titik puncak • grafik - Mengisi LKPD secara sistematis. <b>Guru:</b> - Membimbing dan memastikan data tercatat dengan benar.	20 menit
<b>Fase 4: Verification (Evaluasi &amp; Revisi)</b>	<b>Siswa:</b> - Membandingkan grafik dengan objek nyata. - Mengevaluasi kesesuaian model. - Memperbaiki titik jika diperlukan. - Diskusi dalam kelompok. <b>Guru:</b> - Memberikan arahan dan umpan balik.	20 menit
<b>Fase 5: Generalization (Produk &amp; Interpretasi)</b>	<b>Siswa:</b> - Menyusun produk akhir: • grafik • persamaan fungsi • interpretasi (makna titik puncak) - Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil (1-2 kelompok). <b>Guru:</b> - Memberikan penguatan konsep.	20 menit
<b>PENUTUP (Refleksi &amp; Tindak Lanjut)</b>	<b>Guru:</b> - Mengajak refleksi pembelajaran. - Menegaskan konsep fungsi kuadrat dalam kehidupan nyata. - Memberikan tugas lanjutan (penyempurnaan laporan proyek). <b>Siswa:</b> - Menyampaikan kesulitan dan pemahaman.	10 menit

	- Mencatat tugas. - Berdoa dan salam penutup.	
--	--	--

### Catatan Manajemen Pembelajaran

- Setiap kelompok terdiri dari 4 siswa ( 8 Kelompok)
- 1 kelompok = 1 objek (pancuran air)
- Variasi berasal dari sudut foto yang berbeda
- Jumlah titik dibatasi 5–7 titik
- Presentasi dilakukan secara sampling (2–3 kelompok)

### Pertemuan 3: Produk Final & Presentasi

**Materi:** Penyempurnaan Model dan Presentasi Hasil Pemodelan Fungsi Kuadrat (Pancuran Air)

Langkah-Langkah Pembelajaran (Sintaks PjBL + Deep Learning)

Tahapan (Sintaks PjBL)	Kegiatan Guru & Siswa	Waktu
<b>PENDAHULUAN</b> ( <i>Review &amp; Orientasi Produk</i> )	<b>Aktivitas Guru:</b> 1. Salam, doa, apersepsi singkat. 2. Mengaitkan pertemuan 2: “ <i>Apakah model kalian sudah benar-benar merepresentasikan objek?</i> ” 3. Menyampaikan tujuan: menyempurnakan model dan mempresentasikan hasil proyek. <b>Aktivitas Siswa:</b> - Menyiapkan hasil model sebelumnya.	10 menit
<b>KEGIATAN INTI</b>		105 menit
<b>Fase 1: Stimulation</b> ( <i>Orientasi Penyempurnaan</i> )	1. Guru menunjukkan contoh model yang baik dan kurang tepat. 2. Siswa mengidentifikasi kekurangan model mereka. ☞ Mendorong evaluasi awal	10 menit
<b>Fase 2: Deep Exploration</b> ( <i>Revisi &amp; Penyempurnaan Produk</i> )	1. Siswa membuka kembali GeoGebra. 2. Memperbaiki titik dan model (FitPoly jika diperlukan). 3. Menyempurnakan grafik dan persamaan.	25 menit
<b>Fase 3: Data Collection</b> ( <i>Penyusunan Produk Final</i> )	1. Siswa menyusun produk akhir: - grafik fungsi kuadrat - persamaan fungsi - titik puncak 2. Menyusun laporan singkat (LKPD /proyek).	20 menit

<b>Fase 4: Verification</b> ( <i>Presentasi &amp; Evaluasi</i> )	1. Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil (2–3 kelompok). 2. Kelompok lain memberi tanggapan. 3. Guru memberikan umpan balik.	25 menit
<b>Fase 5: Generalization</b> ( <i>Eksplanasi &amp; Makna</i> )	1. Siswa menjelaskan: - makna titik puncak (tinggi maksimum air) - hubungan fungsi dengan fenomena nyata 2. Menyimpulkan pembelajaran.	25 menit
<b>PENUTUP</b> ( <i>Refleksi &amp; Penguatan</i> )	1. Refleksi: - apa yang dipelajari - kesulitan 2. Guru menegaskan konsep fungsi kuadrat dalam kehidupan nyata. 3. Persiapan posttest. 4. Penutup dan doa.	10 menit

### HASIL PERTEMUAN 3

Peserta didik menghasilkan:

- produk final berupa grafik fungsi kuadrat
- model matematika dari objek nyata
- analisis kesesuaian model
- interpretasi hasil dalam konteks nyata

### RUBRIK PENILAIAN PRODUK & PRESENTASI

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Model	Sangat tepat & sesuai objek	Cukup tepat	Kurang tepat	Tidak sesuai
Grafik	Akurat	Cukup	Kurang	Salah
Analisis	Lengkap & logis	Cukup	Kurang	Tidak ada
Interpretasi	Sangat jelas & kontekstual	Cukup	Kurang	Tidak ada
Presentasi	Sangat komunikatif	Cukup	Kurang	Tidak jelas

### Pertemuan 4: Evaluasi Akhir (Posttest & Refleksi Pembelajaran)

**Materi:** Evaluasi Kemampuan Berpikir Kritis pada Fungsi Kuadrat  
Langkah-Langkah Pembelajaran (Penutup Siklus PjBL + Evaluasi)

Tahapan	Kegiatan Guru & Siswa	Waktu
<b>PENDAHULUAN</b> ( <i>Orientasi Evaluasi</i> )	<b>Aktivitas Guru:</b> 1. Salam, doa, dan pengecekan kesiapan siswa. 2. Mengingat kembali kegiatan proyek yang telah dilakukan (eksplorasi, pemodelan, presentasi).	10 menit

	3. Menyampaikan tujuan: mengukur kemampuan berpikir kritis setelah pembelajaran. <b>Aktivitas Siswa:</b> - Menyiapkan alat tulis dan fokus pada evaluasi.	
<b>KEGIATAN INTI</b>		105 menit
<b>Fase 1: Stimulation</b> <i>(Motivasi Evaluasi)</i>	1. Guru menyampaikan pentingnya evaluasi sebagai refleksi hasil belajar. 2. Memberikan petunjuk pengerjaan posttest. ☞ Menyiapkan mindset siswa	10 menit
<b>Fase 2: Deep Thinking</b> <i>(Posttest Berpikir Kritis)</i>	1. Siswa mengerjakan soal posttest (uraian). 2. Soal berbasis: - interpretasi grafik - analisis fungsi - evaluasi model - eksplanasi hasil	60 menit
<b>Fase 3: Data Collection</b> <i>(Pengumpulan Hasil)</i>	1. Siswa mengumpulkan lembar jawaban. 2. Guru memeriksa kelengkapan data.	10 menit
<b>Fase 4: Reflection</b> <i>(Refleksi Pembelajaran)</i>	1. Guru mengajak siswa refleksi: - Apa yang paling dipahami? - Apa yang paling sulit? 2. Diskusi singkat pengalaman belajar menggunakan GeoGebra dan proyek.	15 menit
<b>Fase 5: Generalization</b> <i>(Penegasan Konsep)</i>	1. Guru menyimpulkan: - fungsi kuadrat dalam kehidupan nyata - pentingnya pemodelan matematika 2. Mengaitkan dengan pembelajaran selanjutnya.	10 menit
<b>PENUTUP</b> <i>(Penutup Formal)</i>	1. Guru menyampaikan apresiasi terhadap hasil proyek siswa. 2. Menyampaikan bahwa hasil akan dianalisis (penelitian). 3. Doa dan salam.	10 menit

## H. PENILAIAN

### ◆ Indikator Berpikir Kritis

- Interpretasi
- Analisis
- Evaluasi
- Eksplanasi

◆ Kriteria Produk

- Ketepatan model
- Kesesuaian grafik
- Kejelasan interpretasi

Hasil proyek dan aktivitas pembelajaran digunakan sebagai dasar analisis kemampuan berpikir kritis siswa yang kemudian dianalisis pada BAB IV.

## Lampiran 2 Modul Ajar Contextual Teaching and Learning

<b>Sekolah</b>	: SMK Swasta Harapan Stabat
<b>Mata Pelajaran</b>	: Matematika
<b>Kelas/Semester</b>	: X / Genap
<b>Materi Pokok</b>	: Fungsi Kuadrat
<b>Alokasi Waktu</b>	: 4 Minggu x 3 JP (12 JP)

### A. Kompetensi Inti (Fase E)

◆ **Pengetahuan**

Memahami, menganalisis, dan mengevaluasi konsep fungsi kuadrat serta mengaitkannya dengan fenomena nyata secara logis dan kritis.

◆ **Keterampilan**

Menunjukkan kemampuan berpikir kritis dalam menginterpretasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan menjelaskan konsep fungsi kuadrat dalam konteks kehidupan nyata.

**Pendekatan Pembelajaran:**

Pembelajaran ini disusun berdasarkan kondisi lapangan yang menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami makna grafik fungsi kuadrat secara kontekstual, sehingga diperlukan pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) untuk membantu siswa mengaitkan konsep matematika dengan fenomena nyata.

### B. Capaian Pembelajaran

◆ **Pengetahuan**

Menganalisis dan mengevaluasi konsep fungsi kuadrat serta menginterpretasikan maknanya dalam berbagai konteks nyata.

◆ **Keterampilan**

Mengaitkan konsep fungsi kuadrat dengan fenomena nyata dan menjelaskan hasilnya secara logis, sistematis, dan komunikatif.

**Output**

pembelajaran yang diharapkan adalah kemampuan siswa dalam menginterpretasikan, menganalisis, dan mengevaluasi konsep fungsi kuadrat dalam konteks nyata sebagai bagian dari kemampuan berpikir kritis matematis.

### C. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

KODE IPK	INDIKATOR	TUJUAN PEMBELAJARAN
3.5.1	Menginterpretasikan grafik fungsi kuadrat	Siswa mampu menjelaskan makna grafik dalam konteks nyata
3.5.2	Menganalisis pengaruh koefisien	Siswa mampu menganalisis hubungan $a, b, c$ dengan grafik
4.5.1	Mengevaluasi kesesuaian grafik	Siswa mampu menilai kesesuaian grafik dengan fenomena nyata

### D. Materi Pembelajaran

Materi disajikan melalui proses eksplorasi, diskusi, dan refleksi, sehingga siswa tidak hanya menerima konsep, tetapi menemukan pemahaman melalui pengalaman belajar secara langsung.

#### 1. Karakteristik Grafik

- Bentuk umum fungsi kuadrat
- Pengaruh koefisien  $a, b, c$  terhadap grafik
- Arah dan bentuk parabola

**Konteks CTL:** Siswa mengamati fenomena seperti lintasan bola atau pancuran air untuk memahami bentuk grafik secara nyata.

