

**PROSES KOLABORASI SISWA DALAM MEMECAHKAN
MASALAH MATEMATIKA MATERI FUNGSI KUADRAT
KELAS X MELALUI PEMBELAJARAN *DISCOVERY*
BERBANTUAN *GEOGEBRA***



SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Matematika

Oleh

Fathikha Septiani

34202100014

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
PROSES KOLABORASI SISWA DALAM MEMECAHKAN
MASALAH MATEMATIKA MATERI FUNGSI KUADRAT
KELAS X MELALUI PEMBELAJARAN *DISCOVERY*
BERBANTUAN *GEOGEBRA*

Disusun dan Dipersiapkan Oleh

Fathikha Septiani

34202100014

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 2 Juni 2025
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diterima sebagai persyaratan untuk
mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Matematika

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua Penguji : Dr. Hevy Risqi Maharani, S.Pd., M.Pd.

NIK 211313016

Penguji 1 : Dr. Mochamad Abdul Basir, S.Pd., M.Pd.

NIK 211312009

Penguji 2 : Dr. Nila Ubaidah, S.Pd., M.Pd.

NIK 211313017

Penguji 3 : Dr. Mohamad Aminudin, S.Pd., M.Pd.

NIK 211312010

Semarang, 2 Juni 2025

Universitas Islam Sultan Agung

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dekan,



Dr. Muhammad Afandi., S.Pd., M.Pd, M.H

NIK 211313015

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fathikha Septiani

NIM : 34202100014

Program Studi : Pendidikan Matematika

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Menyusun skripsi dengan judul:

**PROSES KOLABORASI SISWA DALAM MEMECAHKAN MASALAH
MATEMATIKA MATERI FUNGSI KUADRAT KELAS X MELALUI
PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN *GEOGEBRA***

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya tulis saya sendiri dan bukan dibuatkan orang lain atau jiplakan atau modifikasi karya orang lain.

Bila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang sudah saya peroleh.

Semarang, 02 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Fathikha Septiani

NIM. 34202100014

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Proses menemukan jati diri tidak bisa dilalui sendirian. Bagaimanapun hidup itu perjalanan yang menyenangkan. Bangun support system kita. Karena cenderung kita yang sedang bingung dengan diri kita sendiri ini, memang inginnya menyendiri. Tapi dengan emosi yang tinggi yang tak kunjung menemukan jati diri, sulit untuk memantik logika kita sadar diri. Maka penting support system untuk menyadarkan kita betapa banyak lebih kita dan tidak sebanyak itu juga kurang kita.” (Ning Widad)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran untuk menyelesaikan tugas akhir (skripsi). Penulis memberikan tugas akhir (skripsi) ini kepada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Sultan Agung Semarang dengan tulus dan semoga mendapatkan manfaat serta keberkahan dari Allah SWT.

SARI

Septiani, F. 2025. Proses Kolaborasi Siswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika Materi Fungsi Kuadrat Kelas X Melalui Pembelajaran *Discovery* Berbantuan *GeoGebra*. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Matematika. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Sultan Agung. Pembimbing: Dr. Mohamad Aminudin, S.Pd., M.Pd.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses kolaborasi siswa dalam memecahkan masalah matematika pada materi fungsi kuadrat melalui pembelajaran *Discovery* berbantuan *GeoGebra* di MA Assalam Kradenan Grobogan. Kolaborasi siswa merupakan salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran abad 21 yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, dan pemecahan masalah secara kelompok. Penggunaan model pembelajaran *Discovery* memungkinkan siswa untuk menemukan konsep secara mandiri, sementara *GeoGebra* sebagai media visual interaktif membantu mempermudah pemahaman konsep fungsi kuadrat secara konkret.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus. Subjek penelitian adalah siswa kelas X MA Assalam yang berjumlah 23 siswa dan dibagi menjadi 3 kelompok belajar kolaboratif. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, dokumentasi, dan analisis lembar kerja siswa. Data diuraikan melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran *Discovery* berbantuan *GeoGebra* dengan diberikan kebebasan dalam pembentukan kelompok dan pembentukan kelompok secara ditentukan terdapat perbedaan yang mendorong kolaborasi siswa secara aktif dalam proses pemecahan masalah. Siswa terlihat mampu membagi peran, berdiskusi, mengajukan argumen, dan menyimpulkan solusi bersama. Penggunaan *GeoGebra* memberikan kontribusi positif dalam membantu siswa memahami konsep fungsi kuadrat melalui representasi grafik yang interaktif, sehingga proses penemuan menjadi lebih terarah dan menyenangkan.

Kata Kunci : kolaborasi siswa, pembelajaran *discovery*, *geogebra*, fungsi kuadrat

ABSTRACT

Septiani, F. 2025. *Student Collaboration Process in Solving Mathematical Problems on Quadratic Function Material for Grade X Through GeoGebra-Assisted Discovery Learning*. Thesis. Mathematics Education Study Program. Faculty of Teacher Training and Education, Sultan Agung Islamic University. Advisor: Dr. Mohamad Aminudin, S.Pd., M.Pd.

This study aims to describe the process of student collaboration in solving mathematical problems on quadratic function material through GeoGebra-assisted Discovery learning at MA Assalam Kradenan Grobogan. Student collaboration is one of the important competencies in 21st century learning that supports the development of critical thinking, communication, and group problem-solving skills. The use of the Discovery learning model allows students to find concepts independently, while GeoGebra as an interactive visual media helps facilitate the understanding of the concept of quadratic functions in a concrete way.

This study uses a qualitative approach with a case study method. The subjects of the study were 23 grade X MA Assalam students who were divided into 3 collaborative learning groups. Data collection techniques include observation, interviews, documentation, and analysis of student worksheets. Data is described through the stages of data reduction, data presentation, and drawing conclusions.

The results of the study indicate that GeoGebra-assisted Discovery learning with freedom in group formation and group formation in a determined manner has differences that encourage active student collaboration in the problem-solving process. Students are seen to be able to divide roles, discuss, submit arguments, and conclude joint solutions. The use of GeoGebra provides a positive contribution in helping students understand the concept of quadratic functions through interactive graphic representations, so that the discovery process becomes more focused and enjoyable.

Keywords: *student collaboration, discovery learning, geogebra, quadratic functions*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya sehingga diberikan kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Proses Kolaborasi Siswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika Materi Fungsi Kuadrat Kelas X Melalui Pembelajaran *Discovery* Berbantuan *GeoGebra*”

Penulis menyadari banyak kekurangan dan terbatasnya kapasitas informasi untuk menyelesaikan proposal skripsi ini. Walaupun begitu banyak dukungan material dan spiritual dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik. Atas dukungan tersebut, penulis ingin menyampaikan terima kasih dengan tulus yang ditujukan kepada:

1. Prof. Dr. H. Gunarto, S.H., S.E. Akt., M.H. Selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung.
2. Dr. Muhamad Afandi, M.Pd., M.H. Selaku Dekan FKIP Universitas Islam Sultan Agung.
3. Dr. Nila Ubaidah, S.Pd., M.Pd. Selaku Ketua Program Studi Pendidikan Matematika.
4. Dr. Mohamad Aminudin, S.Pd., M.Pd. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran dalam proses penyusunan skripsi.
5. Dr. Mochamad Abdul Basir, S.Pd., M.Pd. Selaku Dosen Penguji Skripsi 1
6. Dr. Nila Ubaidah, S.Pd., M.Pd. Selaku Dosen Penguji Skripsi 2

7. Seluruh dosen program studi Pendidikan Matematika Universitas Islam Sultan Agung.
8. Orang tua tercinta, yang selalu mensupport putrinya untuk mewujudkan impian dan cita-citanya, memberikan ridho, dukungan serta doa yang menyertai segala proses kehidupan penulis.
9. Adek tercinta, Sa'id Yusuf Hakim, yang telah memberikan dukungan dan doa yang menyertai segala proses kehidupan penulis.
10. Nenek tercinta, Mbah Suminah, beliau telah menjadi sosok panutan dan memberikan banyak pengalaman hidup yang berharga kepada penulis untuk menjadi pribadi yang lebih tangguh.
11. Keluarga Besar yang telah memberikan dukungan dan doa yang menyertai segala proses kehidupan penulis.
12. Ibu Nyai Hj. Khoriyah Thomafi, M.Pd. Selaku orang tua di PP Assa'adah Terboyo yang telah banyak memberikan ridho, dukungan serta doa yang menyertai segala proses kehidupan penulis.
13. K.H. Imam Suyoto beserta keluarga besar selaku orang tua di pondok pesantren Assalam Kradenan Grobogan, yang telah banyak memberikan ridho, dukungan serta doa yang menyertai segala proses kehidupan penulis.
14. Teman-teman seperjuangan dari IMASSULA yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
15. Teman-teman PMTK 2021 yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

16. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan, yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga proposal skripsi ini dapat terselesaikan. Segala kebaikan yang diberikan, semoga mendapat balasan dari Allah SWT.

Terima kasih atas pengorbanan dan jerih payahnya, serta bantuan tersebut di atas, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Semoga amal kalian semua diterima Allah SWT dan mendapatkan balasan dari-Nya. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh untuk mencapai kesempurnaan dalam arti yang sebenarnya, namun penulis berharap semoga dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan sehingga dapat membawa perubahan dalam dunia pendidikan.

Semarang, 2 Juni 2025

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
SARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Fokus Penelitian	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Teori	7
1. Teori Pembelajaran Kolabroatif.....	7

2. Kolaborasi Berbantuan Teknologi	8
3. Materi Fungsi Kuadrat	9
4. Pembelajaran <i>Discovery</i>	12
5. Langkah-Langkah Penemuan Model <i>Discovery</i>	13
6. <i>GeoGebra</i> sebagai Alat Pembelajaran Fungsi Kuadrat	15
2.2 Penelitian yang Relevan	19
2.3 Kerangka Berpikir	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Desain Penelitian.....	24
3.2 Tempat Penelitian	24
3.3 Sumber Data Penelitian.....	25
1. Hasil Observasi Penelitian	25
2. Hasil Wawancara.....	25
3. Hasil Dokumentasi.....	26
3.4 Teknik Pengumpulan Data	26
1. Observasi.....	26
2. Wawancara	26
3. Dokumentasi	26
3.5 Instrumen Penelitian.....	27
1. Lembar Observasi	27

2. Panduan Wawancara	27
3. Modul Ajar Matematika.....	27
3.6 Teknik Analisis Data	27
3.7 Pengujian Keabsahan Data.....	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Hasil Penelitian	30
1. Proses Kolaborasi Siswa Bebas dalam Membentuk Kelompok	30
2. Proses Kolaborasi Siswa Ditentukan dalam Membentuk Kelompok.....	38
4.2. Pembahasan.....	46
1. Proses Kolaborasi Siswa Bebas dalam Membentuk Kelompok	46
2. Proses Kolaborasi Siswa Ditentukan dalam membentuk Kelompok.....	48
BAB V PENUTUP.....	52
5.1. Simpulan.....	52
1. Proses Kolaborasi Siswa Bebas dalam Membentuk Kelompok	52
2. Proses Kolaborasi Siswa Ditentukan dalam membentuk Kelompok.....	53
5.2. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Aspek dan Indikator Keterampilan Kolaborasi	8
--	---