#### 2. Titik Puncak dan Sumbu Simetri

- Menentukan titik maksimum/minimum
- Menentukan sumbu simetri
- Interpretasi makna titik puncak dalam konteks nyata

**Konteks CTL:** Titik puncak diinterpretasikan sebagai titik tertinggi lintasan benda (misalnya bola atau air).

#### 3. Pemodelan Kontekstual

- Mengamati fenomena nyata (bola, drone, pancuran air)
- Menggunakan GeoGebra untuk visualisasi
- Menghubungkan grafik dengan fenomena nyata

#### 4. Interpretasi dan Evaluasi

- Menafsirkan grafik dalam kehidupan nyata
- Menjelaskan makna hasil secara logis
- Mengevaluasi kesesuaian konsep dengan fenomena

### E. Metode Pembelajaran (CTL)

◆ Pendekatan: Deep Learning (tetap digunakan)

Tahapan:

1. Eksplorasi  
Siswa mengamati grafik fungsi kuadrat melalui GeoGebra
2. Koneksi  
Siswa menghubungkan grafik dengan fenomena nyata
3. Transfer  
Siswa menjelaskan dan menerapkan konsep dalam situasi lain

◆ Model Pembelajaran: Contextual Teaching and Learning (CTL)

Pembelajaran menekankan:

1. **Relating** → mengaitkan konsep dengan kehidupan nyata
2. **Experiencing** → belajar melalui pengalaman langsung
3. **Applying** → menerapkan konsep
4. **Cooperating** → diskusi kelompok
5. **Transferring** → menjelaskan dalam konteks lain

## F. Media Pembelajaran

### ◆ Media

- LKPD berbasis kontekstual (bukan proyek)
- Aplikasi GeoGebra
- Slide presentasi interaktif

### ◆ Bahan

- Gambar/visual fenomena nyata:
  - pancuran air
  - lintasan bola
  - lintasan drone

## G. Langkah – langkah Pembelajaran

### Pertemuan 1: Pemahaman Konteks & Eksplorasi Konsep (CTL)

**Materi:** Karakteristik Grafik Fungsi Kuadrat

**Fokus:** Interpretasi & Analisis dalam konteks nyata

Tahapan CTL	Kegiatan Guru & Siswa	Waktu
<b>PENDAHULUAN (Orientasi Konteks)</b>	<b>Aktivitas Guru:</b> 1. Salam, doa, dan pengecekan kesiapan siswa. 2. Apersepsi: menampilkan video/gambar lintasan bola atau pancuran air. 3. Mengajukan pertanyaan pemantik: <i>“Mengapa lintasan tersebut melengkung seperti itu?”</i> 4. Menyampaikan tujuan pembelajaran (memahami makna grafik fungsi	15 menit

	kuadrat dalam kehidupan nyata). <b>Aktivitas Siswa:</b> - Mengamati fenomena. - Menyampaikan pendapat awal.	
<b>KEGIATAN INTI</b>		
<b>Fase 1: Stimulation (Relating – CTL)</b>	<b>Guru:</b> - Mengaitkan fenomena dengan konsep matematika. - Memberikan pertanyaan kontekstual. <b>Siswa:</b> - Menghubungkan fenomena dengan bentuk grafik. - Diskusi awal tentang bentuk parabola.	15 menit
<b>Fase 2: Exploration (Experiencing – CTL)</b>	<b>Guru:</b> - Membimbing penggunaan GeoGebra untuk menampilkan grafik $f(x)=ax^2+bx+c$ <b>Siswa:</b> - Menggeser nilai $a$ , $b$ , dan $c$ . - Mengamati perubahan grafik secara langsung. ● Fokus: pengalaman langsung memahami konsep	25 menit
<b>Fase 3: Data Collection (Observasi &amp; Analisis)</b>	<b>Siswa:</b> - Mencatat hasil pengamatan pada LKPD 1. - Mengidentifikasi pengaruh koefisien terhadap grafik. <b>Guru:</b> - Membimbing dan mengarahkan analisis.	20 menit
<b>Fase 4: Verification (Analisis Konsep – CTL)</b>	<b>Siswa:</b> - Mendiskusikan hasil pengamatan. - Menjelaskan hubungan antara koefisien dan grafik. <b>Guru:</b> - Memberikan penguatan konsep. ● Fokus: berpikir kritis (analisis)	15 menit
<b>Fase 5: Generalization (Meaning Making – CTL)</b>	<b>Siswa:</b> - Menarik kesimpulan tentang: • arah buka parabola • pengaruh $a$ , $b$ , $c$ <b>Guru:</b> - Mengaitkan kembali ke konteks nyata	10 menit

	(bola/pancuran). ● Fokus: makna konsep	
<b>PENUTUP (Refleksi)</b>	<b>Guru:</b> - Mengajak refleksi: “ <i>Apa makna grafik dalam kehidupan nyata?</i> ” - Memberikan penguatan. <b>Siswa:</b> - Menyampaikan pemahaman. - Menyimpulkan pembelajaran. - Berdoa & salam.	10 menit

Hasil pembelajaran pada tahap ini adalah meningkatnya kemampuan siswa dalam memahami dan menginterpretasikan konsep fungsi kuadrat melalui pengalaman belajar kontekstual.

## **Pertemuan 2: Analisis Kontekstual Fungsi Kuadrat (CTL)**

**Materi:** Interpretasi Fungsi Kuadrat dari Pancuran Air

**Fokus :** Analisis & Makna (bukan produk)

### **Langkah-Langkah Pembelajaran**

<b>Tahapan (Sintaks CTL)</b>	<b>Kegiatan Guru &amp; Siswa</b>	<b>Waktu</b>
<b>PENDAHULUAN (Review &amp; Koneksi)</b>	<b>Aktivitas Guru:</b> 1. Membuka pembelajaran dengan salam, doa, dan pengecekan kesiapan siswa. 2. Mengulas hubungan koefisien dengan grafik. 3. Menampilkan fenomena pancuran air. 4. Menyampaikan tujuan: memahami makna fungsi kuadrat dalam konteks nyata. <b>Aktivitas Siswa:</b> - Menunjukkan foto pancuran air. - Mengamati dan mengaitkan dengan materi sebelumnya.	15 menit
<b>KEGIATAN INTI</b>		
<b>Pengorganisasian Kelompok</b>	- Siswa dibagi menjadi kelompok (4 orang, 8 kelompok). - Guru membagikan LKPD 2. - Setiap kelompok menggunakan foto pancuran dengan sudut berbeda. - Pembagian peran: pencatat, operator, analis, penyaji. ● Catatan CTL: fokus diskusi & pemahaman	10 menit

<b>Fase 1: Stimulation</b> <b>(Relating – CTL)</b>	<b>Guru:</b> - Menampilkan contoh grafik pancuran. - Mengajukan pertanyaan: “ <i>Apa makna bentuk ini dalam kehidupan nyata?</i> ” <b>Siswa:</b> - Mengidentifikasi bentuk parabola. - Menghubungkan dengan pengalaman sehari-hari.	10 menit
<b>Fase 2: Exploration</b> <b>(Experiencing – CTL)</b>	<b>Guru:</b> - Membimbing penggunaan GeoGebra (visualisasi). <b>Siswa:</b> - Memasukkan titik dari gambar pancuran (5–7 titik). - Menggunakan FitPoly untuk melihat bentuk grafik. - Mengamati hubungan titik dengan bentuk grafik. ● Fokus: memahami, bukan membuat produk	25 menit
<b>Fase 3: Data Collection</b> <b>(Analisis Data)</b>	<b>Siswa:</b> - Mencatat: • bentuk grafik • posisi titik puncak • hubungan titik dengan grafik - Mengisi LKPD 2 berbasis analisis. <b>Guru:</b> - Membimbing interpretasi.	20 menit
<b>Fase 4: Verification</b> <b>(Evaluasi Kontekstual)</b>	<b>Siswa:</b> - Membandingkan grafik dengan bentuk pancuran. - Menjelaskan kesesuaian secara logis. - Diskusi kelompok. <b>Guru:</b> - Memberikan penguatan konsep. ● Fokus: evaluasi & penalaran	20 menit
<b>Fase 5: Generalization</b> <b>(Meaning Making – CTL)</b>	<b>Siswa:</b> - Menjelaskan makna: • titik puncak = tinggi maksimum air • bentuk parabola = lintasan gerak - Presentasi 1–2 kelompok. <b>Guru:</b> - Mengaitkan konsep dengan	20 menit

	kehidupan nyata. ● Fokus: makna, bukan produk	
<b>PENUTUP (Refleksi &amp; Tindak Lanjut)</b>	<b>Guru:</b> - Mengajak refleksi: “ <i>Apa makna fungsi kuadrat dalam kehidupan?</i> ” - Menegaskan konsep. <b>Siswa:</b> - Menyampaikan pemahaman. - Berdoa dan salam penutup.	

Hasil pembelajaran pada tahap ini adalah meningkatnya kemampuan siswa dalam memahami dan menginterpretasikan konsep fungsi kuadrat melalui pengalaman belajar kontekstual.

### PERTEMUAN 3 (CTL – TRANSFER & INTERPRETASI)

**Materi:** Interpretasi Fungsi Kuadrat dalam Berbagai Konteks

**Fokus:** Eksplanasi & Transfer (berpikir kritis tingkat tinggi)

Langkah-Langkah Pembelajaran

Tahapan (Sintaks CTL)	Kegiatan Guru & Siswa	Waktu
<b>PENDAHULUAN (Koneksi &amp; Motivasi)</b>	<b>Guru:</b> 1. Salam, doa, kesiapan siswa. 2. Mengaitkan materi sebelumnya (grafik & pancuran). 3. Menyampaikan tujuan: memahami dan menjelaskan makna fungsi kuadrat dalam berbagai konteks. <b>Siswa:</b> - Menyimak dan merespon pertanyaan awal.	10 menit
<b>KEGIATAN INTI</b>		
<b>Fase 1: Stimulation (Relating – CTL)</b>	<b>Guru:</b> - Menampilkan beberapa konteks baru (lintasan bola, drone, dll). - Bertanya: “ <i>Apakah semua memiliki pola yang sama?</i> ” <b>Siswa:</b> - Mengamati dan membandingkan fenomena.	15 menit
<b>Fase 2: Exploration (Experiencing – CTL)</b>	<b>Guru:</b> - Membimbing visualisasi menggunakan GeoGebra. - Membagikan LKPD 2 <b>Siswa:</b> - Mengamati grafik dari berbagai konteks.	20 menit

	- Mengidentifikasi pola yang sama (parabola).	
<b>Fase 3: Data Collection (Analisis Konsep)</b>	<b>Siswa:</b> - Mengisi LKPD 2 CTL (analisis konteks). - Menjelaskan hubungan grafik dengan fenomena. <b>Guru:</b> - Mengarahkan diskusi.	20 menit
<b>Fase 4: Verification (Evaluasi)</b>	<b>Siswa:</b> - Menjelaskan hasil analisis. - Menilai apakah konsep sesuai dengan fenomena. <b>Guru:</b> - Memberikan penguatan.	20 menit
<b>Fase 5: Generalization (Transfer – CTL)</b>	<b>Siswa:</b> - Menyimpulkan: • fungsi kuadrat dalam berbagai konteks • makna titik puncak - Presentasi singkat. <b>Guru:</b> - Menegaskan konsep umum.	15 menit
<b>PENUTUP (Refleksi)</b>	<b>Guru:</b> - Refleksi pembelajaran. - Penegasan konsep. <b>Siswa:</b> - Menyampaikan pemahaman. - Berdoa & salam.	10 menit

Hasil pembelajaran pada tahap ini adalah meningkatnya kemampuan siswa dalam memahami dan menginterpretasikan konsep fungsi kuadrat melalui pengalaman belajar kontekstual.

#### **PERTEMUAN 4 (CTL – EVALUASI & PENGUATAN)**

**Materi:** Evaluasi Pemahaman Fungsi Kuadrat

**Fokus:** Evaluasi, refleksi, dan penguatan makna

Langkah-Langkah Pembelajaran

<b>Tahapan (Sintaks CTL)</b>	<b>Kegiatan Guru &amp; Siswa</b>	<b>Waktu</b>
<b>PENDAHULUAN</b> (Orientasi Evaluasi)	<b>Guru:</b> 1. Salam, doa, pengecekan kesiapan siswa. 2. Mengulas singkat pembelajaran sebelumnya (grafik, konteks, interpretasi). 3. Menyampaikan tujuan: mengevaluasi pemahaman konsep	10 menit

	fungsi kuadrat. <b>Siswa:</b> - Menyimak dan menyiapkan diri.	
<b>KEGIATAN INTI</b>		
Fase 1: Stimulation (Relating – CTL)	<b>Guru:</b> - Mengajukan pertanyaan pemantik: “ <i>Apa makna fungsi kuadrat dalam kehidupan sehari-hari?</i> ” <b>Siswa:</b> - Menyampaikan pendapat berdasarkan pengalaman belajar.	10 menit
Fase 2: Exploration (Experiencing – CTL)	<b>Guru:</b> - Menyajikan beberapa soal kontekstual. <b>Siswa:</b> - Membaca dan memahami soal. - Mengidentifikasi konsep yang digunakan.	15 menit
Fase 3: Data Collection (Analisis Individu)	<b>Siswa:</b> - Mengerjakan soal evaluasi secara individu. - Menjelaskan jawaban secara logis. <b>Guru:</b> - Mengawasi dan membimbing jika diperlukan.	30 menit
Fase 4: Verification (Diskusi & Klarifikasi)	<b>Siswa:</b> - Mendiskusikan jawaban. - Membandingkan hasil dengan teman. <b>Guru:</b> - Memberikan klarifikasi dan penguatan konsep.	15 menit
Fase 5: Generalization (Refleksi Makna – CTL)	<b>Siswa:</b> - Menyimpulkan pemahaman: • fungsi kuadrat dalam kehidupan • makna titik puncak <b>Guru:</b> - Menegaskan konsep secara menyeluruh.	10 menit
<b>PENUTUP (Refleksi Akhir)</b>	<b>Guru:</b> - Mengajak refleksi pembelajaran secara keseluruhan. - Memberikan motivasi belajar. <b>Siswa:</b> - Menyampaikan kesan &	10 m

	pemahaman. - Berdoa dan salam.	
--	-----------------------------------	--

Hasil pembelajaran pada tahap ini adalah meningkatnya kemampuan siswa dalam memahami dan menginterpretasikan konsep fungsi kuadrat melalui pengalaman belajar kontekstual.

#### H. PENILAIAN

Penilaian dilakukan berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis yang meliputi:

1. Interpretasi
2. Analisis
3. Evaluasi
4. Eksplanasi

Data hasil LKPD dan aktivitas pembelajaran digunakan untuk menganalisis kemampuan berpikir kritis siswa, yang kemudian dikonfirmasi melalui hasil posttest pada BAB IV.

Model CTL menekankan pada pemahaman konsep melalui konteks nyata, sedangkan PjBL menekankan pada proses menghasilkan produk pembelajaran. Oleh karena itu, pada pembelajaran CTL siswa tidak diarahkan untuk menghasilkan produk, melainkan memahami dan menginterpretasikan konsep secara mendalam.

### Lampiran 3 LKPD 1 dan 2 Project Based Learning

#### LKPD 1 : Eksplorasi Grafik Fungsi Kuadrat Berbantuan GeoGebra

<b>Sekolah</b>	: SMK Swasta Harapan Stabat
<b>Mata Pelajaran</b>	: Matematika
<b>Kelas/Semester</b>	: X / Genap
<b>Materi</b>	: Fungsi Kuadrat
<b>Model</b>	: Project Based Learning (PjBL)
<b>Pendekatan</b>	: Deep Learning (Eksplorasi – Koneksi)
<b>Kelompok</b>	: .....
<b>Anggota</b>	: .....
	: .....
	: .....

#### A. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik mampu:

1. Menginterpretasikan bentuk grafik fungsi kuadrat.
2. Menganalisis pengaruh koefisien  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  terhadap grafik.
3. Menentukan titik puncak dan sumbu simetri.

#### B. Alat & Bahan

- Laptop/HP dengan aplikasi GeoGebra
- LKPD

- Alat tulis

### C. Langkah Kerja

#### 1. Membuat Grafik Awal

- Buka GeoGebra
- Ketik fungsi:  
 $f(x) = ax^2 + bx + c$
- Aktifkan **slider** untuk  $a$ ,  $b$ , dan  $c$

#### 2. Eksplorasi Koefisien $a$

- Ubah nilai  $a$  (positif & negatif)
- Amati perubahan grafik

☞ **Tuliskan hasil pengamatan pada tabel**

#### 3. Eksplorasi Koefisien $b$

- Ubah nilai  $b$
- Amati perubahan posisi grafik

#### 4. Eksplorasi Koefisien $c$

- Ubah nilai  $c$
- Amati titik potong dengan sumbu  $y$

#### 5. Menentukan Titik Puncak

- Gunakan fitur *Extremum* di GeoGebra
- Catat koordinat titik puncak

### D. Tabel Pengamatan

#### 1. Pengaruh Koefisien $a$

Nilai $a$	Bentuk Grafik	Keterangan
$a > 0$	..... ..... .....	..... ..... .....
$a < 0$	..... ..... .....	..... ..... .....

#### 2. Pengaruh Koefisien $b$

Nilai $b$	Perubahan Grafik	Keterangan
$b$ positif	..... ..... .....	..... ..... .....
$b$ negatif	..... ..... .....	..... ..... .....

#### 3. Pengaruh Koefisien $c$

Nilai $c$	Titik Potong $Y$	Keterangan
$c = 0$	.....	.....

	..... .....	..... .....
$c \neq 0$	..... ..... .....	..... ..... .....

**E. Pertanyaan Analisis (Berpikir Kritis)**

1. **Interpretasi**

Apa arti grafik yang terbuka ke atas dan ke bawah?

.....  
.....

2. **Analisis**

Bagaimana hubungan nilai  $a$  dengan bentuk grafik?

.....  
.....

3. **Analisis**

Bagaimana pengaruh  $b$  terhadap posisi grafik?

.....  
.....

4. **Analisis**

Apa hubungan nilai  $c$  dengan titik potong sumbu  $y$ ?

.....  
.....

5. **Analisis Lanjutan**

Bagaimana cara menentukan titik puncak secara umum?

.....  
.....

**F. Kesimpulan**

Tuliskan kesimpulan kelompok tentang hubungan koefisien dengan grafik fungsi kuadrat.

.....  
.....  
.....

**RUBRIK PENILAIAN LKPD 1**

1. Rubrik Berpikir Kritis

Indikator	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Interpretasi	Menjelaskan makna grafik dengan tepat & lengkap	Cukup jelas	Kurang tepat	Tidak ada
Analisis ( $a$ )	Hubungan $a$ dijelaskan logis & benar	Cukup	Kurang	Tidak ada

Analisis (b)	Menjelaskan pengaruh $b$ dengan benar	Cukup	Kurang	Tidak ada
Analisis (c)	Menjelaskan hubungan $c$ dengan benar	Cukup	Kurang	Tidak ada

## 2. Rubrik Pengamatan (Tabel)

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Kelengkapan	Semua tabel terisi lengkap	Hampir lengkap	Sebagian	Tidak lengkap
Ketepatan	Semua benar	Sebagian benar	Banyak salah	Salah semua

## 3. Rubrik Kerja Kelompok

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Kerjasama	Sangat aktif & kolaboratif	Cukup	Kurang	Tidak bekerja sama
Partisipasi	Semua anggota aktif	Sebagian	Sedikit	Tidak aktif

## LKPD 2: Pemodelan Fungsi Kuadrat dari Pancuran Air (FitPoly)

<b>Sekolah</b>	: SMK Swasta Harapan Stabat
<b>Mata Pelajaran</b>	: Matematika
<b>Kelas/Semester</b>	: X / Genap
<b>Materi</b>	: Fungsi Kuadrat
<b>Model</b>	: Project Based Learning (PjBL)
<b>Kelompok</b>	: 4 siswa (8 Kelompok)
<b>Kelompok</b>	: .....
<b>Anggota</b>	: .....
	: .....
	: .....

### A. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik mampu:

1. Membuat model fungsi kuadrat dari objek nyata (pancuran air).
2. Menggunakan GeoGebra (FitPoly) untuk memperoleh persamaan.
3. Menganalisis dan mengevaluasi ketepatan model.
4. Menginterpretasikan hasil dalam konteks nyata.

### B. Alat & Bahan

- Smartphone (foto pancuran air)
- Aplikasi GeoGebra
- LKPD

**C. Langkah Kerja**

**1. Identifikasi Objek**

- Amati foto pancuran air
- Tentukan bagian lintasan yang berbentuk parabola

**2. Plot Titik**

- Ambil 5–7 titik dari lintasan air
- Masukkan titik ke GeoGebra

**3. Gunakan FitPoly**

- Gunakan fitur FitPoly
- Dapatkan persamaan fungsi kuadrat

**4. Catat Hasil**

- Persamaan fungsi
- Grafik
- Titik puncak

**5. Evaluasi & Revisi**

- Bandingkan grafik dengan objek
- Jika tidak sesuai → revisi titik → ulangi

**6. Interpretasi**

- Jelaskan makna hasil model dalam konteks nyata

**D. Tabel Pengamatan**

No	Titik (x, y)	Keterangan
1	(....., .....)	..... .....
2	(....., .....)	..... .....
3	(....., .....)	..... .....
4	(....., .....)	..... .....
5	(....., .....)	..... .....
6	(....., .....)	..... .....
7	(....., .....)	..... .....