DAFTAR GAMBAR

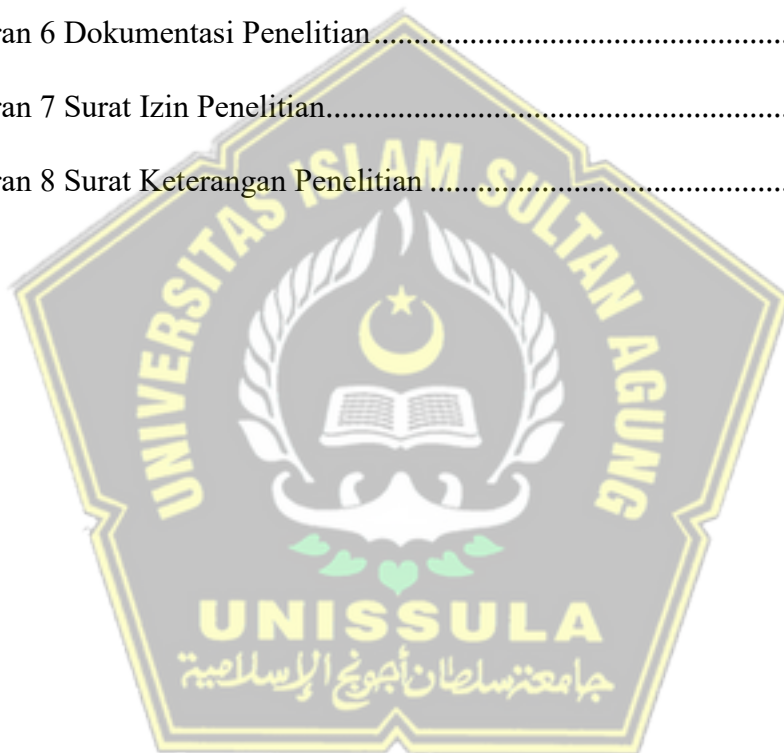
Gambar 2. 1 Grafik parabola.....	10
Gambar 2. 2 Contoh penerapan parabola	11
Gambar 2. 3 Titik puncak/ titik balik/ titik ekstern	12
Gambar 2. 4 Tampilan GeoGebra	17
Gambar 2. 5 Tampilan GeoGebra	18
Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir	23
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Pendekatan Problem Solving dengan model 6 topi berpikir De Bono, E. (2007).....	28
Gambar 4. 1 Penyampaian materi	31
Gambar 4. 2 Kelompok kolaborasi	31
Gambar 4. 3 Kelompok kolaborasi	32
Gambar 4. 4 Skema alokasi posisi kelompok 1	33
Gambar 4. 5 Skema alokasi posisi kelompok 2	34
Gambar 4. 6 Skema alokasi posisi kelompok 3	36
Gambar 4. 7 Skema alokasi posisi kelompok 1	39
Gambar 4. 8 Skema alokasi posisi kelompok 2	42
Gambar 4. 9 Skema alokasi posisi kelompok 3	44
Gambar 4. 10 Kelompok Kolaborasi yang dibebaskan.....	47
Gambar 4. 11 Kelompok Kolaborasi yang ditentukan.....	49
Gambar 6. 1 Pembelajaran	113
Gambar 6. 2 Kolaborasi Kelompok 1	113

Gambar 6. 3 Kolaborasi Kelompok 2	114
Gambar 6. 4 Kolaborasi Kelompok 3	114
Gambar 6. 5 Foto Bersama Setelah KBM.....	115
Gambar 6. 6 Pembelajaran	115
Gambar 6. 7 Kolaborasi Kelompok 1	116
Gambar 6. 8 Kolaborasi Kelompok 2	116
Gambar 6. 9 Kolaborasi Kelompok 3	117
Gambar 6. 10 Foto Bersama Setelah KBM.....	117
Gambar 6. 11 Wawancara dengan Guru Matematika.....	118



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Observasi Aktivitas Siswa.....	59
Lampiran 2 Lembar Observasi Aktivitas Guru	62
Lampiran 3 Transkrip Wawancara Guru dan Siswa	63
Lampiran 4 Lembar Validasi Modul Ajar	73
Lampiran 5 Draft Modul Ajar	77
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian.....	113
Lampiran 7 Surat Izin Penelitian.....	119
Lampiran 8 Surat Keterangan Penelitian	120



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses kolaborasi dalam pembelajaran matematika memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan kemampuan kognitif dan keterampilan berpikir siswa. Peningkatan minat belajar matematika pada jenjang pendidikan dasar dan menengah dapat dicapai melalui peningkatan sikap siswa terhadap pengetahuan matematika, kepribadian guru, metode pengajaran, dan evaluasi orang tua (Yiting, 2023). Pendidikan matematika modern telah berkembang melalui model Bruner, taksonomi Gagné, metode pengajaran yang inovatif, penelitian, pemecahan masalah, analisis data, dan integrasi realitas virtual dan kecerdasan buatan (Cotič et al., 2024). Untuk membantu siswa memahami penjelasan materi yang lebih mudah, salah satunya dengan menerapkan proses kolaborasi siswa dalam pembelajaran matematika dan memberikan siswa pengetahuan serta pemahaman yang komprehensif tentang konsep-konsep dalam ilmu matematika. Tujuan dari hal ini adalah agar siswa bisa menerapkan pengetahuan untuk memecahkan masalah matematika materi fungsi kuadrat, sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, logis, sistematis, serta kemampuan untuk bekerja sama. Dalam pelaksanaannya, untuk membantu siswa memahami materi pelajaran dengan baik, pembelajaran matematika perlu menggunakan metode yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Upaya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menerapkan proses kolaborasi kepada siswa dengan menggunakan model pembelajaran *discovery*.

Proses kolaborasi dalam pembelajaran adalah pendekatan pendidikan yang melibatkan sekelompok siswa yang bekerja sama untuk memecahkan masalah, menyelesaikan tugas, atau menciptakan produk. Proses interaksi sosial ini sebagai bagian penting dari pembelajaran, dimana peserta saling berbicara dan berinteraksi untuk membangun pengetahuan bersama. Strategi kolaborasi yang paling efektif melibatkan kolaborasi hanya sebanyak yang dibutuhkan, dalam kelompok yang lebih kecil, dan bersikap timbal balik dengan menerima dan mengundang rekan untuk bekerja sama (van Leeuwen & Janssen, 2019). Strategi bimbingan guru, seperti berfokus pada strategi pemecahan masalah siswa, berhubungan positif dengan kolaborasi siswa, dan mendukung proses pembelajaran mereka. (van Leeuwen and Janssen, 2019). Menurut (Maj-Tatsis and Pytlak, 2020) diskusi dan pembenaran solusi selama pemecahan masalah membantu siswa mengeksplorasi berbagai metode solusi dan pembenaran, menunjukkan perlunya mengarahkan kembali pendidikan matematika dari pendekatan algoritmik murni ke pendekatan pemikiran yang lebih mendalam.

Pemecahan masalah kolaboratif dalam geometri dapat ditingkatkan dengan memberikan petunjuk atau memperkenalkan ide sebelum menyajikan solusi, yang meningkatkan pemahaman dan motivasi. Pendekatan pembelajaran *discovery* secara signifikan meningkatkan pemahaman dan penerapan ide transformasi geometri siswa (Widolaksono et al., 2023). Pembelajaran *discovery*, dimana siswa aktif terlibat dalam proses belajar melalui penemuan dan eksplorasi, dapat menjadi solusi untuk meningkatkan

pemahaman siswa terhadap konsep geometri. Ditambah dengan bantuan teknologi seperti *GeoGebra*, proses pembelajaran dapat menjadi lebih interaktif dan menarik.

Geogebra merupakan perangkat lunak yang paling banyak digunakan dalam penerapan perangkat lunak geometri dinamis untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah matematika (Susanto, Hartati and Standsyah, 2023). *GeoGebra* dapat digunakan dalam pembelajaran matematika dengan fitur yang lengkap dan interaktif terutama untuk bidang geometri. Menurut (Ratna Sari Dewi, A R As'ari, 2020) *GeoGebra* juga lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan software lain karena tidak membutuhkan kode pemrograman yang rumit sehingga software *GeoGebra* dapat digunakan baik dalam pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran jarak jauh.

Pemanfaatan software *GeoGebra* tentu diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap pembelajaran matematika (Lestari, Sugiarto and Ratnah Kurniati MA, 2023). *GeoGebra* menyediakan lingkungan belajar yang interaktif dan kolaboratif, meningkatkan keterampilan dan pengetahuan dalam kursus matematika tingkat lanjut (Ziatdinov and Valles, 2022). *GeoGebra* meningkatkan pengajaran dan pembelajaran geometri, meningkatkan minat, motivasi, dan kemauan belajar peserta didik, serta meningkatkan kinerja akademik dan kepercayaan diri siswa (Zutaah, Ondigi and Miheso-O'Connor, 2023). Menurut (Hayati & Ulya, 2022) perangkat lunak *GeoGebra* dapat mengembangkan pemahaman siswa terhadap konsep matematika dalam

geometri dan membantu guru dalam menciptakan proses pembelajaran yang menarik dan menyenangkan.

Pembelajaran berbasis masalah yang dibantu *GeoGebra* meningkatkan kapasitas siswa dalam memecahkan masalah dengan mendorong eksplorasi, interaksi, dan keterlibatan siswa dengan guru dalam pengajaran matematika. (Amalia et al., 2023). Menggabungkan *GeoGebra* ke dalam pembelajaran berbasis masalah berdampak signifikan pada kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Beberapa studi di akhir-akhir ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa (Juliana Veva Rahmawati, 2021). Namun, masih sedikit penelitian yang mengkaji secara khusus tentang proses kolaborasi siswa dalam konteks ini.

Berdasarkan hasil pengamatan di kelas X dan hasil wawancara dengan guru matematika pada tanggal 23 April 2025 di MA Assalam Kradenan Grobogan, pembelajaran matematika menggunakan *GeoGebra* belum pernah diterapkan di kelas. Proses kolaborasi yang seringkali dilakukan dengan cara diberikan kebebasan dalam memilih kelompok, hal ini seharusnya siswa juga diberikan kesempatan untuk mendapatkan arahan atau pembagian kelompoknya secara ditentukan oleh guru. Sarana dan prasarana juga sangat penting untuk mendukung proses pembelajaran berbasis teknologi di dalam kelas. Keberhasilan pembelajaran dapat dicapai jika guru aktif mendorong partisipasi siswa dan menyediakan pengalaman belajar yang memadai untuk hasil yang optimal.

1.2 Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah untuk menganalisis proses kolaborasi siswa dalam memecahkan masalah matematika materi fungsi kuadrat melalui pembelajaran *discovery* yang dibantu oleh *GeoGebra*. Penelitian ini akan mengeksplorasi bagaimana siswa bekerja sama, berkomunikasi, dan saling membantu dalam memahami konsep geometri melalui alat bantu tersebut.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses kolaborasi siswa dalam pemecahan masalah matematika materi fungsi kuadrat melalui pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* jika bebas dalam membentuk kelompok?
2. Bagaimana proses kolaborasi siswa dalam pemecahan masalah matematika materi fungsi kuadrat melalui pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* jika ditentukan kelompoknya?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendeskripsikan bagaimana siswa berkolaborasi dalam pemecahan masalah matematika materi fungsi kuadrat melalui pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* jika bebas dalam membentuk kelompok.
2. Untuk mendeskripsikan bagaimana siswa berkolaborasi dalam pemecahan masalah matematika materi fungsi kuadrat melalui pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* jika ditentukan kelompoknya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini mencakup secara teoritis dan praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teori pembelajaran kolaboratif dalam pendidikan matematika, dengan fokus pada bagaimana kolaborasi siswa dan model pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah matematika materi fungsi kuadrat.

2. Manfaat Praktis

- a) Bagi Siswa: Memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan, serta meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep kolaborasi siswa dalam pemecahan masalah matematika materi fungsi kuadrat dengan model pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra*.
- b) Bagi Guru: Menyediakan informasi tentang metode pembelajaran yang efektif dalam mengajarkan matematika materi fungsi kuadrat, serta cara mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran.
- c) Bagi Peneliti Lain: Menjadi referensi untuk penelitian lebih lanjut tentang kolaborasi siswa pembelajaran matematika materi fungsi kuadrat.
- d) Bagi Pengembang Kurikulum: Memberikan masukan untuk pengembangan kurikulum yang lebih relevan dengan kebutuhan siswa di era digital.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

1. Teori Pembelajaran Kolabroatif

Pembelajaran kolaboratif adalah pendekatan pembelajaran aktif dimana dua siswa atau lebih bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama, mengembangkan keterampilan komunikasi, interpersonal, pemikiran metakognitif, dan pemecahan masalah (S. Lu and Smiles, 2022). Pembelajaran kolaboratif menumbuhkan rasa kebersamaan dalam kelas, mendorong partisipasi aktif, berbagi pengetahuan, dan pemecahan masalah secara kooperatif, dengan menekankan saling ketergantungan dan akuntabilitas individu. Pembelajaran kolaboratif menekankan interaksi kelompok, meningkatkan kerja tim dan keterampilan komunikasi, dan menggabungkan kedua metode ini dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih efektif dan menarik (-, - and -, 2023). Strategi teknik pembelajaran kolaboratif dalam proses belajar mengajar dapat membantu mengembangkan keterampilan kolaborasi siswa, baik dari segi manfaat akademis, manfaat sosial, keterampilan umum, serta aspek negatif yang mungkin muncul.

Tabel 2. 1 Aspek dan Indikator Keterampilan Kolaborasi

Aspek	Indikator
Kontribusi	- Berpartisipasi secara langsung dan berkontribusi secara aktif - Berbicara dan mendengarkan secara seimbang. - .berkontribusi dengan hormat dalam melaksanakan diskusi, debat, maupun perbedaan pendapat. - Bertanggung jawab bersama guna menyelesaikan pekerjaan yang ada.
Manajemen Waktu	- Melakukan penyesuaian dan pembahian tugas berdasarkan kemampuan setiap anggota dalam kelompok sehingga tugas dapat terselesaikan secara tepat waktu.
Teknik Penyelidikan	- Bekerja sama dengan yang lain guna memperoleh keputusan yang berasal dari beberapa individu

Sumber : Wardani 2022

Keterampilan kolaborasi sangat penting untuk dilatihkan kepada siswa dikarenakan siswa dapat mengembangkan kemampuan sosialnya, hal ini yang membuat guru harus mengajar menggunakan strategi pembelajaran yang tepat agar dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi serta mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Proses berkolaborasi juga memberi kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi secara aktif dengan satu sama lain, bertukar ide dan gagasan secara konstruktif, dan bekerja sama untuk menyelesaikan berbagai tugas atau tugas yang bertujuan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang sama. Dengan demikian, proses berkolaborasi membuat lingkungan belajar yang memungkinkan eksplorasi pemikiran, pengambilan keputusan, dan pemikiran kreatif.