**Hasil Model**

- Persamaan fungsi:  
 $f(x) = \dots\dots\dots$
- Titik puncak:  
(....., .....)

**E. Analisis (Berpikir Kritis)**

1. **Interpretasi**

Apa makna titik puncak dalam konteks pancuran air?

.....  
.....

2. **Analisis**

Bagaimana perubahan titik memengaruhi bentuk grafik?

.....  
.....

3. **Evaluasi**

Apakah model sudah sesuai dengan objek? Jelaskan.

.....  
.....

4. **Eksplanasi**

Jelaskan hasil model secara logis dan sistematis.

.....  
.....

**F. Kesimpulan**

Tuliskan kesimpulan kelompok tentang hubungan fungsi kuadrat dengan lintasan pancuran air.

.....  
.....

**RUBRIK PENILAIAN LKPD 2**

1. Rubrik Produk (Model & Grafik)

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Model	Sangat sesuai objek	Cukup sesuai	Kurang sesuai	Tidak sesuai
Grafik	Akurat	Cukup	Kurang	Salah
Persamaan	Tepat & lengkap	Cukup	Kurang	Tidak ada

2. Rubrik Berpikir Kritis

Indikator	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Interpretasi	Makna jelas & kontekstual	Cukup	Kurang	Tidak ada
Analisis	Hubungan dijelaskan logis	Cukup	Kurang	Tidak ada
Evaluasi	Mampu menilai & revisi	Cukup	Kurang	Tidak ada
Eksplanasi	Penjelasan runtut & logis	Cukup	Kurang	Tidak jelas

3. Rubrik Kerja Kelompok

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Kerjasama	Sangat aktif	Cukup	Kurang	Tidak ada
Partisipasi	Semua anggota aktif	Sebagian	Sedikit	Tidak aktif

4. Rubrik Presentasi

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Penyampaian	Sangat jelas	Cukup	Kurang	Tidak jelas
Pemahaman	Sangat paham	Cukup	Kurang	Tidak paham

Komunikasi	Sangat baik	Cukup	Kurang	Tidak komunikatif
------------	-------------	-------	--------	-------------------

### KUNCI JAWABAN LKPD 1

Eksplorasi Grafik Fungsi Kuadrat Berbantuan GeoGebra

#### D. Kunci Tabel Pengamatan

##### 1. Pengaruh Koefisien $a$

Nilai $a$	Bentuk Grafik	Keterangan
$a > 0$	Terbuka ke atas, berbentuk "U"	Memiliki nilai minimum, semakin besar nilai $a$ maka grafik semakin sempit
$a < 0$	Terbuka ke bawah	Memiliki nilai maksimum, semakin kecil nilai $a$ maka grafik semakin sempit

##### 2. Pengaruh Koefisien $b$

Nilai $b$	Perubahan Grafik	Keterangan
$b$ positif	Grafik bergeser ke kiri	Sumbu simetri berubah ke kiri
$b$ negatif	Grafik bergeser ke kanan	Sumbu simetri berubah ke kanan

Catatan:

Koefisien  $b$  memengaruhi letak sumbu simetri, yaitu:

$$x = -\frac{b}{2a}$$

##### 3. Pengaruh Koefisien $c$

Nilai $c$	Titik Potong Y	Keterangan
$c = 0$	$(0, 0)$	Grafik melalui titik asal
$c \neq 0$	$(0, c)$	Grafik memotong sumbu $y$ di nilai $c$

#### E. Kunci Jawaban Analisis

##### 1. Interpretasi

Grafik terbuka ke atas:

- memiliki *nilai minimum*

Grafik terbuka ke bawah:

- memiliki *nilai maksimum*

##### 2. Analisis (Koefisien $a$ )

- Jika  $a > 0 \rightarrow$  parabola terbuka ke atas
- Jika  $a < 0 \rightarrow$  parabola terbuka ke bawah
- Nilai  $|a|$  menentukan lebar atau sempitnya grafik

##### 3. Analisis (Koefisien $b$ )

- Menggeser grafik ke kiri atau ke kanan
- Tidak mengubah arah buka grafik
- Menentukan posisi sumbu simetri

##### 4. Analisis (Koefisien $c$ )

- Menentukan titik potong dengan sumbu  $y$
- Jika  $c = 0$ , grafik melalui titik  $(0,0)$

- Jika  $c \neq 0$  grafik memotong sumbu y di  $(0, c)$

#### 5. Analisis Lanjutan (Titik Puncak)

Rumus umum:

$$x_p = -\frac{b}{2a} \text{ dan } y_p = f(x_p)$$

Titik puncak:

- minimum jika  $a > 0$
- maksimum jika  $a < 0$

#### F. Kunci Kesimpulan

Jawaban yang diharapkan:

Koefisien  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  memiliki pengaruh terhadap grafik fungsi kuadrat. Nilai  $a$  menentukan arah dan bentuk parabola, nilai  $b$  memengaruhi posisi grafik secara horizontal, dan nilai  $c$  menentukan titik potong dengan sumbu y. Titik puncak dapat ditentukan menggunakan rumus tertentu dan menunjukkan nilai maksimum atau minimum dari fungsi.

### KUNCI JAWABAN LKPD 2

Pemodelan Fungsi Kuadrat dari Pancuran Air (FitPoly)

#### D. Kunci Tabel Pengamatan (Contoh Ideal)

Catatan penting (untuk guru):

- Nilai titik bisa berbeda tiap kelompok
- Yang dinilai: pola parabola & konsistensi data

Contoh titik hasil pemodelan

No	Titik (x, y)	Keterangan
1	(0, 0)	Titik awal pancuran
2	(1, 2)	Air mulai naik
3	(2, 4)	Mendekati puncak
4	(3, 5)	Titik puncak
5	(4, 4)	Mulai turun
6	(5, 2)	Turun
7	(6, 0)	Kembali ke tanah

#### Hasil Model (Contoh)

- Persamaan fungsi:

$$f(x) = -0.5x^2 + 3x$$

- Titik puncak:  
(3, 5)

☞ Catatan:

- Nilai bisa berbeda
- Yang penting: bentuk parabola sesuai

#### E. Kunci Jawaban Analisis

### 1. Interpretasi

Titik puncak menunjukkan:

- ketinggian maksimum air pancuran
- titik tertinggi yang dicapai air

### 2. Analisis

Perubahan titik:

- mengubah bentuk grafik
- semakin tepat titik → semakin akurat model
- titik yang tidak sesuai → grafik melenceng

### 3. Evaluasi

Model dikatakan sesuai jika:

- grafik mendekati bentuk pancuran
- titik mengikuti lintasan air
- tidak jauh dari bentuk asli

Jika tidak sesuai:

- perlu revisi titik
- ulang FitPoly

### 4. Eksplanasi

Model fungsi kuadrat diperoleh dari titik-titik yang diambil dari lintasan pancuran air. Grafik yang dihasilkan berbentuk parabola, yang sesuai dengan gerak air yang naik kemudian turun. Titik puncak menunjukkan tinggi maksimum air, sedangkan bentuk grafik menunjukkan pola gerakan air secara keseluruhan.

## F. Kunci Kesimpulan

Contoh jawaban:

Lintasan pancuran air dapat dimodelkan menggunakan fungsi kuadrat karena membentuk pola parabola. Fungsi yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan tinggi maksimum air dan menggambarkan bentuk lintasan secara matematis.

### CATATAN PENTING

☞ Karena ini proyek:

✓ Jawaban tidak harus sama

✓ Yang dinilai:

- kesesuaian model
- logika
- analisis

### Kriteria Jawaban BENAR

Aspek	Kriteria
-------	----------

Titik	Membentuk pola parabola
Grafik	Mendekati objek nyata
Persamaan	Sesuai bentuk kuadrat
Analisis	Logis & kontekstual

#### **SINKRONISASI DENGAN RUBRIK**

<b>Rubrik</b>	<b>Yang Dicek</b>
Produk	grafik & model
Analisis	hubungan titik
Evaluasi	revisi model
Eksplanasi	penjelasan

Kunci jawaban LKPD 2 bersifat fleksibel karena berbasis proyek, sehingga yang dinilai adalah kesesuaian model dan kemampuan berpikir kritis siswa, bukan kesamaan hasil.

#### **Lampiran 4– LKPD 1 dan2 Contextual Teaching and Learning (CTL)**

##### **LKPD 1: Memahami Grafik Fungsi Kuadrat dalam Konteks Nyata**

<b>Sekolah</b>	: SMK Swasta Harapan Stabat
<b>Mata Pelajaran</b>	: Matematika
<b>Kelas/Semester</b>	: X / Genap
<b>Materi</b>	: Fungsi Kuadrat
<b>Model</b>	: Contextual Teaching and Learning (CTL)
<b>Kelompok</b>	: 3–4 siswa

#### **A. Tujuan Pembelajaran**

Peserta didik mampu:

1. Menginterpretasikan bentuk grafik fungsi kuadrat dalam kehidupan nyata
2. Menganalisis pengaruh koefisien terhadap grafik
3. Menjelaskan makna titik puncak dalam konteks nyata

#### **B. Alat & Bahan**

- Laptop/HP dengan aplikasi GeoGebra
- Gambar/foto lintasan:
  - ✓ bola
  - ✓ pancuran air
- LKPD

#### **C. Kegiatan Pembelajaran**

##### **1. Mengamati (Relating)**

Amati gambar berikut:

- lintasan bola
- pancuran air

☞ Diskusikan:

- bentuk lintasan
- kesamaan bentuk

**2. Mengeksplorasi (Experiencing)**

- Buka GeoGebra
- Tampilkan grafik fungsi:

$$f(x)=ax^2+bx+c$$

- Ubah nilai  $a$ ,  $b$ , dan  $c$
- Amati perubahan grafik

**3. Menganalisis (Applying)**

Diskusikan hasil pengamatan bersama kelompok.

**D. Tabel Pengamatan**

**1. Bentuk Grafik dalam Konteks Nyata**

Fenomena	Bentuk Grafik		
Bola	..... .....		..... .....
Pancuran air	..... .....		..... .....

**2. Pengaruh Koefisien**

Koefisien	Pengaruh	Makna
$a$	..... .....	..... .....
$b$	..... .....	..... .....
$c$	..... .....	..... .....

**E. Pertanyaan Analisis (Berpikir Kritis)**

**1. Interpretasi**

Apa kesamaan bentuk lintasan bola dan pancuran air?

.....  
.....

**2. Analisis**

Bagaimana nilai  $a$  memengaruhi bentuk grafik?

.....  
.....

**3. Analisis**

Bagaimana pengaruh  $b$  terhadap posisi grafik?

.....  
.....

#### 4. Analisis

Apa hubungan nilai  $c$  dengan titik potong sumbu  $y$ ?

.....  
.....

#### 5. Interpretasi Lanjutan

Apa makna titik puncak dalam kehidupan nyata?

.....  
.....

#### F. Kesimpulan

Tuliskan pemahaman kelompok tentang fungsi kuadrat dalam kehidupan nyata.

.....  
.....  
.....

### RUBRIK PENILAIAN LKPD CTL

#### 1. Berpikir Kritis

Indikator	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Interpretasi	Sangat jelas & kontekstual	Cukup	Kurang	Tidak ada
Analisis	Logis & tepat	Cukup	Kurang	Tidak ada

#### 2. Pengamatan

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Kelengkapan	Lengkap	Hampir	Sebagian	Tidak ada
Ketepatan	Tepat	Cukup	Kurang	Salah

#### 3. Kerja Kelompok

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Kerjasama	Sangat aktif	Cukup	Kurang	Tidak ada

### KUNCI JAWABAN LKPD 1 (CTL)

#### Memahami Grafik Fungsi Kuadrat dalam Konteks Nyata

#### D. Kunci Tabel Pengamatan

##### 1. Bentuk Grafik dalam Konteks Nyata

Fenomena	Bentuk Grafik	Keterangan
Bola	Parabola	Lintasan naik lalu turun
Pancuran air	Parabola	Air naik kemudian turun membentuk kurva

##### 2. Pengaruh Koefisien

Koefisien	Pengaruh	Makna
$a$	Menentukan arah buka parabola	Positif: terbuka ke atas, Negatif: ke bawah

$b$	Menggeser posisi grafik	Mengubah letak puncak secara horizontal
$c$	Menentukan titik potong sumbu $y$	Menunjukkan posisi awal grafik

## E. Kunci Jawaban Analisis

### 1. Interpretasi

Kesamaan lintasan:

- berbentuk parabola
- memiliki pola naik dan turun

### 2. Analisis (Koefisien $a$ )

- Jika  $a > 0 \rightarrow$  grafik terbuka ke atas
- Jika  $a < 0 \rightarrow$  grafik terbuka ke bawah
- Nilai  $a$  memengaruhi bentuk grafik

### 3. Analisis (Koefisien $b$ )

- Menggeser grafik ke kiri atau kanan
- Menentukan posisi titik puncak

### 4. Analisis (Koefisien $c$ )

- Menentukan titik potong dengan sumbu  $y$
- Menunjukkan posisi awal grafik

### 5. Interpretasi Lanjutan

Titik puncak menunjukkan:

- titik tertinggi (maksimum)
- atau titik terendah (minimum) dalam suatu fenomena

Contoh:

- pada bola  $\rightarrow$  titik tertinggi lemparan
- pada air  $\rightarrow$  tinggi maksimum pancuran

## F. Kunci Kesimpulan

Contoh jawaban:

Fungsi kuadrat dapat digunakan untuk menjelaskan berbagai fenomena dalam kehidupan nyata seperti lintasan bola dan pancuran air. Grafiknya berbentuk parabola yang memiliki titik puncak sebagai nilai maksimum atau minimum. Koefisien  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  memengaruhi bentuk dan posisi grafik.

### CATATAN

Karena CTL berbasis pemahaman:

✓ Jawaban tidak harus sama persis

✓ Yang dinilai:

- logika
- keterkaitan dengan konteks

- kejelasan penjelasan

### Kriteria Jawaban Benar

Aspek	Kriteria
Interpretasi	Mengaitkan dengan kehidupan nyata
Analisis	Menjelaskan hubungan konsep
Logika	Jawaban masuk akal
Kelengkapan	Semua bagian terisi

## LKPD 2: Analisis Fungsi Kuadrat dalam Konteks Pancuran Air

<b>Sekolah</b>	: SMK Swasta Harapan Stabat
<b>Mata Pelajaran</b>	: Matematika
<b>Kelas/Semester</b>	: X / Genap
<b>Materi</b>	: Fungsi Kuadrat
<b>Model</b>	: Contextual Teaching and Learning (CTL)
<b>Kelompok</b>	: 3–4 siswa

### A. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik mampu:

1. Menginterpretasikan grafik fungsi kuadrat dalam konteks pancuran air
2. Menganalisis hubungan titik dengan bentuk grafik
3. Mengevaluasi kesesuaian grafik dengan fenomena nyata
4. Menjelaskan makna hasil secara logis

### B. Alat & Bahan

- Smartphone (foto pancuran air)
- Aplikasi GeoGebra
- LKPD

### C. Kegiatan Pembelajaran

#### 1. Mengamati (Relating)

Amati foto pancuran air yang telah disiapkan.

☞ Diskusikan:

- bentuk lintasan air
- bagian tertinggi

#### 2. Mengeksplorasi (Experiencing)

- Buka GeoGebra
- Masukkan beberapa titik dari lintasan air (5–7 titik)
- Amati grafik yang terbentuk

#### 3. Menganalisis (Applying)

Diskusikan hubungan antara:

- titik yang dimasukkan

- bentuk grafik

#### 4. Mengevaluasi (Evaluating)

Bandingkan:

- grafik yang terbentuk
- bentuk asli pancuran air

#### D. Tabel Pengamatan

No	Titik (x, y)	Keterangan
1	(....., .....)	..... .....
2	(....., .....)	..... .....
3	(....., .....)	..... .....
4	(....., .....)	..... .....
5	(....., .....)	..... .....
6	(....., .....)	..... .....
7	(....., .....)	..... .....

#### Pengamatan Grafik

- Bentuk grafik: .....
- Titik puncak: (....., .....)

#### E. Pertanyaan Analisis (Berpikir Kritis)

##### 1. Interpretasi

Apa makna titik puncak pada pancuran air?

.....  
.....

##### 2. Analisis

Bagaimana hubungan titik-titik yang diambil dengan bentuk grafik?

.....  
.....

##### 3. Evaluasi

Apakah grafik yang terbentuk sudah sesuai dengan bentuk pancuran air? Jelaskan.

.....  
.....

##### 4. Eksplanasi

Jelaskan bagaimana fungsi kuadrat dapat menggambarkan lintasan pancuran air.

.....  
.....

---

## F. Kesimpulan

Tuliskan pemahaman kelompok tentang hubungan fungsi kuadrat dengan pancuran air.

.....

.....

.....

.....

## RUBRIK PENILAIAN LKPD 2 (CTL)

### Berpikir Kritis

Indikator	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Interpretasi	Sangat jelas & kontekstual	Cukup	Kurang	Tidak ada
Analisis	Logis & tepat	Cukup	Kurang	Tidak ada
Evaluasi	Tepat & kritis	Cukup	Kurang	Tidak ada
Eksplanasi	Runtut & sistematis	Cukup	Kurang	Tidak jelas

### Pengamatan

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Ketepatan	Tepat	Cukup	Kurang	Salah
Kelengkapan	Lengkap	Hampir	Sebagian	Tidak ada

### Kerja Kelompok

Aspek	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
Kerjasama	Sangat aktif	Cukup	Kurang	Tidak ada

## KUNCI JAWABAN LKPD 2 (CTL)

### Analisis Fungsi Kuadrat dalam Konteks Pancuran Air

#### D. Kunci Tabel Pengamatan (Contoh)

##### Catatan penting:

- Titik bisa berbeda tiap kelompok
- Yang dinilai: pola & kesesuaian grafik

#### Contoh Isian

No	Titik (x, y)	Keterangan
1	(0, 0)	Awal pancuran
2	(1, 2)	Air naik
3	(2, 4)	Mendekati puncak
4	(3, 5)	Titik puncak
5	(4, 4)	Mulai turun
6	(5, 2)	Turun
7	(6, 0)	Kembali ke bawah

### **Pengamatan Grafik**

- Bentuk grafik:  
**Parabola (melengkung naik lalu turun)**
- Titik puncak:  
**(3, 5)** (*contoh*)

### **E. Kunci Jawaban Analisis**

#### **1. Interpretasi**

Titik puncak menunjukkan:

- titik tertinggi air pancuran
- tinggi maksimum yang dicapai air

#### **2. Analisis**

Hubungan titik dengan grafik:

- titik-titik membentuk pola parabola
- semakin tepat titik → grafik semakin sesuai
- titik yang salah → grafik tidak sesuai

#### **3. Evaluasi**

Grafik sesuai jika:

- bentuknya menyerupai pancuran
- titik mengikuti lintasan air
- tidak menyimpang jauh

Jika tidak sesuai:

- perlu revisi titik
- pengambilan titik harus lebih akurat

#### **4. Eksplanasi**

Fungsi kuadrat dapat digunakan untuk menggambarkan lintasan pancuran air karena bentuknya menyerupai parabola. Air bergerak naik hingga mencapai titik tertinggi, kemudian turun kembali. Pola ini sesuai dengan grafik fungsi kuadrat.

### **F. Kunci Kesimpulan**

Contoh jawaban:

Fungsi kuadrat dapat digunakan untuk menjelaskan lintasan pancuran air karena memiliki bentuk parabola. Grafik tersebut menunjukkan gerakan naik dan turun, dengan titik puncak sebagai tinggi maksimum.

### **CATATAN PENTING UNTUK GURU**

Karena CTL berbasis pemahaman:

- ✓ Jawaban tidak harus sama persis
- ✓ Yang dinilai:
  - logika
  - keterkaitan dengan konteks
  - kejelasan penjelasan

### **KRITERIA JAWABAN BENAR**

Aspek	Kriteria
Interpretasi	Mengaitkan dengan konteks nyata
Analisis	Menjelaskan hubungan titik & grafik
Evaluasi	Menilai kesesuaian model
Eksplanasi	Penjelasan logis

### Lampiran 5 Soal pretest kemampuan Berpikir Kritis

Nama : .....

Kelas : .....

Tanggal : .....

#### Petunjuk Pengerjaan

1. Bacalah setiap soal dengan cermat.
2. Jawablah dengan uraian yang jelas, logis, dan sistematis.
3. Gunakan konsep fungsi kuadrat yang telah dipelajari melalui eksplorasi GeoGebra.
4. Sertakan alasan atau langkah-langkah penyelesaian secara lengkap.