2. Kolaborasi Berbantuan Teknologi

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) saat ini sangat memungkinkan dilakukan dalam proses pembelajaran siswa.

Kolaborasi sebenarnya merupakan kebutuhan manusia, sehingga manusia sebagai makhluk sosial tentunya selalu berhubungan dengan orang lain, bekerja sama dan saling membantu. Kolaborasi juga merupakan keharusan dalam kegiatan pembelajaran. Dalam kegiatan pembelajaran tradisional, kolaborasi biasanya terjadi antara siswa atau guru dari sekolah atau kelas yang sama. Namun, dengan tersedianya jaringan komunikasi internet, kerjasama antar sekolah, antar daerah, bahkan lintas batas negara sangat dimungkinkan (Inovasi, Berbantuan and Vol, 2021). Dengan memberikan siswa kesempatan untuk bekerja sama dalam proyek bersama, menjalin komunikasi aktif dan produktif, berbagi sumber daya yang relevan, dan berpartisipasi dalam proses pembelajaran yang dirancang secara efektif, teknologi memfasilitasi lingkungan pembelajaran kooperatif yang tidak hanya mendukung interaksi akademik tetapi juga membangun keterampilan sosial dan kolaboratif. Selain itu, teknologi memungkinkan siswa untuk tidak hanya membangun, tetapi juga memantau dan mengatur perjalanan pendidikan mereka secara mandiri, sekaligus mendorong mereka untuk menemukan dan mengembangkan komunitas atau kelompok belajar yang selaras dengan minat dan kebutuhan mereka, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih inklusif, terhubung, dan memberdayakan.

3. Materi Fungsi Kuadrat

1. Bentuk Umum Persamaan Fungsi Kuadrat

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

Contoh:

$$f(x) = -3x^2 - 2x + 1$$

$$f(x) = -2x^2 + 3x - 2$$

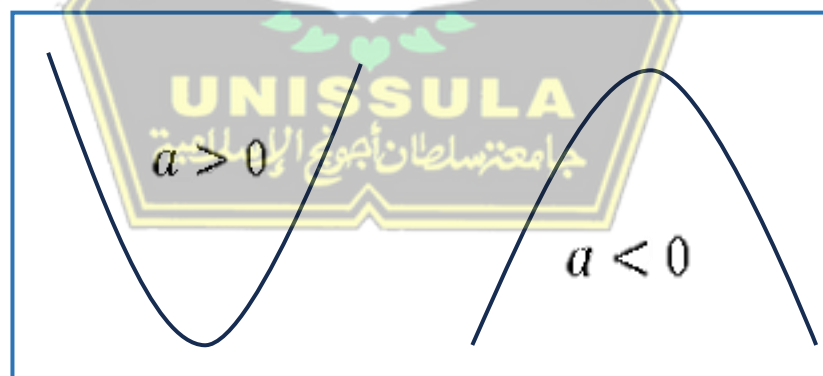
$$f(x) = x^2 - 4$$

$$f(x) = 5x^2 - 4x$$

$$f(x) = 7 + 2x - x^2$$

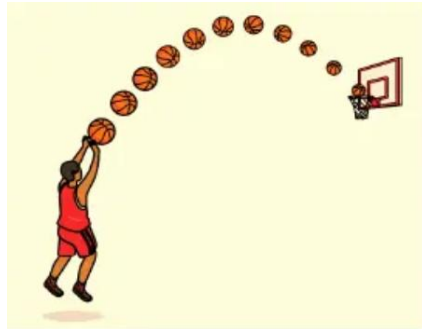
2. Grafik Fungsi Kuadrat

Grafik fungsi kuadrat akan ada dua kemungkinan yaitu bisa terbuka ke atas dan terbuka ke bawah. Apabila koefisien atau nilai a nya positif maka grafiknya akan terbuka ke atas. Kemudian apabila nilai a nya negatif, maka grafiknya akan terbuka ke bawah. Gambar grafik parabola dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 1 Grafik parabola

Contoh penerapan parabola. Perhatikan gambar berikut:



Gambar 2. 2 Contoh penerapan parabola

3. Mencari Titik Potong Grafik Dengan Sumbu X

Jika fungsi $f(x)$ memotong sumbu x , maka fungsi tersebut memotong sumbu x ketika $f(x) = y = 0$. Contoh : Tentukan koordinat titik potong fungsi kuadrat $f(x) = x^2 - 5x + 6$ terhadap sumbu x !

Jawab : $f(x) = x^2 - 5x + 6$

$$0 = x^2 - 5x + 6$$

$$x^2 - 5x + 6 = 0$$

$$(x-2)(x-3)$$

Jadi, koordinat titik potong terhadap sumbu x adalah $(2,0)$ dan $(3,0)$

4. Mencari titik potong grafik dengan sumbu Y

Grafik fungsi $f(x)$ memotong sumbu y , jika $x = 0$. Contoh : Tentukan koordinat titik potong fungsi kuadrat $f(x) = x^2 - 5x + 6$ terhadap sumbu y !

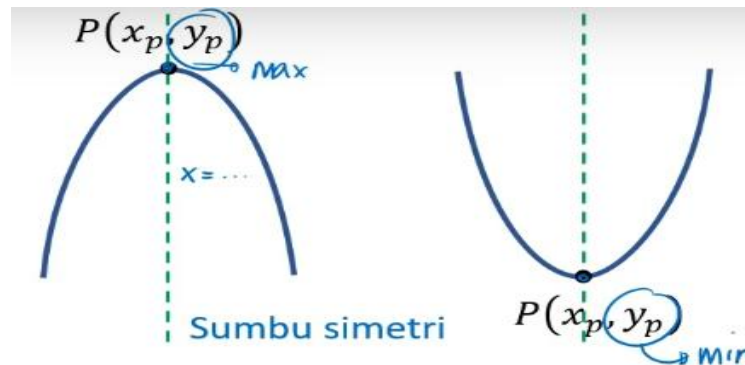
Jawab : $f(x) = x^2 - 5x + 6 = 0$

$$f(0) = 0^2 - 5(0) + 6$$

$$f(0) = 6$$

Jadi, koordinat titik potong terhadap sumbu y adalah $(0,6)$.

5. Titik Puncak/ Titik Balik/Titik Ekstrem



Gambar 2. 3 Titik puncak/ titik balik/ titik ekstern

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

$$x_p = -\frac{b}{2a} \qquad Y_p = -\frac{D}{4a}$$

$$\text{Sumbu Simetri} = x = x_p = -\frac{b}{2a}$$

$$\text{Nilai Maksimum/ Minimum} = -\frac{D}{4a}$$

4. Pembelajaran *Discovery*

Model pembelajaran *Discovery* merupakan model pembelajaran yang berbasis penemuan, dimana siswa akan lebih aktif dalam mencari tahu dari sebuah materi yang diberikan oleh guru. Teori pembelajaran penemuan *Discovery Learning* merupakan model pembelajaran yang mengubah pengajaran dari berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa, dengan Indonesia menjadi negara yang memiliki pengaruh besar dalam penelitian pembelajaran matematika (Muhammad et al., 2023).

Peningkatan kemampuan penalaran matematika siswa yang diajarkan dengan model *Discovery Learning* lebih baik daripada model pembelajaran konvensional (Safrida, Ikhsan and Hajidin, 2019). (Rahma et al., 2023) mengatakan bahwa strategi pengajaran pembelajaran penemuan berguna bagi siswa dan mengarah pada eksplorasi materi pembelajaran mereka sendiri yang lebih tertantang dan termotivasi, sehingga membuat mereka merasa lebih puas.

Muhammad et al., (2023) mengatakan pembelajaran Penemuan melibatkan enam langkah: stimulasi, identifikasi masalah, pengumpulan data, pemrosesan data, verifikasi, dan penarikan kesimpulan. Dari beberapa pendapat di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa Pembelajaran *Discovery* merupakan sebuah model pembelajaran yang menurut siswa aktif, yang dimana siswa lebih banyak berperan untuk mencari tahu sendiri mengenai materi pembelajaran yang diberikan oleh guru.

5. Langkah-Langkah Penemuan Model *Discovery*

Langkah-langkah dalam menerapkan model pembelajaran *Discovery* (penemuan) secara umum sebagai berikut:

1) Stimulus (*Stimulation*)

Pada kegiatan ini guru memberikan stimulan, dapat berupa bahan bacaan, gambar, dan cerita sesuai dengan materi pembelajaran yang akan dibahas, sehingga siswa mendapat pengalaman belajar melalui kegiatan membaca, mengamati situasi atau melihat gambar.

2) Identifikasi Masalah (*Problem Statement*)

Pada tahap ini, siswa diharuskan menemukan permasalahan apa saja yang dihadapi dalam pembelajaran, mereka diberikan pengalaman untuk menanya, mengamati, mencari informasi, dan mencoba merumuskan masalah.

3) Pengumpulan Data (*data collecting*)

Pada tahap ini siswa diberikan pengalaman mencari dan mengumpulkan data/informasi yang dapat digunakan untuk menemukan alternatif pemecahan masalah yang dihadapi. Kegiatan ini juga melatih ketelitian, akurasi, dan kejujuran serta membiasakan siswa untuk mencari atau merumuskan berbagai alternatif pemecahan masalah.

4) Pengolahan Data (*data processing*)

Kegiatan mengolah data akan melatih siswa untuk mencoba dan mengeksplorasi kemampuan konseptualnya untuk diaplikasikan pada kehidupan nyata, sehingga kegiatan ini juga akan melatih keterampilan berpikir logis dan aplikatif.

5) Verifikasi (*verivication*)

Tahap ini mengarahkan siswa untuk mengecek kebenaran dan keabsahan hasil pengolahan data melalui berbagai kegiatan, antara lain bertanya kepada teman, berdiskusi, mencari berbagai sumber yang relevan, serta mengasosiasikannya sehingga menjadi suatu kesimpulan.

6) Generalisasi (*generalization*)

Pada kegiatan ini siswa digiring untuk menggeneralisasikan hasil simpulannya pada suatu kejadian atau permasalahan yang serupa, sehingga kegiatan ini juga dapat melatih pengetahuan metakognisi siswa.

6. *GeoGebra* sebagai Alat Pembelajaran Fungsi Kuadrat

GeoGebra adalah perangkat lunak open-source yang membantu siswa belajar matematika dengan menggabungkan visualisasi geometri, aljabar, dan kalkulus (Juandi et al., 2021). Program *GeoGebra* dapat diunduh dan digunakan bebas oleh pengguna berkat lisensi GNU (*General Public License*). Java adalah mesin virtual yang diinstal secara otomatis pada *GeoGebra*, memungkinkan perangkat lunak ini berfungsi pada berbagai sistem operasi seperti *Windows*, *Linux*, dan *Macintosh*. *GeoGebra* membantu siswa mengaitkan konsep matematika dengan aplikasi dunia nyata. Dengan menggunakan *GeoGebra*, siswa dapat memvisualisasikan konsep matematika dengan lebih mudah, yang pada gilirannya memperdalam pemahaman mereka terhadap materi yang sedang dipelajari (Rohman, 2023).

Selain itu, *GeoGebra* memungkinkan pengguna untuk memasukkan rumus fungsi dan titik koordinat langsung melalui bar input, menyelesaikan berbagai masalah terkait fungsi tertentu, seperti mencari akar, titik ekstrim, dan sebagainya, serta menghitung nilai turunan dan integral dari fungsi. Karena kemampuannya ini, *GeoGebra* merupakan alat

yang ideal untuk menampilkan objek geometri secara langsung. *GeoGebra* menggabungkan konsep analisa geometri dinamis dengan bidang aljabar dan matematika, dan antar mukanya sangat sederhana dan mudah digunakan. Selain itu, *GeoGebra* menawarkan kemampuan analisis geometri, aljabar, dan kalkulus yang terintegrasi. *GeoGebra*, yang dirancang khusus untuk tujuan pendidikan, memungkinkan guru dan siswa untuk melakukan eksperimen, menyusun masalah, dan mengeksplorasi bidang geometri baik di rumah maupun di sekolah. Selain itu, sistem komputer dapat digunakan secara bersamaan untuk melakukan penelitian interaktif tentang aljabar dan geometri.