### SOAL PRETEST

1. Diketahui suatu fungsi kuadrat berbentuk  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , Seorang siswa mengamati grafik fungsi kuadrat berbentuk parabola. Jelaskan:
  - a. Jelaskan makna koefisien  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  terhadap bentuk dan posisi grafik secara **konseptual**.
  - b. Menurut Anda, bagaimana perubahan nilai  $a$  memengaruhi bentuk grafik dalam kehidupan nyata? Berikan contoh sederhana.
2. Sebuah grafik parabola terbuka ke bawah dan memiliki titik puncak di titik  $(2, 5)$ .  
Jelaskan:
  - a. Apa arti titik puncak tersebut dalam konteks fungsi kuadrat.
  - b. Apa yang dapat disimpulkan tentang nilai koefisien  $a$ .
3. Lintasan air mancur membentuk kurva parabola. Menurut Anda:
  - a. Mengapa lintasan air dapat dimodelkan dengan fungsi kuadrat?
  - b. Apa arti titik tertinggi dari grafik tersebut dalam konteks nyata?
4. Seorang siswa memasukkan beberapa titik ke dalam GeoGebra menggunakan fitur FitPoly untuk membentuk grafik parabola. Namun, beberapa titik tidak tepat pada lintasan sebenarnya. Menurut Anda:
  - a. Apa pengaruh ketidaktepatan titik terhadap grafik yang dihasilkan?

- b. Bagaimana dampaknya terhadap hasil perhitungan titik puncak?
5. Diberikan dua fungsi berikut:

$$f(x) = 2x^2 + 4x + 1$$

$$g(x) = -2x^2 + 4x + 1$$

Jelaskan:

- Perbedaan bentuk grafik kedua fungsi tersebut.
- Fungsi mana yang memiliki nilai maksimum dan mana yang memiliki nilai minimum? Jelaskan alasan

### Lampiran 6 Soal postest kemampuan Berpikir Kritis

Nama : .....

Kelas : .....

Tanggal : .....

#### Petunjuk Pengerjaan

- Bacalah setiap soal dengan cermat.
- Jawablah dengan uraian yang jelas, logis, dan sistematis.
- Gunakan konsep fungsi kuadrat yang telah dipelajari melalui eksplorasi GeoGebra.
- Sertakan alasan atau langkah-langkah penyelesaian secara lengkap.

### SOAL POSTTEST

1. Sebuah bola dilempar ke atas sehingga lintasannya membentuk parabola dengan persamaan:

$$f(x) = -x^2 + 4x + 1$$

- Jelaskan makna dari bentuk grafik tersebut dalam konteks gerak bola.
  - Tentukan dan jelaskan arti titik puncak dari fungsi tersebut.
2. Diketahui fungsi:

$$f(x) = 2x^2 - 8x + 6$$

- Tentukan titik puncak fungsi tersebut.
  - Jelaskan apakah fungsi tersebut memiliki nilai maksimum atau minimum, serta alasan Anda.
3. Sebuah jembatan memiliki lengkungan berbentuk parabola.
- Mengapa bentuk jembatan dapat dimodelkan dengan fungsi kuadrat?
  - Apa arti titik tertinggi pada jembatan tersebut dalam konteks nyata?

4. Seorang siswa membuat model fungsi kuadrat dari suatu objek nyata menggunakan GeoGebra, tetapi grafik yang dihasilkan tidak sesuai dengan bentuk objek.
  - a. Menurut Anda, apa penyebab ketidaksesuaian tersebut?
  - b. Bagaimana cara memperbaiki model tersebut agar lebih akurat?
5. Diberikan dua fungsi:

$$f(x)=x^2-6x+5$$

$$g(x)=-x^2+6x-5$$

- a. Bandingkan bentuk grafik kedua fungsi tersebut.
- b. Jelaskan hubungan kedua fungsi tersebut berdasarkan konsep transformasi grafik

### Lampiran 7 Angket Motivasi Belajar Siswa Petunjuk Pengisian

#### Petunjuk Pengisian

1. Instrumen ini berisikan sejumlah pernyataan tentang motivasi belajar matematika. Isilah angket ini dengan apa adanya sesuai dengan keadaan diri kamu serta usahakan untuk mengisi seluruh pernyataan tanpa ada nomor yang terlewatkan.
2. Bacalah setiap pernyataan dengan teliti.
3. Berilah tanda checklist ( $\surd$ ) pada lembar kolom yang telah disediakan.
4. Atas kesediaan dan kerjasama kamu dalam mengisi instrumen ini saya ucapkan terima kasih.
5. Pedoman alternatif jawaban adalah sebagai berikut:  
Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak Setuju (TS), Ragu-ragu (RR), Setuju (S), Sangat Setuju (SS)

**Tabel Angket Motivasi Belajar Matematis**

No	Pernyataan	STS	TS	RR	S	SS
1	Saya belajar matematika atas keinginan sendiri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Saya yakin dapat menguasai matematika meskipun sulit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Saya berusaha mendapatkan hasil terbaik dalam belajar matematika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Saya merasa cemas jika nilai matematika saya rendah	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Saya mudah menyerah ketika mengalami kesulitan dalam matematika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Saya mempelajari materi sebelum diajarkan guru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Saya mempersiapkan diri sebelum ulangan matematika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Saya mencatat penjelasan guru dengan baik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9	Saya belajar tanpa memiliki tujuan yang jelas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Saya mengerjakan tugas matematika dengan mencontek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Saya yakin matematika penting untuk masa depan saya	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Saya ingin berhasil dalam pelajaran matematika untuk mencapai cita-cita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Saya memiliki target nilai dalam pelajaran matematika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Saya merasa matematika tidak penting bagi masa depan saya	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Saya tidak memiliki tujuan belajar matematika yang jelas untuk masa depan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Saya lebih semangat belajar jika mendapat pujian dari guru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Saya senang jika hasil belajar saya dihargai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Saya termotivasi jika nilai saya diumumkan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Saya tidak termotivasi meskipun mendapat penghargaan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Saya tidak peduli dengan penilaian yang diberikan guru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Saya tertarik dengan pembelajaran matematika yang menggunakan media	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Saya senang jika pembelajaran disertai contoh nyata	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Saya aktif dalam diskusi kelompok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Saya merasa pembelajaran matematika membosankan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Saya merasa bosan jika terlalu banyak latihan soal matematika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	Saya merasa nyaman belajar matematika di kelas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Saya mudah memahami materi melalui diskusi dengan teman	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Bimbingan guru membantu saya belajar lebih baik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Saya sering mengobrol saat pembelajaran berlangsung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Saya sering tidak memperhatikan saat pembelajaran berlangsung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Lampiran 8 Nilai Kemampuan Berpikir Kritis Kedua Kelas Eksperimen

#### Nilai Tes Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran *Project Based learning* (Kelas Eksperimen I)

No	Siswa	KAM (Pretest)	KBK (Posttest)	Kategori KAM
1	Bayu Oktavian	55	85	Sedang
2	Bill Fahmi Ramadhan	40	85	Sedang
3	Fadel Fauzi	30	75	Rendah
4	Gio Jonatan Situmorang	30	70	Rendah
5	Hasbi Alkahfi	45	85	Sedang
6	Heri Dwi Kuncoro	55	95	Sedang
7	M. Alfi Samudra	45	90	Sedang
8	M. Fauzi	35	80	Rendah
9	M. Noval Al Fazar	30	70	Rendah
10	M. Rafansyah	40	80	Sedang
11	Muhammad Dzhuha Dziyaulhaq	65	95	Tinggi
12	Muhammad Rafa	60	90	Tinggi
13	Rafi Andika	25	75	Rendah
14	Bellia Evelyn	65	95	Tinggi
15	Chinta Laura Br Tarigan	45	85	Sedang
16	Cinta Bunga Lestari	60	90	Tinggi
17	Dwi Anisa	50	85	Sedang
18	Dwi Rizky Wulandari	50	85	Sedang
19	Levi Aulia Noviyanti	35	75	Rendah
20	Nayla Dwi Julika	30	75	Rendah
21	Nur Regina Novica Putri	55	80	Sedang
22	Zasmin Ananda Putri	40	80	Sedang
23	Alisa	45	75	Sedang
24	Amelia	55	85	Sedang
25	Anggira Nastasya	30	80	Rendah
26	Aprilia Nacitra	45	75	Sedang
27	Aurel Alfainah	45	85	Sedang
28	Citra Kirana Putri	50	75	Sedang
29	Dewi Lestari	35	80	Rendah
30	Lusy Andini	45	80	Sedang
31	Nadilla Syafira	50	70	Sedang
32	Nahila Ahda	45	85	Sedang

**Nilai Tes Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (Kelas Eksperimen II)**

No	Nama Siswa	KAM	KBK	Kategori KAM
1	Annisa Zahratul Ulum	55	95	Sedang
2	Arumi Ristanti	40	80	Sedang
3	Aulia Jelita	30	70	Rendah
4	Aya Aulya	30	70	Rendah
5	Citra Kirana Putri	45	85	Sedang
6	Defina Safitri	55	90	Sedang
7	Febi Maulida	45	80	Sedang
8	Febi Muti Kayla	35	85	Sedang
9	Fitra Syakira	30	80	Rendah
10	Hafizah Hertika	45	85	Sedang
11	Halmalia Akhwatun Nisya	65	95	Tinggi
12	Jafni Lutfia Qaisra Haris	60	95	Tinggi
13	Karina Cecilia Br Sitanggung	25	70	Rendah
14	Kharin Novianti	65	95	Tinggi
15	Lutfi Nafisa Qaisara Haris	45	85	Sedang
16	Mesil Nazua Putri	65	95	Tinggi
17	Rabi Alda Wiyah	55	90	Sedang
18	Revalina	50	70	Sedang
19	Silvia Zahara	35	85	Sedang
20	Suci Sophia	30	85	Rendah
21	Venna Cahya	55	85	Sedang
22	Naila Haviva	40	75	Sedang
23	Natasya Ramadani	45	80	Sedang
24	Nazli Umara	55	85	Sedang
25	Nur Bilasari	30	95	Rendah
26	Putri Ramadhani	45	90	Sedang
27	Qaish Azzahra	45	80	Sedang
28	Rika Nurhayati	50	70	Sedang
29	Selomita Br Siregar	35	80	Sedang
30	Silva Auliana	45	95	Sedang
31	Silvia Quintan Angelita	50	90	Sedang
32	Utami Intan Aulia	45	75	Sedang

## Lampiran 9 Data Hasil Angket Kedua Kelas Eksperimen

Hasil Angket Motivasi Belajar Matematis Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran *Project Based learning* (Kelas Eksperimen I)

NO	NAMA SISWA	ANGKET AWAL	ANGKET AKHIR
1	Bayu Oktavian	98	124
2	Bill Fahmi Ramadhan	86	115
3	Fadel Fauzi	98	128
4	Gio Jonatan Situmorang	102	129
5	Hasbi Alkahfi	106	136
6	Heri Dwi Kuncoro	98	127
7	M. Alfi Samudra	93	124
8	M. Fauzi	92	122
9	M. Noval Al Fazar	88	118
10	M. Rafansyah	79	106
11	Muhammad Dzhuha Dziyaulhaq	94	126
12	Muhammad Rafa	100	128
13	Rafi Andika	87	123
14	Bellia Evelyn	99	129
15	Chinta Laura Br Tarigan	91	121
16	Cinta Bunga Lestari	99	129
17	Dwi Anisa	93	123
18	Dwi Rizky Wulandari	102	133
19	Levi Aulia Noviyanti	74	98
20	Nayla Dwi Julika	67	89
21	Nur Regina Novica Putri	99	128
22	Zasmin Ananda Putri	98	129
23	Alisa	100	133
24	Amelia	101	135
25	Anggira Nastasya	103	133
26	Aprilia Nacitra	93	122
27	Aurel Alfainah	103	133
28	Citra Kirana Putri	70	97
29	Dewi Lestari	99	128
30	Lusy Andini	100	129
31	Nadilla Syafira	98	120
32	Nahila Ahda	97	123

Hasil Angket Motivasi Belajar Matematis Siswa Menggunakan Model Pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (Kelas Eksperimen II)

NO	NAMA SISWA	ANGKET AWAL	ANGKET AKHIR
1	Annisa Zahratul Ulum	102	123
2	Arumi Ristanti	90	111
3	Aulia Jelita	104	133
4	Aya Aulya	100	125
5	Citra Kirana Putri	104	127
6	Defina Safitri	102	126
7	Febi Maulida	95	122
8	Febi Muti Kayla	96	121
9	Fitra Syakira	95	116
10	Hafizah Hertika	80	103
11	Halmalia Akhwatun Nisya	104	131
12	Jafni Lutfia Qaisra Haris	106	121
13	Karina Cecilia Br Sitanggung	93	116
14	Kharin Novianti	99	119
15	Lutfi Nafisa Qaisara Haris	91	121
16	Mesil Nazua Putri	99	113
17	Rabi Alda Wiyah	93	124
18	Revalina	111	122
19	Silvia Zahara	76	98
20	Suci Sophia	64	90
21	Venna Cahya	101	131
22	Naila Haviva	107	135
23	Natasya Ramadani	103	133
24	Nazli Umara	104	134
25	Nur Bilasari	103	133
26	Putri Ramadhani	92	120
27	Qaish Azzahra	104	134
28	Rika Nurhayati	69	95
29	Selomita Br Siregar	100	130
30	Silva Auliana	100	130
31	Silvia Quintan Angelita	98	125
32	Utami Intan Aulia	92	120

## Lampiran 10 Dokumentasi







### Lampiran 11 SPSS Data Hasil Belajar

HASIL BELAJAR Stem-and-Leaf Plot for  
KELAS= KELAS EXPERIMEN 1

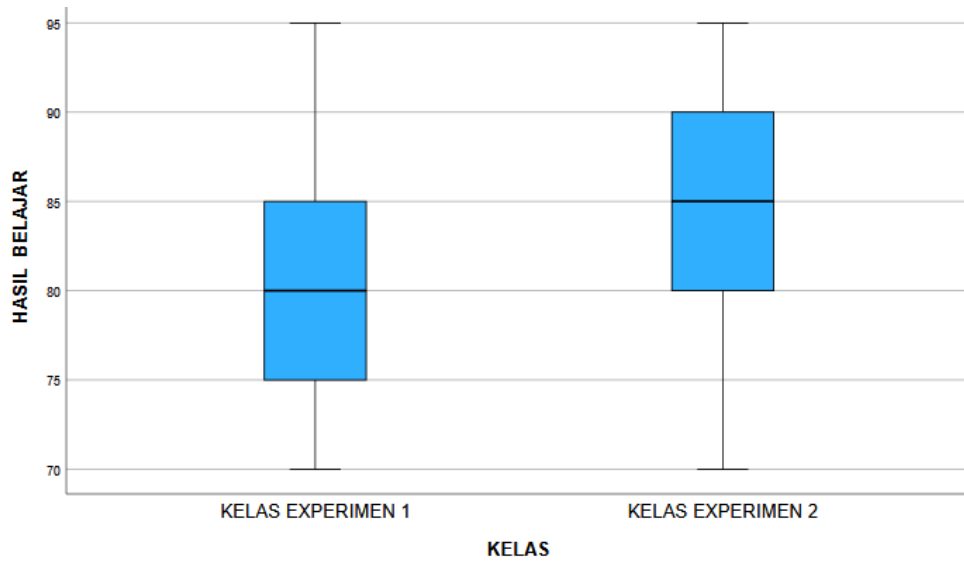
Frequency	Stem &	Leaf
3,00	7 .	000
7,00	7 .	5555555
7,00	8 .	0000000
9,00	8 .	555555555
3,00	9 .	000
3,00	9 .	555

Stem width: 10  
Each leaf: 1 case(s)

HASIL BELAJAR Stem-and-Leaf Plot for  
KELAS= KELAS EXPERIMEN 2

Frequency	Stem &	Leaf
5,00	7 .	00000
2,00	7 .	55
6,00	8 .	0000000
8,00	8 .	555555555
4,00	9 .	0000
7,00	9 .	5555555

Stem width: 10  
Each leaf: 1 case(s)



**Oneway**

**Tests of Homogeneity of Variances**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
HASIL BELAJAR	Based on Mean	.906	1	62	.345
	Based on Median	.607	1	62	.439
	Based on Median and with adjusted df	.607	1	60.514	.439
	Based on trimmed mean	.853	1	62	.359

**ANOVA**

HASIL BELAJAR

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	76.563	1	76.563	1.244	.269
Within Groups	3817.188	62	61.568		
Total	3893.750	63			

## Lampiran 12 SPSS Uji Normalitas

### Case Processing Summary

KELAS	N	Valid		Missing		Total N
		N	Percent	N	Percent	
HASIL BELAJAR KELAS EXPERIMEN 1	32	32	100.0%	0	0.0%	32
KELAS EXPERIMEN 2	32	32	100.0%	0	0.0%	32

### Case Processing Summary

KELAS	KELAS	Cases	
		Total	Percent
HASIL BELAJAR	KELAS EXPERIMEN 1	100.0%	
	KELAS EXPERIMEN 2	100.0%	

### Descriptives

KELAS		Statistic		
HASIL BELAJAR	KELAS EXPERIMEN 1	Mean	81.72	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	79.14
			Upper Bound	84.29
		5% Trimmed Mean	81.63	
		Median	80.00	
		Variance	50.983	
		Std. Deviation	7.140	
		Minimum	70	
		Maximum	95	
		Range	25	
		Interquartile Range	10	
		Skewness	.195	
		Kurtosis	-.611	
			KELAS EXPERIMEN 2	Mean
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			80.84
	Upper Bound			86.97
5% Trimmed Mean	84.06			
Median	85.00			
Variance	72.152			
Std. Deviation	8.494			
Minimum	70			
Maximum	95			

**Descriptives**

KELAS			Std. Error	
HASIL BELAJAR	KELAS EXPERIMEN 1	Mean	1.262	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	
			Upper Bound	
		5% Trimmed Mean		
		Median		
		Variance		
		Std. Deviation		
		Minimum		
		Maximum		
		Range		
		Interquartile Range		
		Skewness	.414	
		Kurtosis	.809	
		KELAS EXPERIMEN 2	KELAS EXPERIMEN 2	Mean
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			
	Upper Bound			
5% Trimmed Mean				
Median				
Variance				
Std. Deviation				
Minimum				
Maximum				

**Descriptives**

KELAS		Statistic
	Range	25
	Interquartile Range	10
	Skewness	-.266
	Kurtosis	-.963

**Descriptives**

KELAS		Std. Error
	Range	
	Interquartile Range	
	Skewness	.414
	Kurtosis	.809

**HASIL BELAJAR**

**Stem-and-Leaf Plots**

HASIL BELAJAR Stem-and-Leaf Plot for  
 KELAS= KELAS EXPERIMEN 1

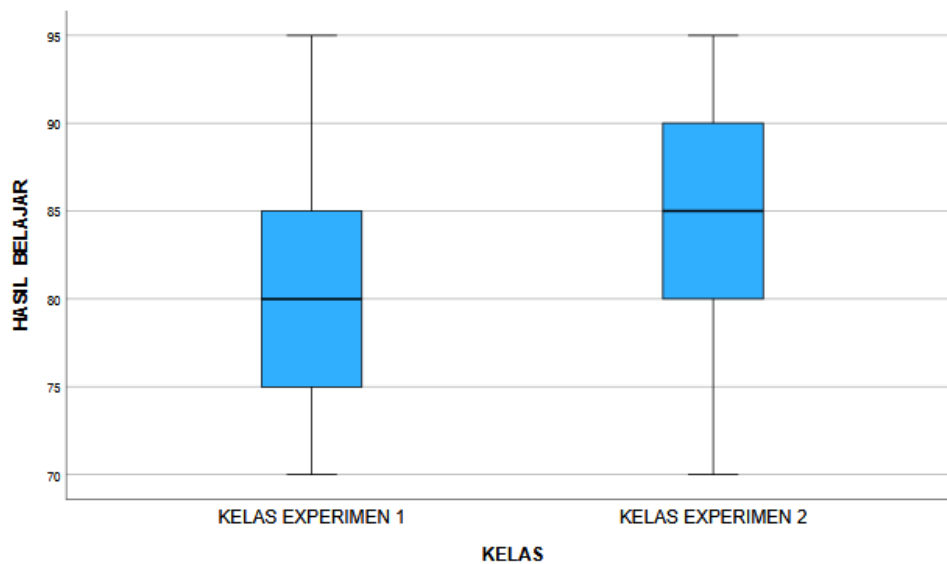
Frequency	Stem & Leaf
3,00	7 . 000
7,00	7 . 5555555
7,00	8 . 0000000
9,00	8 . 555555555
3,00	9 . 000
3,00	9 . 555

Stem width: 10  
 Each leaf: 1 case(s)

HASIL BELAJAR Stem-and-Leaf Plot for  
 KELAS= KELAS EXPERIMEN 2

Frequency	Stem & Leaf
5,00	7 . 00000
2,00	7 . 55
6,00	8 . 0000000
8,00	8 . 555555555
4,00	9 . 0000
7,00	9 . 5555555

Stem width: 10  
 Each leaf: 1 case(s)