Tampilan *GeoGebra* terdiri dari beberapa bagian utama:

1. **Menu** : Terletak di bagian atas, menu ini mencakup opsi seperti File, Edit, View, Optin, dan Help.
2. **Tool Bar** : Terletak di baris kedua, berisi ikon-ikon (simbol) yang digunakan untuk berbagai fungsi dan alat.
3. **Jendela Kiri** : Menampilkan objek-objek bebas dan objek-objek terikat, serta bentuk aljabar.
4. **Jendela Kanan** : Menampilkan grafik yang dihasilkan dari konstruk geometri dan gungsi.
5. **Bilah Masukan** : Terletak di kiri bawah, digunakan untuk memasukkan perintah dan rumus.
6. **Bilah Fungsi** : Menampilkan daftar fungsi yang tersedia.

7. **Bilah Simbol** : Menampilkan daftar perintah yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat lunak.

8. **Bilah Perintah**: Menampilkan daftar perintah yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat lunak.



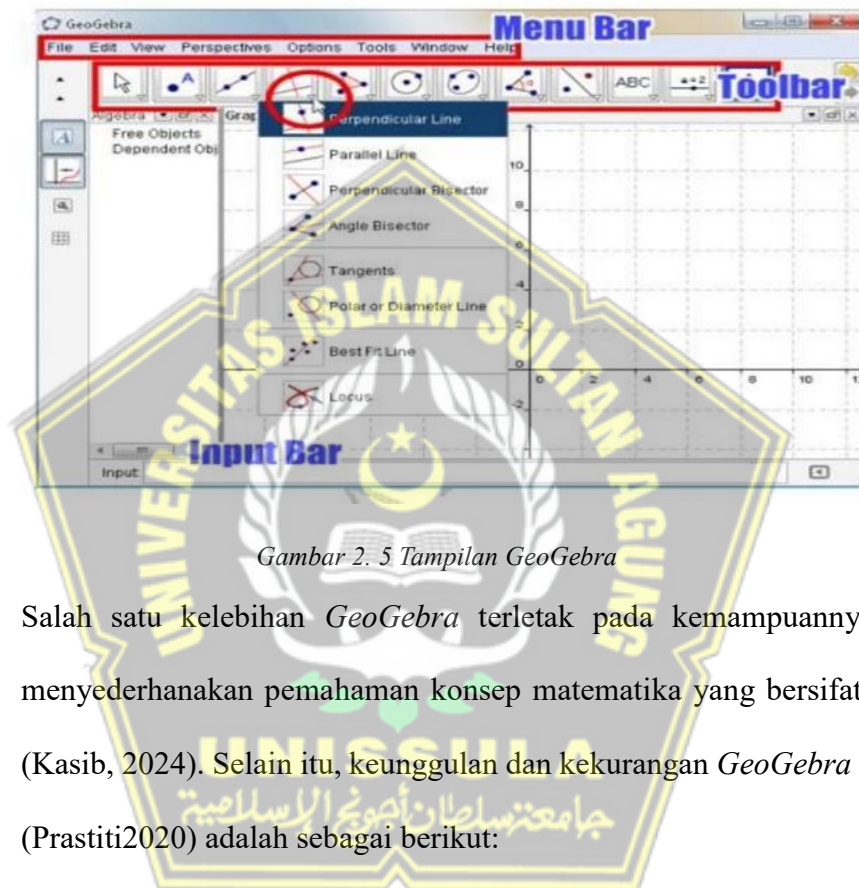
Gambar 2. 4 Tampilan GeoGebra

Menu utama *GeoGebra* dari beberapa opsi utama sebagai berikut:

- a. *File* : Digunakan untuk membuat, membuka, menyimpan, dan mengeksport file, serta keluar dari program.
- b. *Edit* : Digunakan untuk mengedit lukisan atau konstruksi geometri yang telah dibuat.
- c. *View* : Digunakan untuk mengatur tampilan, seperti mengubah cara jendela dan elemen ditampilkan.
- d. *Option* : Digunakan untuk mengatur ukuran huruf, jenis objek geometri, dan berbagai preferensi lainnya.

- e. *Help* : Menyediakan petunjuk teknis dan informasi tentang cara menggunakan *GeoGebra*.

Berbagai menu selengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2. 5 Tampilan *GeoGebra*

Salah satu kelebihan *GeoGebra* terletak pada kemampuannya untuk menyederhanakan pemahaman konsep matematika yang bersifat abstrak (Kasib, 2024). Selain itu, keunggulan dan kekurangan *GeoGebra* menurut (Prastiti2020) adalah sebagai berikut:

Beberapa keunggulan *GeoGebra* :

1. Gratis, aplikasi *GeoGebra* tersedia tanpa biaya.
2. Kompatibel dengan berbagai sistem operasi (Windows, MacOS, Linux).
3. Mendukung lebih dari 40 bahasa, termasuk bahasa Indonesia.
4. Mudah digunakan, dengan setiap tombol dan langkah disertai dengan panduan penggunaan.

Sementara itu, terdapat juga beberapa kekurangan dari *GeoGebra* :

1. Kapasitas terbatas hanya 5 MB, sehingga tidak mampu menangani animasi dengan ukuran besar
2. Memerlukan *Java Runtime Environment* (JRE) untuk dapat beroperasi dan tidak dapat berjalan sendiri.

GeoGebra membantu siswa mempelajari berbagai aplikasi matematika, termasuk grafik, geometri, statistika, dan kalkulus, serta memudahkan mereka memahami konsep matematika abstrak. Oleh karena itu, sangat dianjurkan bagi siswa untuk belajar matematika karena dapat meningkatkan keterampilan kognitifnya, termasuk penalaran kritis, berpikir kreatif, dan komunikasi.

2.2 Penelitian yang Relevan

Adapun penelitian sebelumnya yang relevan yaitu penelitian oleh Ratih Handayani dan Eka Wiwik Sulistiawati dengan judul “Penerapan Pembelajaran Kolaboratif Pada Mata Pelajaran Matematika Di SMKN 1 Kotabumi” dilaksanakan di kelas yang diikuti oleh 34 siswa yang terdiri 8 kelompok. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 orang, kecuali 2 kelompok yang terdiri dari 5 orang. Pembelajaran dilaksanakan sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran yang telah disusun. Proses pembelajaran di kelas dilaksanakan dengan proses kolaborasi antara guru mitra dan dosen pelaksana. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan untuk 2 kompetensi dasar dan dilakukan dalam 8 kali pertemuan.

Pada pembelajaran kolaboratif ini, siswa akan diajarkan oleh 2 orang guru yang keduanya dapat menjadi sumber belajar sekaligus fasilitator dalam pembelajaran. Yang berkolaborasi tidak hanya guru mitra dan dosen pelaksana, tetapi juga siswa akan berkolaborasi satu sama lain untuk berdiskusi menyelesaikan Lembar Kerja yang dibagikan. Jika dalam kelompoknya mengalami kesulitan, siswa diperbolehkan untuk bertanya kepada kelompok lain. Apabila semua kelompok mengalami kesulitan baru dipersilahkan bertanya kepada guru. Setiap di akhir pembelajaran, baik dosen pelaksana maupun guru mitra mengisi jurnal refleksi yang hasilnya akan digunakan untuk perbaikan di pertemuan berikutnya. Hasil refleksi tersebut digunakan sebagai perbaikan pada pertemuan berikutnya, yaitu untuk meningkatkan keaktifan dosen sebagai guru di kelas. Selain itu juga untuk mendesain pembelajaran agar peserta didik lebih aktif saat berdiskusi dalam kelompok dan mampu menciptakan pembelajaran yang menyenangkan dan interaktif agar siswa tidak pasif dan kaku.

Berdasarkan hasil amatan pada jurnal refleksi dosen maupun jurnal refleksi guru maka penerapan pembelajaran kolaboratif pada mata pelajaran matematika di SMKN 1 Kotabumi dapat membantu dosen dan guru untuk saling belajar mendesain pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan lokal. Hal ini akan digunakan sebagai bahan untuk mengembangkan kurikulum di program studi pendidikan matematika khususnya, dan STKIP Muhammadiyah Kotabumi sebagai LPTK yang menghasilkan lulusan sebagai tenaga pendidik umumnya. Pada akhirnya Penerapan pembelajaran kolaboratif pada mata

pelajaran matematika di SMKN 1 Kotabumi mem berikan peningkatan kualitas pada STKIP Muhammadiyah Kotabumi, dosen, guru, dan juga siswa.

Kedua, penelitian oleh (Moko,dkk. 2022) dengan menggunakan metodologi kualitatif, dengan judul “ Penerapan Model Discovery Learning dengan *software GeoGebra* Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika”. Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas IX B MTsN 5 Sleman yang berjumlah 32 siswa. Hasil belajar matematika siswa dapat ditingkatkan dengan menggunakan *software GeoGebra* dengan model pembelajaran *Discovery*, sesuai dengan temuan penelitian ini. Hal ini ditunjukkan dengan temuan penilaian formatif siklus I sebagai berikut: (1) Nilai rata-rata sebesar 70,50; (2) 17 siswa menyelesaikan tes; (3) Masih ada yang belum tuntas 15 siswa; dan (4) 53,10% siswa memenuhi syarat ketuntasan klasikal. Selama siklus II hasil tes formatifnya yaitu: (1) Nilai rata-rata sebesar 84,06; (2) Diselesaikan oleh 27 siswa; (3) Belum tuntas sebanyak 5 siswa; dan (4) ketuntasan klasikal sebesar 84,30% proporsi ketuntasan klasikal meningkat meningkat dari 53,10% menjadi 84,30%, terlihat dari statistik. Oleh karena itu, penelitian ini dianggap efektif berdasarkan kriteria keberhasilan yang telah ditetapkan. Dengan demikian aktivitas dan hasil belajar siswa kelas IXB MTs Negeri 5 Sleman dapat ditingkatkan dengan menggunakan *Software GeoGebra* dan model pembelajaran *Discovery*.

Penerapan model *Discovery* berbantuan *GeoGebra* dalam proses belajar matematika dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Tarbiyah and Keguruan, 2024). Temuan penelitian membuktikan bahwasanya Model

Pembelajaran *Discovery* dengan dukungan *GeoGebra* lebih unggul dibandingkan dengan pembelajaran konvensional dalam hasil belajar siswa. (A. Madeole, J. Pulukadang and M. Salajang, 2023). Berdasarkan hasil penelitian, model pembelajaran *Discovery* yang didukung *software GeoGebra* sebagai alatnya terbukti merupakan strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan menggunakan metode ini, siswa tidak hanya didorong untuk mempelajari konsep secara mandiri, tetapi juga didukung dengan visualisasi interaktif yang disediakan oleh *GeoGebra* sehingga membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik.

2.3 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan model konseptual tentang bagaimana teori yang dihubungkan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting. Kerangka berpikir mengacu pada konsep atau pola pemikiran yang digunakan untuk memberikan jawaban sementara terhadap permasalahan yang sedang diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada proses kolaborasi siswa. Dalam proses pembelajaran ini, siswa memainkan peran utama, sementara guru berfungsi sebagai fasilitator dan motivator. Salah satu tujuan utama dalam berkolaborasi dalam pembelajaran matematika adalah mengembangkan kemampuan untuk menyampaikan informasi atau representasi, baik melalui pembicaraan lisan maupun tulisan, yang melibatkan penggunaan *GeoGebra* untuk memecahkan masalah matematika materi fungsi kuadrat.

Bagan kerangka berpikir disajikan dalam gambar 2.6 yang merangkum hubungan antara proses kolaborasi siswa dalam memecahkan masalah matematika materi fungsi kuadrat melalui pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* yang digunakan peneliti dengan kemampuan representasi matematika sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

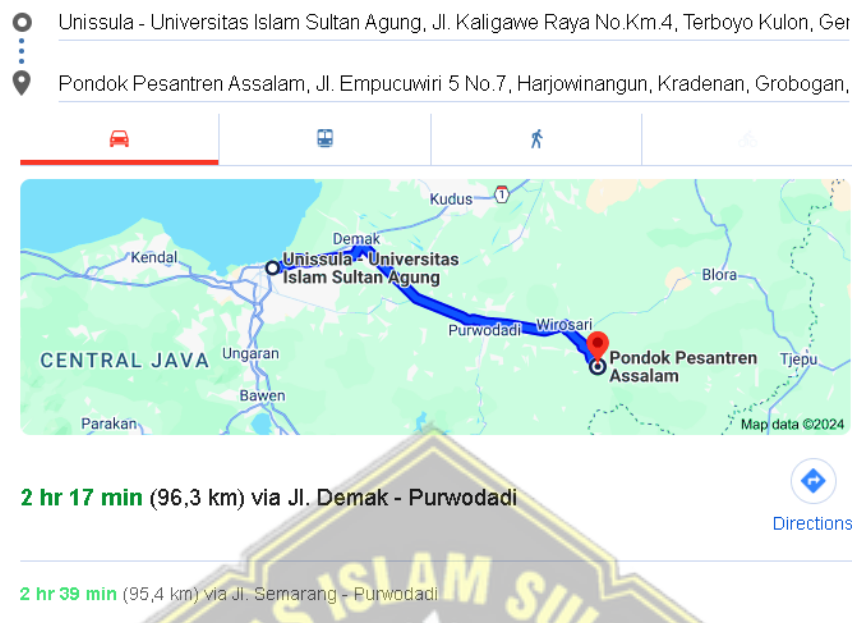
3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mendalami proses kolaborasi siswa dalam memecahkan masalah matematika materi fungsi kuadrat melalui pembejaran *discovery*.

Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis proses kolaborasi siswa dalam memecahkan masalah geometri melalui pembelajaran *discovery* yang dibantu oleh *GeoGebra*. Penelitian ini akan mengeksplorasi bagaimana siswa bekerja sama, berkomunikasi, dan saling membantu dalam memahami konsep geometri melalui alat bantu tersebut.

3.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan di salah satu Sekolah Madrasah Aliyah (MA) Assalam Kradenan Grobogan. Tepatnya di Jl. Empuciwiri 5 No. 7, Harjowinangun, Kradenan, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah 58182. Sekolah ini dipilih karena telah menerapkan teknologi dalam pembelajaran dan memiliki akses ke perangkat lunak *GeoGebra*. Penelitian akan dilakukan di ruang kelas yang dilengkapi dengan komputer dan proyektor untuk mendukung pembelajaran berbantuan teknologi. Berikut adalah gambar *GoogleMaps* jarak lokasi penelitian dengan kampus Unissula:



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

3.3 Sumber Data Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Hasil Observasi Penelitian

Hasil Observasi dalam penelitian ini meliputi data pengamatan siswa kelas X yang terlibat dalam pembelajaran matematika pada materi fungsi kuadrat menggunakan metode *discovery* berbantuan *GeoGebra* di MA Assalam Kradenan Grobogan dengani teknik *six thinking hate*.

2. Hasil Wawancara

Hasil Wawancara penelitian ini adalah guru matematika dan siswa yang mengajar di kelas X MA Assalam Kradenan Grobogan dan siswa sebagai informan yang akan memberikan wawasan tentang proses pembelajaran dan pengelolaan kelas.

3. Hasil Dokumentasi

Dokumentasi merupakan hasil kerja siswa, catatan pembelajaran, dan rekaman video selama proses pembelajaran yang akan digunakan untuk analisis data lebih lanjut.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Observasi

Peneliti akan melakukan observasi langsung terhadap interaksi siswa selama proses pembelajaran untuk mencatat dinamika kolaborasi dan cara siswa menyelesaikan masalah matematika pada materi fungsi kuadrat dengan melalui teknik *six thinking hats*.

2. Wawancara

Wawancara semi-terstruktur akan dilakukan dengan guru untuk mendapatkan informasi lebih lanjut mengenai pengalaman mereka dalam pembelajaran *discovery* dan penggunaan *GeoGebra*.

3. Dokumentasi

Mengumpulkan dokumentasi seperti catatan pembelajaran, arsip foto, dan rekaman video untuk analisis lebih lanjut.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Lembar Observasi

Digunakan untuk mencatat interaksi siswa, guru, kolaborasi, dan proses pemecahan masalah matematika pada materi fungsi kuadrat kelas X selama pembelajaran.

2. Panduan Wawancara

Berisi pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan kepada guru dan siswa untuk menggali pengalaman dan pandangan mereka tentang kolaborasi melalui pembelajaran *discovery* dan *GeoGebra*.

3. Modul Ajar Matematika

Modul ajar digunakan untuk mendukung proses pembelajaran, sebagai struktur atau panduan alur pembelajaran secara sistematis sehingga dapat memudahkan menyampaikan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran.

3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Teknik Six Thinking Hat*, teknik ini dipilih karena memberikan kerangka kerja yang sistematis dalam mengeksplorasi berbagai cara berpikir siswa. Masing-masing topi berpikir merepresentasikan pendekatan mental yang berbeda, yang secara bergantian digunakan oleh siswa dalam kelompok untuk membangun pemahaman dan mencari solusi atas permasalahan yang diberikan dalam LKS.



Gambar 3. 2 Pendekatan Problem Solving dengan model 6 topi berpikir De Bono, E. (2007)

Gambar di atas merupakan enam topi berpikir, yang menawarkan cara untuk menyelesaikan masalah dari berbagai sudut pandang. Penyelesaian masalah dengan jalan yang substansial dan bebas konflik, sehingga hasil dari proses penyelesaian masalah dapat diterapkan secara universal dan dapat diterima oleh kelompok ataupun individu terkait. Dengan demikian model cara berpikir seperti ini dapat disebut dengan pendekatan berpikir sains, karena metode berpikir yang digunakan oleh guru kerap dituntut secara konsep dan kompleks (Prasetia, 2024). Melalui penggunaan teknik *Six Thinking Hats* dalam konteks pembelajaran *Discovery* berbantuan *GeoGebra*, peneliti menemukan bahwa kolaborasi siswa tidak hanya terjadi pada tingkat teknis, tetapi juga mencakup interaksi kognitif, emosional, dan sosial. Setiap topik berpikir memberikan kontribusi terhadap keberhasilan kelompok dalam memahami konsep, mengembangkan strategi penyelesaian, serta membentuk sikap positif terhadap pembelajaran matematika secara keseluruhan.

Diungkapkan oleh (Huda, 2024) bahwa, teknik *Six think hats* sebagai alat yang kuat dalam meningkatkan kreativitas dengan cara mengatur dan memandu pemikiran dalam berbagai arah. Dengan menggunakan berbagai topi, individu atau kelompok dapat mengeksplorasi ide-ide, mengatasi hambatan, dan mencapai pemahaman yang lebih dalam, semua itu merupakan elemen penting dalam proses kreatif. Dengan menggunakan kerangka berpikir ini, kreativitas dapat dikelola dan ditingkatkan, sehingga membantu dalam pengambilan keputusan dan pengembangan ide yang inovatif.

3.7 Pengujian Keabsahan Data

Pengujian keabsahan data dilakukan agar dapat mengetahui seberapa valid data yang telah dikumpulkan oleh peneliti. Adapun teknik pengujian keabsahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah triangulasi metode. Dalam pelaksanaannya peneliti dapat menggunakan lebih dari satu teknik pengumpulan data untuk mendapatkan data yang sama yaitu dapat berupa observasi, dokumentasi, dan wawancara. Observasi dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari data yang lengkap dan valid. Dokumentasi bertujuan untuk mengambil gambar yang terkait proses kolaborasi pembelajaran dalam memecahkan masalah matematika materi fungsi kuadrat menggunakan pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra*. Triangulasi dalam penelitian kualitatif memastikan kredibilitas, keandalan, dan akurasi ilmiah yang lebih tinggi dengan memungkinkan adanya berbagai perspektif dan meminimalkan bias dari satu perspektif analitis (Santos et al., 2020).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Setelah peneliti mengumpulkan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi pembelajaran, langkah berikutnya adalah mengolah data tersebut untuk menganalisis proses kolaborasi siswa dalam memecahkan masalah matematika materi fungsi kuadrat kelas X dengan pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra*. Penelitian ini dilakukan di kelas X MA Assalam Kradenan Grobogan dari tanggal 19 sampai 23 April 2025. Peneliti melakukan kegiatan pembelajaran selama dua kali pertemuan dengan tujuan untuk mendapatkan perbedaan pada kolaborasi siswa jika pembentukan kelompoknya ditentukan. Peneliti menggunakan teknik *six thiking hate* (6 topi berpikir) untuk menganalisis secara mendalam bagaimana proses berpikir siswa berkembang selama kolaborasi dalam menyelesaikan masalah matematika.

1. Proses Kolaborasi Siswa Bebas dalam Membentuk Kelompok

Pada pertemuan pertama, guru mengenalkan materi fungsi kuadrat dan *GeoGebra* dengan model pembelajaran *discovery* berdasarkan pedoman pembelajaran pada modul ajar yang telah dibuat sebelumnya oleh peneliti.



Gambar 4. 1 Penyampaian materi

Berdasarkan kegiatan pada gambar 4.1. di atas, guru memulai pembelajaran dengan memberikan stimulan berupa tampilan gambar pada proyektor dan menjelaskan tujuan pembelajaran yang akan dipelajari di dalam kelas. Setelah pengenalan materi dan platform *GeoGebra* kegiatan selanjutnya difokuskan pada proses kolaborasi siswa yang memberikan mereka kebebasan dalam memilih anggota kelompok. Proses berkolaborasi diawali dengan guru mengintruksikan kepada siswa untuk membagi masing-masing kelompok minimal harus ada 6 orang dalam setiap kelompoknya. Kemudian guru membagikan lembar kerja siswa (LKS) yang memuat permasalahan fungsi kuadrat yang dikerjakan dengan bantuan *GeoGebra*. Berikut gambar pada saat siswa berkelompok:



Gambar 4. 2 Kelompok kolaborasi



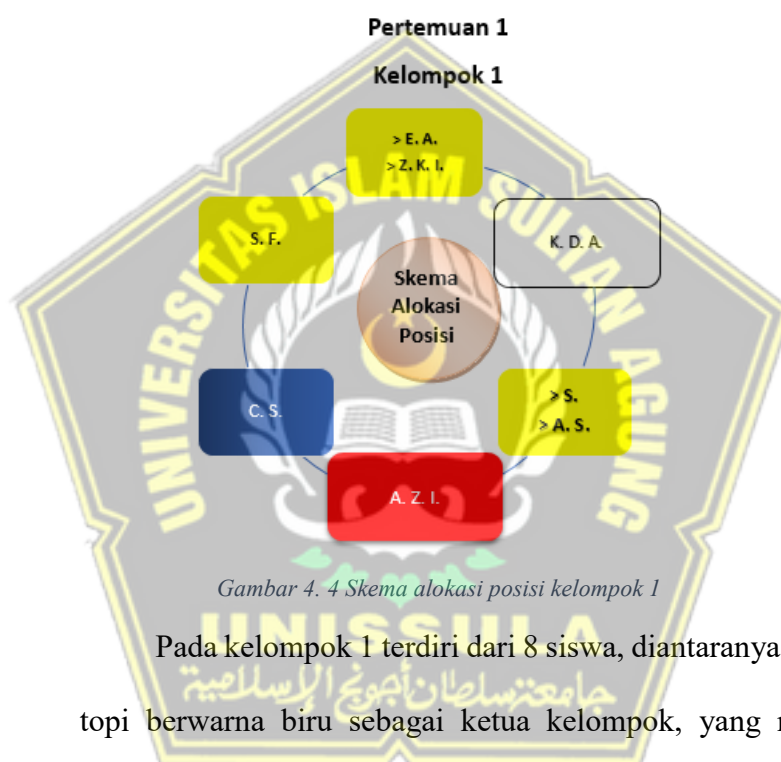
Gambar 4. 3 Kelompok kolaborasi

Berdasarkan gambar 4.2 dan 4.3, dalam satu kelas ada 23 siswa yang hadir dan terbagi menjadi tiga kelompok dengan jumlah anggota masing-masing kelompok berkisar antara 6 - 9 siswa. Dalam pembentukan kelompok tersebut, guru memberikan kebebasan kepada siswa untuk memilih anggota kelompoknya sendiri tanpa penunjukan langsung, dengan harapan dapat meningkatkan kenyamanan dan kekompakan kerja sama selama proses pembelajaran berlangsung. Kebebasan ini memungkinkan siswa untuk membentuk kelompok berdasarkan kedekatan sosial dan saling pengertian, yang pada gilirannya menciptakan dinamika kolaboratif yang lebih cair dan responsif.. Setiap kelompok menunjukkan kemampuan bekerja secara mandiri dan terarah, mulai dari menentukan strategi penyelesaian masalah, memanipulasi grafik fungsi pada *GeoGebra*, hingga menginterpretasikan hasil visualisasi secara matematis.

Akan tetapi dalam proses ini memperlihatkan bahwa pemberian kebebasan dalam memilih kelompok dapat menjadi salah satu faktor penting dalam menilai kualitas solusi yang kadang kurang mendalam karena kurang adanya perbedaan pendapat di dalam kelompok. Kolaborasi

yang diberikan kebebasan dalam memilih kelompok menghasilkan kolaborasi yang lebih santai namun kurang terstruktur. Hal tersebut dipengaruhi oleh pembagian peran di dalam kelompok yang kurang merata sehingga fokus kolaborasi kurang maksimal. Dalam prakteknya, akan diuraikan lebih jelas setiap masing-masing kelompok.

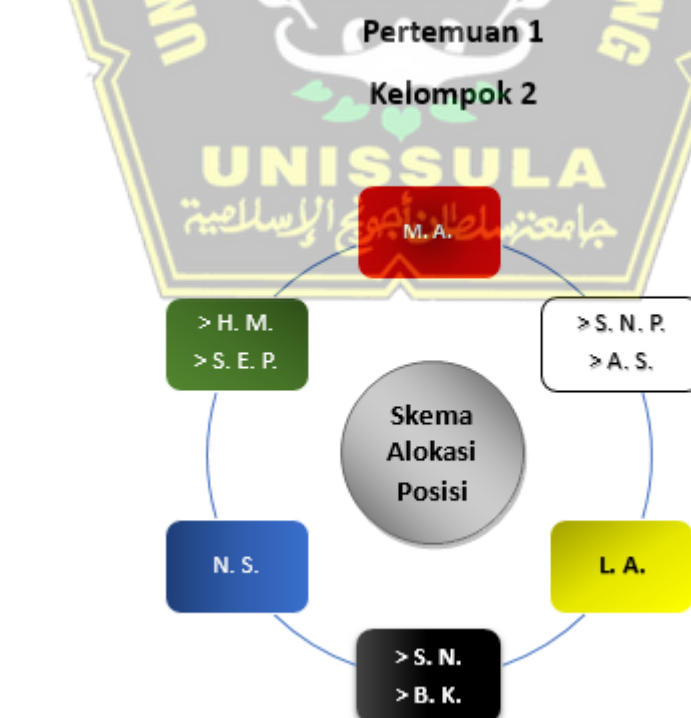
A. Analisis Kolaborasi Kelompok Pertama



Pada kelompok 1 terdiri dari 8 siswa, diantaranya C.S. mewakili topi berwarna biru sebagai ketua kelompok, yang mengkoordinir anggota kelompoknya dalam proses kolaborasi. Pada kelompok ini K.D.A. berperan sebagai notulensi ketika proses berkolaborasi. K.D.A. mencatat koordinat titik puncak, dan pola yang muncul ketika koefisien berubah. Dalam konteks ini ia berperan sebagai pengumpulan data dan fakta tujuan dari *GeoGebra* yakni mewakili peran topi warna putih. Selanjutnya, siswa yang berperan menyampaikan intuisi atau perasaan terhadap masalah adalah A.Z.I,

yang pada saat awal berdiskusi ia menyampaikan persepsi atau feeling sebelum kelompoknya mencoba memasukkan fungsi kuadrat ke dalam *GeoGebra*. A.Z.I. menyatakan bahwa nilai x^2 pada soal nomor 1 nilainya negatif (-), maka nanti grafiknya akan terbentuk ke bawah. Untuk selanjutnya, siswa dengan peran yang menunjukkan sisi positif atau keunggulan dari *GeoGebra* yang telah membantu lebih cepat dalam menyelesaikan tugas yang diberikan. Kebanyakan siswa dari anggota kelompok satu lebih banyak yang berperan sebagai topi warna kuning yang dibuktikan dengan hasil wawancara siswa terlampir. Pada kelompok 1 masih belum merata dalam pembagian peran saat kolaborasi berlangsung.

B. Analisis Kolaborasi Kelompok Dua



Gambar 4. 5 Skema alokasi posisi kelompok 2

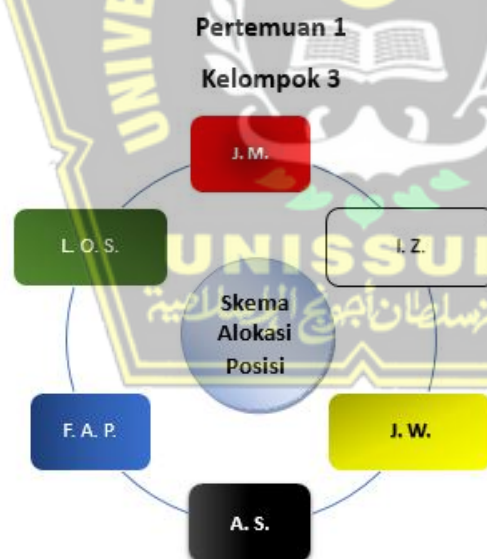
Berdasarkan skema alokasi posisi kelompok pada gambar, kelompok 2 terdiri dari 10 siswa yang duduk dalam formasi melingkar dengan strategi yang mendukung interaksi timbal balik antar anggota. N.F. yang duduk sendiri di bagian samping kiri skema, berperan sebagai topi warna biru berarti sebagai ketua kelompok. N.F. memulai percakapan dan mendorong anggota lain untuk fokus pada tujuan yaitu memahami grafik fungsi kuadrat dan menyelesaikan soal yang diberikan.

Septi dan Aghisnatus yang duduk berdampingan, aktif dalam mengamati dan mencatat data numerik dari grafik *GeoGebra*. mereka mengidentifikasi titik puncak, serta perubahan bentuk grafik berdasarkan nilai koefisien. Selanjutnya, M.A. yang berperan sebagai topi warna merah, bersebrangan dengan posisi duduk S.N. dan B.K. yang mewakili peran sebagai topi warna hitam berjiwa kritis dalam diskusi. Disamping mereka berdua ada L.A. yang menyatakan bahwa grafik pada *GeoGebra* lebih mudah dipahami daripada menggambar manual. Dalam hal ini, L.A. menunjukkan bahwa dapat menumbuhkan semangat dan optimisme dalam kelompok yang berarti dapat berperan sebagai topi warna kuning.

Dalam dinamika kolaborasi Kelompok 2 pada pertemuan pertama, H.M dan S.E.P. menunjukkan kecenderungan berpikir kreatif yang sangat menonjol, yang mencerminkan karakteristik Topi Hijau

dalam kerangka Enam Topi Berpikir (*Six thinking hats*). Mereka aktif menghadirkan ide-ide baru, pendekatan alternatif, serta solusi yang tidak terpikirkan oleh anggota kelompok lain dalam menyelesaikan soal matematika berbasis fungsi kuadrat. Selain itu, Mereka juga mendorong teman-temannya untuk mencoba beberapa variasi nilai negatif dan desimal pada koefisien fungsi agar dapat melihat secara langsung efek perubahan tersebut terhadap bentuk parabola. Inovasi ini tidak hanya memperkaya diskusi, tetapi juga membuka ruang eksplorasi yang lebih luas dalam pembelajaran berbasis teknologi.

C. Analisis Kolaborasi Kelompok 3



Gambar 4. 6 Skema alokasi posisi kelompok 3

Berdasarkan gambar 4.6, kelompok 3 terdiri dari 6 siswa. Terdiri dari J.M, I.Z., J.W., A.S., F.A.P., dan L.O.S. berdasarkan pengamatan interaksi saat proses pembelajaran matematika di kelas, masing-masing anggota menunjukkan kecenderungan peran berpikir yang

berbeda. Disini J.M. bertempat duduk di paling atas pada skema mewakili peran topi berwarna merah. Sebagai koordinator atau pemimpin diskusi, ia mengakomodasi perasaan anggota lain, dan menjaga suasana diskusi agar tetap kondusif. Jihan juga mampu merespon dengan baik ketika temannya merasa bingung saat mengoperasikan *GeoGebra*.

Sebelahnya J.M. ada I.Z. yang seringkali fokus pada data konkret dan fakta matematis. I.Z. merujuk langsung ke rumus fungsi kuadrat dan mencoba mencocokkan data hasil grafik dengan jawaban LKS. Sementara J.W. sering memberikan pandangan positif dan menyemangati kelompok saat membahas kesulitan. J.W. mengatakan bahwa penggunaan *GeoGebra* sangat membantu dan memberikan harapan bahwa kelompoknya dapat memahami fungsi kuadrat dengan lebih mudah. Ia juga mengajak teman-temannya untuk mencoba fitur-fitur baru dari *GeoGebra*. Dalam hal ini J.W. berarti berperan sebagai topi warna kuning.

Anggota kelompok selanjutnya dikatakan aktif dan berpikir kritis. A.S. seringkali mengatakan hasil grafik yang diperoleh seperti “kok grafiknya kayak begitu ya?” pada peran ini A.S. berperan sebagai topi warna hitam karena perannya sangat penting untuk kelompoknya agar lebih tetili lagi dengan hasil jawaban yang diperoleh. Sedangkan F.A.P. yang duduk di sebelahnya A.S. membantu mengatur diskusi dan membagi tugas siapa yang

mengoperasikan laptop, dan siapa yang menjelaskan hasil. Kontribusi L.O.S. membantu mendorong teman-temannya untuk lebih terlibat aktif, mencoba fitur-fitur *GeoGebra* secara eksploratif, dan meningkatkan pemahaman melalui pendekatan yang lebih visual, seperti membayangkan bentuk parabola sebagai lintasan bola atau bentuk jembatan, untuk membantu teman lebih memahami konsep fungsi kuadrat dalam kehidupan nyata.

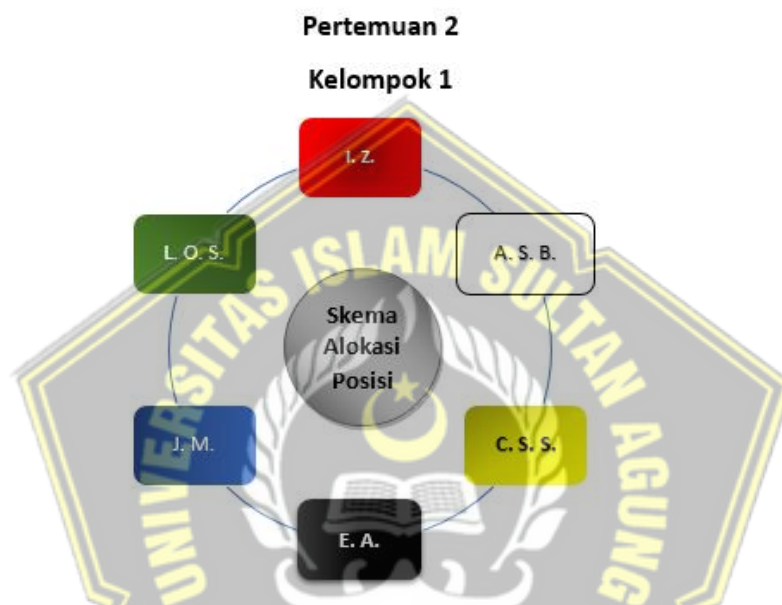
2. Poses Kolaborasi Siswa Ditentukan dalam Membentuk Kelompok

Pertemuan kedua dilaksanakan pada hari Rabu, 23 April 2025. Pada pertemuan ini guru melaksanakan pembelajaran seperti pada pertemuan pertama dengan model pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra*. Akan tetapi peneliti lebih fokus untuk mengamati bagaimana siswa berkolaborasi dalam pemecahan masalah matematika materi fungsi kuadrat melalui pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* jika pembentukan kelompoknya ditentukan.

Selama pengisian soal, beberapa siswa tampak ragu-ragu dan berhenti sejenak untuk berpikir, menunjukkan ketidakpastian dalam menilai kreativitas mereka sendiri, sementara yang lain mengisi dengan cepat dan percaya diri. Peneliti mencatat berbagai reaksi dan perilaku siswa, berusaha menciptakan suasana yang nyaman agar siswa merasa tenang. Siswa yang kebingungan diberikan penjelasan tambahan. Setelah pengisian selesai, peneliti mengumpulkan lembar jawaban untuk dianalisis dan melakukan refleksi singkat dengan siswa mengenai pengalaman mereka. Observasi ini

menunjukkan variasi tingkat kepercayaan diri siswa terkait kreativitas mereka, memberikan gambaran awal penting untuk merancang intervensi yang tepat. Pengerjaan soal berjalan lancar dan memberikan data awal berharga untuk langkah-langkah penelitian selanjutnya.

A. Analisi Kolaborasi Kelompok 1



Gambar 4. 7 Skema alokasi posisi kelompok 1

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa I.Z. memerankan topi merah dengan cukup menonjol. Beberapa kali ia mengungkapkan perasaannya selama berdiskusi, seperti rasa semangat saat diskusi berlangsung. Ia juga terbuka dalam menyampaikan rasa bingung dan memberikan dukungan emosional kepada teman yang terlihat kesulitan. Berbeda dengan peran A.S.B. sebagai topi putih yang bertanggung jawab menyampaikan data dan fakta-fakta yang mendukung penyelesaian masalah. A.S.B. memandu teman-teman kelompoknya dalam menafsirkan soal pada lembar kerja siswa (LKS), menjelaskan kembali informasi penting seperti bentuk

umum fungsi kuadrat, serta cara menentukan titik maksimum/minimum. Selain itu, ia juga menjadi referensi utama ketika kumpulan menganalisis keakuratan informasi yang digunakan.