### Lampiran 13 SPSS Uji Homogenitas

#### Case Processing Summary

HASIL BELAJAR	KELAS	Cases				
		Valid		Missing		Total
		N	Percent	N	Percent	N
	KELAS EXPERIMEN 1	32	100.0%	0	0.0%	32
	KELAS EXPERIMEN 2	32	100.0%	0	0.0%	32

#### Case Processing Summary

HASIL BELAJAR	KELAS	Cases
		Total
		Percent
	KELAS EXPERIMEN 1	100.0%
	KELAS EXPERIMEN 2	100.0%

#### Descriptives

HASIL BELAJAR	KELAS	Statistic	
		Mean	Statistic
KELAS EXPERIMEN 1	Mean		81.72
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	79.14
		Upper Bound	84.29
	5% Trimmed Mean		81.63
	Median		80.00
	Variance		50.983
	Std. Deviation		7.140
	Minimum		70
	Maximum		95
	Range		25
	Interquartile Range		10
	Skewness		.195
	Kurtosis		-.611
	KELAS EXPERIMEN 2	Mean	
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	80.84
		Upper Bound	86.97
5% Trimmed Mean			84.06
Median			85.00
Variance			72.152
Std. Deviation			8.494
Minimum			70
Maximum			95

### Descriptives

KELAS			Std. Error	
HASIL BELAJAR	KELAS EXPERIMEN 1	Mean	1.262	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	
			Upper Bound	
		5% Trimmed Mean		
		Median		
		Variance		
		Std. Deviation		
		Minimum		
		Maximum		
		Range		
		Interquartile Range		
		Skewness	.414	
		Kurtosis	.809	
			KELAS EXPERIMEN 2	Mean
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			
	Upper Bound			
5% Trimmed Mean				
Median				
Variance				
Std. Deviation				
Minimum				
Maximum				

**Descriptives**

KELAS			Std. Error	
HASIL BELAJAR	KELAS EXPERIMEN 1	Mean	1.262	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	
			Upper Bound	
		5% Trimmed Mean		
		Median		
		Variance		
		Std. Deviation		
		Minimum		
		Maximum		
		Range		
		Interquartile Range		
		Skewness	.414	
		Kurtosis	.809	
		KELAS EXPERIMEN 2	KELAS EXPERIMEN 2	Mean
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			
	Upper Bound			
5% Trimmed Mean				
Median				
Variance				
Std. Deviation				
Minimum				
Maximum				
Range				
Interquartile Range				
Skewness				
Kurtosis				

**Descriptives**

KELAS		Statistic
	Range	25
	Interquartile Range	10
	Skewness	-.266
	Kurtosis	-.963

**Descriptives**

KELAS		Std. Error
	Range	
	Interquartile Range	
	Skewness	.414
	Kurtosis	.809

**HASIL BELAJAR**

**Stem-and-Leaf Plots**

### ANOVA Effect Sizes<sup>a,b</sup>

		Point Estimate	95% Confidence Interval	
			Lower	Upper
HASIL BELAJAR	Eta-squared	.020	.000	.129
	Epsilon-squared	.004	-.016	.115
	Omega-squared Fixed-effect	.004	-.016	.113
	Omega-squared Random-effect	.004	-.016	.113

a. Eta-squared and Epsilon-squared are estimated based on the fixed-effect model.

b. Negative but less biased estimates are retained, not rounded to zero.

## Lampiran 14 SPSS Uji Korelasi

### Correlations


#### Correlations

		KAM	POSTES
KAM	Pearson Correlation	1	.715 <sup>***</sup>
	Sig. (2-tailed)		<,001
	N	32	32
POSTES	Pearson Correlation	.715 <sup>***</sup>	1
	Sig. (2-tailed)	<,001	
	N	32	32


\*\*\*. Correlation at 0.001(2-tailed)


### Pearson Correlations

 **Highly Positive** : (None)

 **Positive** : (KAM <---> POSTES)

 **No Linear Correlation** : (None)

 **Negative** : (None)

 **Highly Negative** : (None)

Note: Curated Help is calculated based on actual cell values, not the formatted values.

## Lampiran 15 SPSS Uji Hipotesis (Uji t)

### T-Test

#### Group Statistics

KELAS		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
HASIL BELAJAR	KELAS EXPERIMEN 1	32	81.72	7.140	1.262
	KELAS EXPERIMEN 2	32	83.91	8.494	1.502

#### Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			
		t	df	Significance One-Sided p	Two-Sided p
HASIL BELAJAR	Equal variances assumed	-1.115	62	.135	.269
	Equal variances not assumed	-1.115	60.220	.135	.269

#### Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the ... Lower
HASIL BELAJAR	Equal variances assumed	-2.188	1.962	-6.109
	Equal variances not assumed	-2.188	1.962	-6.111

#### Independent Samples Test

		t-test for Equality .. 95% Confidence Interval of the ... Upper	
HASIL BELAJAR	Equal variances assumed	1.734	
	Equal variances not assumed	1.736	

### Independent Samples Test: One-Sided p


#### Equal variances assumed

The average difference is not significant (based on grouping variable) for the variable (s): HASIL BELAJAR

## Lampiran 16 Permohonan Izin Riset

 <p><b>UMSU</b> Unggul   Cerdas   Terpercaya</p>	<p>MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN &amp; PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH</p> <p><b>UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA</b></p> <p><b>SEKOLAH PASCASARJANA</b></p> <p>UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/IAK/Pjj/PT/18/2024</p> <p>Jl. Denai No. 217 Medan 20226 Telp. (061) - 88811104 Fax. (061) - 88811111</p> <p><a href="https://pascasarjana.umsu.ac.id">https://pascasarjana.umsu.ac.id</a> <a href="mailto:pps@umsu.ac.id">pps@umsu.ac.id</a> <a href="#">umsu</a> <a href="#">umsu</a> <a href="#">umsu</a> <a href="#">umsu</a></p>
Nomor : 1933/IL3.AU/UMSU-PPs/F/2025	Medan, 16 Jumadil Awal 1447 H
Lamp. : -	07 November 2025 M
Hal : Permohonan Izin Riset	
Kepada Yth : SMK Swasta Harapan Stabat Kel. Kwala Bingai, Kec. Stabat, Kab. Langkat di T e m p a t.-	
<i>Bismillahirrahmanirrahim</i> <i>Assalaamu 'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.</i>	
Dengan hormat, dalam rangka penyelesaian studi dan peningkatan profesionalisme serta intelektualitas mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Program Magister pada Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, mohon kiranya dapat diberikan izin kepada Mahasiswa tersebut di bawah ini :	
Nama : SELAMET	
NPM : 2420070003	
Prodi : Pendidikan Matematika	
Judul Tesis : PENGARUH MODEL PROJECT BASED LEARNING DAN CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING BERBANTUAN GEOGEBRA TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN MOTIVASI BELAJAR MATEMATIS SISWA SMK.	
Perlu disampaikan bahwa informasi dan data yang diperoleh akan digunakan untuk kepentingan ilmiah dan keperluan akademik.	
Demikian disampaikan, atas perhatian dan bantuannya terlebih dahulu diucapkan terima kasih, akhirnya semoga selamat sejahteralah kita semua. Amin.	
<i>Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.</i>	
	 Prof. Dr. Triono Eddy, S.H., M.Hum NIDN. 1012125601
Cc: File	
	

## Lampiran 17 Balasan Izin Riset



### **SMP – SMK ( SMEA – STM - TIK ) YAYASAN PERGURUAN HARAPAN**

Jln. Letjend. S. Parman No .5 Stabat  
Kabupaten Langkat – Sumatera Utara  
HP. 085362340979 Kode Pos 20814 E – Mail : smkharapanstabat@gmail.com

SMP : Akreditasi A  
SMK NPSN : No.1.16.228.234  
TEKNIK KOMPUTER dan JARINGAN : Akreditasi A

SMK BISNIS MANAJEMEN  
AKUNTANSI : Akreditasi A  
ADM. PERKANTORAN : Akreditasi A

SMK TEKNIK INDUSTRI  
AUDIO VIDEO : Akreditasi A  
MEKANIK OTOMOTIF : Akreditasi A

---

### **SURAT KETERANGAN**

Nomor : *46* /105.3/F/SMK.H/MN/2026

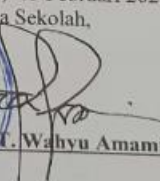
Kepala Sekolah Menengah Kejuruan ( SMK ) Swasta Harapan Stabat, Kabupaten Langkat, dengan ini menerangkan :


Nama	: SELAMET
NPM	: 2420070003
Program Studi	: Pendidikan Matematika

nama tersebut di atas benar telah melaksanakan Riset di SMK Swasta Harapan Stabat dengan Judul Tesis “**Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dan Contextual Teaching And Learning Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Motivasi Belajar Matematis Siswa SMK.**” pada tanggal 05 Januari s/d 13 Februari 2026.

Demikian surat keterangan penelitian ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Stabat, 13 Februari 2026  
Kepala Sekolah,

  
**H.M.T. Wahyu Amami KJD, M.Pd**





**SMP – SMK ( SMEA – STM - TIK )  
YAYASAN PERGURUAN HARAPAN**

Jln. Letjend. S. Parman No .5 Stabat  
Kabupaten Langkat – Sumatera Utara  
HP. 085362340979 Kode Pos 20814 E – Mail : smkharapanstabat@gmail.com

SMP : Akreditasi A  
SMK NPSN : No : 91291234  
TEKNIK KOMPUTER dan JARINGAN : Akreditasi A

SMK BISNIS MANAJEMEN  
AKUNTANSI : Akreditasi A  
ADM. PERKANTORAN : Akreditasi A

SMK TEKNIK INDUSTRI  
AUDIO VIDEO : Akreditasi A  
MEKANIK OTOMOTIF : Akreditasi

Nomor : 126/105.3/F/SMK.H/MN/2026  
Lamp : -  
Hal : **Balasan Izin Riset**

Kepada  
Yth, : Bapak/Ibu Pimpinan  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Sekolah Pascasarjana  
Di  
Tempat

Dengan hormat,

Berdasarkan surat nomor : 1933/II.3.AU/UMSU-PPs/F/2025 tanggal 07 Nopember 2025 Perihal  
Izin melaksanakan Riset atas nama :

Nama : SELAMET  
NPM : 2420070003  
Program Studi : Pendidikan Matematika

diberikan izin untuk melaksanakan Riset di SMK Swasta Harapan Stabat dengan Judul Tesis  
“Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dan Contextual Teaching And  
Learning Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Motivasi  
Belajar Matematis Siswa SMK. “

Demikian surat ini kami sampaikan untuk dapat dipergunakan dengan seperlunya.

Stabat, 08 Nopember 2025

Kepala Sekolah,



H.M.T. Wahyu Amami KJD, M.Pd