Pada topi berwarna kuning diperankan oleh C.S.S., dimana memainkan peran penting sebagai pendorong semangat dan penyemai optimisme dalam kelompok. Ia sering memberikan dukungan secara verbal seperti "Ayo kita pasti bisa kok, tinggal ulangi langkahnya," atau "Kalau salah, tinggal kita perbaiki bareng-bareng." C.S.S juga menunjukkan kepercayaan yang tinggi terhadap kemampuan kelompoknya, sehingga saat kelompok menemukan kesalahan, ia tidak menyalahkan anggota lain, melainkan memotivasi untuk segera mencari solusi. Sedangkan E.A. menyimpulkan apakah hasil grafik sesuai dengan perhitungan manual yang dilakukan sebelumnya. Ia mengingatkan kelompok untuk lebih teliti dalam menuliskan nilai variabel, dan meminta untuk tidak terburu-buru menyimpulkan hasil. Dengan sikap kehati-hatian ini, kesalahan-kesalahan kecil dapat segera dikoreksi dan tidak berlarut-larut.

Sebagai ketua kelompok, J.M. memegang peran topi biru dengan sangat baik. J.M. mengatur alur diskusi, membagi tugas kepada anggota kelompok, dan memastikan bahwa semua peran berjalan sesuai fungsinya. Ia juga mengontrol waktu agar kelompok tetap fokus menyelesaikan tugas dalam durasi yang tersedia. Pada akhir diskusi, J.M. memimpin penyimpulan dan menyatukan hasil

kerja kelompok kepada guru. Kemudian L.O.S. tampil sebagai anggota yang inovatif dan kreatif. Ia mengusulkan pendekatan alternatif untuk memahami bentuk grafik fungsi kuadrat dengan menggunakan analogi sehari-hari, seperti menyamakan parabola dengan bentuk payung yang terbalik untuk fungsi negatif. Selain itu, L.O.S. mengeksplorasi fitur *GeoGebra* seperti "*trace point*" dan "*animation*" untuk membuat visualisasi parabola yang interaktif, sehingga memudahkan kelompok dalam memahami dinamika perubahan grafik terhadap nilai koefisien A, B, dan C. Perannya sangat membantu kelompok dalam memahami konsep melalui pengalaman visual.

Secara keseluruhan, teknik implementasi *Six Thinking Hats* dalam proses kolaboratif kelompok 1 pada pertemuan kedua menunjukkan peningkatan partisipasi dan efektivitas pemecahan masalah. Siswa tidak hanya terlibat secara kognitif tetapi juga afektif, sosial, dan metakognitif. Kolaborasi ini memperkuat pemahaman konsep fungsi kuadrat dan meningkatkan keterampilan kerja sama tim.

B. Analisis Kolaborasi Kelompok 2



Gambar 4. 8 Skema alokasi posisi kelompok 2

Kelompok 2 menunjukkan kerja sama yang baik dengan membagi peran berdasarkan metode *six thinking hats*. Metode ini memungkinkan setiap siswa berpikir dari perspektif yang berbeda untuk menyelesaikan permasalahan matematika secara efektif dan kolaboratif. Berdasarkan gambar 4.16. skema alokasi kelompok 2, Z.K.I. menjadi representasi dari ekspresi emosional kelompok. Z.K.I. secara terbuka menyampaikan perasaan gelisah saat awal berdiskusi, karena pengaruh teman kelompok yang ditentukan oleh guru membuat ia menjadi canggung. Namun Z.K.I. juga mampu menunjukkan antusiasme ketika grafik parabola muncul dengan tepat. Perannya mendorong empati dan saling pengertian dalam kelompok, serta memperkuat keterbukaan dalam komunikasi.

Dua siswa di sebelahnya yaitu J.W. dan S.N. fokus pada menyampaikan fakta dan informasi penting dalam menyelesaikan soal LKS. Mereka membacakan rumus, mengutip langkah-langkah, dan mencocokkan hasil manual dengan tampilan *GeoGebra*. Sedangkan N.S. berperan penting sebagai pemotivasi kelompok. Saat ada kendala teknis atau kesulitan dalam membaca grafik, N.S. memberikan sikap optimis yang dapat membantu menjaga semangat dan kekompakan kelompok seperti “pasti bisa kok, ayo kita coba ulangi lagi”. Untuk L.S. dan A.N. mereka berperan sebagai pengritik yang membangun, yang digambarkan sebagai peran topi hitam. Dalam kelompok 2 ini L.A. mengekstrak hasil yang tidak sesuai logika dan mengingatkan anggota untuk memeriksa ulang input *GeoGebra*. Sedangkan A.S. memverifikasi apakah semua elemen fungsi kuadrat telah digunakan dengan benar. Peran ini penting dalam menjaga akurasi dan ketelitian.

Sebagai pemimpin diskusi, A.Z.I. mengatur komunikasi yang membagi tugas seperti siapa yang menginput data, siapa yang menjelaskan, dan siapa yang mencatat. A.Z.I. juga membantu menyimpulkan hasil akhir dari diskusi. Kepemimpinannya membuat kelompok berjalan terstruktur dan efisien. Kemudian S.F. dan B.K., mereka memberikan ide kreatif, seperti mengusulkan penggunaan fitur di *GeoGebra* untuk melihat perubahan bentuk parabola berdasarkan koefisien A, B, C. Mereka juga memberikan saran visualisasi ulang

grafik dengan warna yang berbeda agar lebih mudah dipahami teman kelompok yang lain.

Kolaborasi kelompok 2 berjalan efektif dengan pembagian peran berdasarkan teknik *six thinking hats* secara merata membuat proses diskusi lebih fokus, saling melengkapi, dan produktif. Penggunaan *GeoGebra* sebagai media bantu memberikan pemahaman visual yang kuat tentang bentuk grafik fungsi kuadrat, serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa:

C. Analisis Kolaborasi Kelompok 3



Gambar 4. 9 Skema alokasi posisi kelompok 3

Berdasarkan gambar 4.9. skema alokasi posisi kelompok 3, masing-masing anggota terlihat aktif dan berpartisipasi sesuai dengan keunikan dan kecenderungan berpikir mereka. Pendekatan *six thinking hats* diterapkan untuk memahami dinamika kolaborasi secara lebih menyeluruh, di mana setiap siswa merepresentasikan tipe pemikiran yang berbeda. A.S. menunjukkan empati dan kepekaan terhadap emosional dalam kelompok. Saat kolaborasi dimulai, ia menunjukkan

semangat yang tumbuh seiring kelompok mulai memahami konsep grafik fungsi kuadrat. Dengan nada yang lembut dan sikap terbuka, A.S. menyampaikan perasaan lega dan senang ketika kelompok mereka berhasil menggambar grafik dengan *GeoGebra*.

K.D.A. dan H.M. berperan dalam menyampaikan informasi faktual yang dibutuhkan. Mereka memandu teman-temannya dalam mencocokkan hasil *GeoGebra* dengan hitungan manual. Sedangkan S. dan S.N.R. menunjukkan sikap positif sepanjang proses kolaboratif. Ketika ada anggota yang bingung memahami grafik parabola, mereka menyemangati dengan kata-kata seperti, “tenang, nanti juga paham kalau dilihat dari grafiknya,” optimisme ini meningkatkan motivasi dan menjaga keberlangsungan kerja sama tim.

Pada topi warna hitam diperankan oleh A.S., yang secara konsisten mengambil peran sebagai pengontrol kualitas dalam kelompok. A.S. menunjukkan pemikiran kritis, memberikan kritik kepada kelompoknya supaya hati-hati agar menghindari kesalahan konsep saat memasukkan nilai koefisien ke dalam *GeoGebra*. Untuk teman kelompok yang duduk di sebelahnya, ada F.A.P. yang membagi peran dan memastikan diskusi tetap berjalan terstruktur. Selain itu, juga memastikan hasil akhir yang dicapai dapat disampaikan di depan kelas secara sistematis. Peran ini sangat penting agar waktu diskusi tidak terbuang sia-sia. Dalam hal ini F.A.B. mengambil peran sebagai ketua kelompok dan mewakili peran topi warna biru.

Anggota kelompok yang berperan sebagai topi warna hijau, yaitu S.E. dan M.A., mereka seringkali mengingatkan untuk membuat warna yang berbeda untuk membedakan grafik sesuai jenis fungsi. Kreatifitas ini membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif. Setiap anggota menyampaikan pendapatnya masing-masing, dan diskusi berjalan aktif, sistematis, serta menyenangkan.

4.2. Pembahasan

1. Proses Kolaborasi Siswa Bebas dalam Membentuk Kelompok

Dalam suasana yang lebih bebas tanpa paksaan dalam memilih kelompok, teramati dinamika interaksi yang beragam. Dalam setiap kelompok siswa tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi juga membangun pemahaman melalui interaksi sosial dengan teman sebaya. Mereka belajar untuk mendengarkan perspektif orang lain, serta belajar untuk membangun argumen matematis secara bersama-sama.

Akan tetapi, beberapa kelompok menghadapi tantangan dalam pembagian tugas yang adil, komunikasi yang efektif. Pembagian kelompok secara bebas terkadang terlihat adanya anggota kelompok yang cenderung mendominasi atau justru pasif, yang dapat mempengaruhi kualitas hasil kerja siswa dan pengalaman belajar seluruh anggota seperti yang terjadi pada kelompok satu. Memberikan kebebasan dalam memilih kelompok menghasilkan kolaborasi yang lebih santai namun kurang terstruktur.

Meskipun demikian, guru hadir untuk memantau proses tersebut dengan peran sebagai fasilitator. Guru memberikan dukungan dan arahan yang dibutuhkan tanpa mengambil alih proses pemecahan masalah dari siswa. Intervensi guru dilakukan secara hati-hati, lebih bersifat pemicu pertanyaan atau pemberi umpan balik yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan merefleksikan proses kolaborasi mereka. Penggunaan *GeoGebra* pada proses kolaborasi ini menjadi media untuk berdiskusi dan berdebat tentang sifat-sifat fungsi kuadrat, seperti titik puncak, sumbu simetri, dan pengaruh koefisien terhadap bentuk grafik.



Gambar 4. 10 Kelompok Kolaborasi yang dibebaskan

Guru menerapkan pembelajaran dalam kelas menggunakan pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* untuk mengamati siswa berkolaborasi dalam memecahkan masalah matematika yang ada pada lembar kerja siswa (LKS) dengan langkah-langkah yang pertama *stimulation* (rangsangan) untuk mengajak siswa mengamati masalah kontekstual terkait dengan fungsi kuadrat, yang kedua *problem statement* (identifikasi masalah), ketiga *data collection* (pengumpulan data) dimana

siswa mulai dibagi kelompok yang di dalamnya minimal ada 6 orang. Siswa secara bebas memilih anggota kelompoknya, kemudian guru menghimbau siswa untuk mengingat kembali dan mencari informasi pendukung terkait karakteristik fungsi kuadrat. Langkah selanjutnya yang keempat yaitu *data procesing* (pengolahan data) dimana siswa secara berkelompok mendiskusikan masalah yang diberikan oleh guru dengan cara menganalisis hasil temuan informasi yang telah mereka dapatkan dari berbagai sumber. Kemudian langkah yang kelima *verification* (pembuktian) guru meminta salah satu siswa perwakilan kelompok untuk menyajikan hasil dari kegiatan berkolaborasi, sedangkan siswa yang lain memperhatikan dan menanggapi. Dan yang terakhir, langkah ke enam yaitu *generalization* (menarik kesimpulan), dalam kegiatannya guru mengajak siswa untuk melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang sudah dilalui dengan cara meminta siswa untuk menyimpulkan berdasarkan data yang telah didapat dan dianalisis bersama.

2. Proses Kolaborasi Siswa Ditentukan dalam membentuk Kelompok

Proses kolaborasi dalam kelompok yang ditentukan ini menunjukkan dinamika yang berbeda dibandingkan dengan kelompok yang terbentuk secara bebas. Pada awalnya beberapa kelompok masih memerlukan waktu lebih lama untuk beradaptasi dengan anggota kelompok yang telah ditetapkan. Proses saling memahami gaya belajar masing-masing dan membangun mekanisme kerja sama yang efektif menjadi fokus utama pada kegiatan awal berkolaborasi. Guru secara aktif

memfasilitasi proses tersebut dengan memberikan arahan yang jelas mengenai tugas yang harus diselesaikan, mendorong komunikasi antar anggota dan menekankan pentingnya kontribusi dari setiap individu dalam kelompok.



Gambar 4. 11 Kelompok Kolaborasi yang ditentukan

Selama sesi kolaborasi, guru mengamati secara seksama bagaimana siswa berinteraksi dalam kelompok yang heterogen. Diskusi yang terjadi melibatkan penjelasan konsep dari siswa ke siswa, berbagi strategi dalam menggunakan fitur-fitur *GeoGebra* untuk memvisualisasikan grafik fungsi kuadrat, dan bersama-sama mencari solusi untuk permasalahan yang diberikan dalam lembar kerja siswa (LKS). Menurut (Syafii, 2022) Keterampilan komunikasi dan kolaborasi dapat dipelajari melalui beberapa metode, tetapi cara yang paling baik adalah dengan berkolaborasi dan berkomunikasi secara langsung dengan orang lain. *Collaboration skill* sangat penting dalam kegiatan di kelas karena dapat menambah pengetahuan siswa dalam mencapai tujuan belajar.

Dalam prosesnya, tantangan juga muncul dalam kelompok yang ditentukan. Beberapa siswa merasa kurang nyaman atau lenih canggung di

awal untuk bekerja sama dengan anggota kelompok yang tidak mereka pilih sendiri. Potensi terjadinya dominasi oleh siswa tertentu atau kurangnya partisipasi dari anggota lain tetap menjadi perhatian, oleh karena itu, peran guru menjadi sangat krusial dalam memantau dinamika kelompok, dan memastikan bahwa setiap siswa memiliki kesempatan untuk berkontribusi dan belajar secara optimal. Selama proses pengerjaan tugas, dinamika interaksi dalam kelompok yang ditentukan ini menjadi fokus utama pengamatan. Terlihat bagaimana siswa membagi peran dengan baik dan lebih terstruktur. Siswa dengan pemahaman yang lebih baik mencoba membantu teman-temannya yang mungkin mengalami kesulitan dengan materi fungsi kuadrat atau penggunaan *GeoGebra*. Proses tutor sebaya ini menjadi salah satu aspek penting dalam pembelajaran kolaboratif dengan kelompok yang ditentukan., dimana pembagian tugas terjadi secara alami berdasarkan keahlian atau minat masing-masing anggota. Diskusi mendalam mengenai konsep fungsi kuadrat seringkali terjadi, dimana siswa saling bertukar interpretasi mengenai representasi grafik di *GeoGebra*, mencoba berbagai parameter untuk melihat pengaruhnya terhadap bentuk kurva, dan bersama-sama mencari solusi untuk masalah yang diberikan. Proses ini memungkinkan siswa untuk tidak hanya memahami konsep secara individual, tetapi juga untuk menginternalisasinya melalui penjelasan kepada orang lain dan melalui proses negosiasi makna dalam kelompok.

Data yang dikumpulkan selama fase ini meliputi catatan lapangan yang mendokumentasikan interaksi kelompok, strategi pemecahan masalah yang digunakan, dan tingkat partisipasi setiap anggota. Rekaman video memberikan gambaran visual yang lebih kaya tentang bagaimana siswa bekerja sama, bagaimana mereka menggunakan *GeoGebra* dalam konteks kolaborasi, dan bagaimana pemahaman mereka tentang materi berkembang seiring waktu. Analisis terhadap hasil kerja kelompok, baik berupa jawaban pada lembar kerja maupun file *GeoGebra* yang dihasilkan, memberikan informasi mengenai tingkat pemahaman konseptual dan keterampilan teknis yang dicapai oleh kelompok. Perbandingan data dari kelompok yang ditentukan dengan data dari kelompok yang terbentuk secara mandiri akan menjadi landasan penting untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh struktur kelompok terhadap proses dan hasil pembelajaran kolaboratif dalam konteks materi fungsi kuadrat dan penggunaan *GeoGebra*. Analisis ini juga akan mempertimbangkan bagaimana karakteristik kelompok yang heterogen mempengaruhi dinamika kolaborasi dan efektivitas penggunaan alat digital dalam pembelajaran matematika.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis terhadap proses kolaborasi siswa dalam pembelajaran matematika dengan pendekatan pembelajaran *Discovery* berbantuan *GeoGebra*, diperoleh kesimpulan bahwa strategi pembentukan kelompok belajar memiliki dampak yang signifikan terhadap dinamika interaksi, pembagian peran, serta efektivitas proses dan hasil belajar siswa.

1. Proses Kolaborasi Siswa Bebas dalam Membentuk Kelompok

Ketika siswa diberikan kebebasan untuk membentuk kelompoknya sendiri, terlihat bahwa mereka lebih nyaman dalam berinteraksi dan berdiskusi karena sudah memiliki kedekatan emosional atau sudah saling mengenal. Dalam situasi ini, suasana belajar menjadi lebih santai dan terbuka, serta memungkinkan siswa untuk lebih aktif menyampaikan ide dan pendapatnya dalam memecahkan masalah matematika, khususnya terkait fungsi kuadrat. Interaksi sosial yang terjadi mencerminkan kolaborasi yang alami, dimana siswa tidak hanya menerima informasi dari guru tetapi juga membangun pengetahuan melalui diskusi dengan teman sebaya.

Namun, di sisi lain, kolaborasi dalam kelompok bebas ini juga menghadapi tantangan tersendiri. Beberapa kelompok mengalami

kesulitan dalam pembagian tugas yang adil, komunikasi yang tidak merata, serta kecenderungan adanya anggota yang dominan atau sebaliknya, pasif. Kesaksian ini berdampak pada kualitas hasil kerja dan pengalaman belajar siswa secara keseluruhan. Tanpa struktur kerja yang jelas, proses kolaborasi cenderung berjalan kurang efektif dan mengandalkan permulaan individu.

Dalam konteks ini, peran guru sangat penting sebagai fasilitator. Guru tidak mengambil alih proses penyelesaian masalah, melainkan memberikan dukungan berupa arahan, pertanyaan pemantik, serta umpan balik untuk memancing pemikiran kritis siswa. *GeoGebra* berperan sebagai media diskusi yang membantu siswa untuk mengeksplorasi dan memvisualisasikan konsep-konsep matematika, seperti titik puncak, sumbu simetri, dan bentuk grafik fungsi kuadrat, yang kemudian dibahas bersama dalam kelompok.

2. Proses Kolaborasi Siswa Ditentukan dalam membentuk Kelompok

Ketika pembentukan kelompok dilakukan oleh guru, baik secara acak maupun berdasarkan pertimbangan tertentu seperti heterogenitas kemampuan akademik, proses kolaborasi siswa dalam pembelajaran menunjukkan pola kerja yang lebih terstruktur. Guru berperan penting dalam menyusun komposisi kelompok yang seimbang agar setiap anggota memiliki kesempatan yang relatif setara untuk terlibat aktif dalam diskusi dan pemecahan masalah. Meskipun pada tahap awal terdapat kendala seperti rasa ketidaknyamanan atau keterbatasan

komunikasi antaranggota yang belum akrab, siswa secara bertahap mampu beradaptasi.

Dalam kelompok yang ditentukan ini, pembagian peran dan tugas lebih jelas karena guru dapat memberikan arahan sejak awal, sehingga mendorong keterlibatan aktif dari seluruh anggota. Keberagaman karakter dan kemampuan dalam kelompok justru memperkaya proses berpikir kolaboratif, memungkinkan terjadinya diskusi yang mendalam dan pertukaran ide yang konstruktif.

Penggunaan *GeoGebra* sebagai media pembelajaran pun dimanfaatkan secara optimal dalam skema kelompok ini. Siswa mampu bekerja sama dalam mengeksplorasi fitur-fitur *GeoGebra* untuk memvisualisasikan konsep-konsep matematika, seperti fungsi kuadrat, titik puncak, dan sumbu simetri. Guru berperan sebagai fasilitator aktif yang memandu diskusi melalui penyampaian pertanyaan pemantik, pemahaman arah, dan umpan balik yang mendorong siswa untuk berpikir kritis. Dengan demikian, pembentukan kelompok oleh guru dapat menciptakan kondisi belajar yang inklusif, kolaboratif, dan berorientasi pada peningkatan pemahaman konsep.

5.2. Saran

Saran peneliti berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diuraikan, diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam peningkatan kualitas pembelajaran kolaboratif di kelas, khususnya dalam pembelajaran

matematika menggunakan pendekatan pembelajaran *discovery* berbantuan *GeoGebra* diantaranya:

1. Guru sebaiknya memilih strategi pembentukan kelompok secara fleksibel. Pembentukan kelompok yang dibebaskan dapat digunakan untuk membangun kenyamanan sosial, sementara pembentukan kelompok secara ditentukan cocok untuk pembelajaran yang lebih terstruktur dan berorientasi pada partisipasi pemerataan.
2. Guru sebaiknya terus memposisikan diri sebagai fasilitator yang aktif dalam mengkoordinir siswa dalam memberikan stimulus pemikiran kritis serta menjaga agar setiap siswa mendapatkan kesempatan yang sama untuk berkontribusi dalam berkolaborasi.
3. Siswa diharapkan dapat mengembangkan sikap tanggung jawab dan kerja sama yang baik dalam kelompok, baik saat berada dalam pilihan kelompok sendiri maupun kelompok yang ditentukan. Keterbukaan dalam komunikasi dan saling menghargai perbedaan pendapat merupakan keterampilan penting dalam proses kolaboratif.

DAFTAR PUSTAKA

- , S. S., -, B. K., & -, K. K. (2023). Integration of Independent and Collaborative Learning in Educational Settings. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 5(5), 1–7. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i05.8178>
- A. Madeole, N., J. Pulukadang, R., & M. Salajang, S. (2023). Penerapan Model Discovery Learning Berbantuan *Geogebra* Pada Materi Koordinat Kartesius Siswa Kelas VIII SMP. *Journal of Social Science and Humanities Research*, 1(2), 48–54. <https://doi.org/10.56854/jssshr.v1i2.111>
- Amalia, D., Indiaty, I., Buchori, A., & Krisnaningsih, G. (2023). Promoting mathematics problem solving ability through implementing *GeoGebra*-assisted problem based learning. *Union: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(2), 275–284. <https://doi.org/10.30738/union.v11i2.14756>
- Cotič, M., Doz, D., Jenko, M., & Žakelj, A. (2024). Mathematics education: What was it, what is it, and what will it be? *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(3), em0783. <https://doi.org/10.29333/iejme/14663>
- Hayati, Z., & Ulya, K. (2022). Developing Students' Mathematical Understanding Using *Geogebra* Software. *JURNAL ILMIAH DIDAKTIKA: Media Ilmiah Pendidikan Dan Pengajaran*, 22(2), 134. <https://doi.org/10.22373/jid.v22i2.11451>
- Inovasi, J., Berbantuan, P., & Vol, T. (2021). 683-Article Text-2899-2-10-20211119. 1(3), 226–232.
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Wijaya, T. T. (2021). A meta-analysis of *Geogebra* software decade of assisted mathematics learning: what to learn and where to go? *Heliyon*, 7(5), e06953. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
- Juliana Veva Rahmawati. (2021). Upaya Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa dengan Metode Pembelajaran Guided Note Taking Berbantuan *Geogebra*. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 3(1), 27–35. <https://doi.org/10.21009/jrpmj.v3i1.11437>
- Kasib, A. (2024). *IMPLEMENTASI CASE BASED LEARNING BERBANTUAN PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA*.
- Lestari, Sugiarto, S., & Ratnah Kurniati MA. (2023). *Systematic Literature Review (Slr) : Pemanfaatan Software Geogebra*. 6, 3275–3287.
- Maj-Tatsis, B., & Pytlak, M. (2020). Students' approaches while solving a non-typical geometrical problem. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia Ad Didacticam Mathematicae Pertinentia*, 12, 197–210. <https://doi.org/10.24917/20809751.12.9>

- Moko, V. T. H., Chamdani, M., & Salimi, M. (2022). Penerapan model Discovery Learning untuk meningkatkan hasil belajar matematika. *Inovasi Kurikulum*, 19(2), 131–142. <https://doi.org/10.17509/jik.v19i2.44974>
- Muhammad, I., Darmayanti, R., Arif, V. R., & Afolaranmi, A. O. (2023). Discovery Learning Research in Mathematics Learning: A Bibliometric Review. *Delta-Phi: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 26–33. <https://doi.org/10.61650/dpjpm.v1i1.77>
- Rahma, A. R., Putri Rezeki, Inda Lestari, & Utami Dewi. (2023). Teacher's Perception on Teaching Strategy and Its Effect Toward Students: Discovery Learning. *JADEs Journal of Academia in English Education*, 4(1), 55–70. <https://doi.org/10.32505/jades.v4i1.5232>
- Ratna Sari Dewi, A R As'ari, M. M. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Persamaan Lingkaran Menggunakan Pendekatan Saintifik Berbantuan Geogebra. *Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika*, 2(1), 10.
- Rohman, R. N. (2023). *Pengembangan Aplikasi Mathematics Mobile Learning Berbasis Android untuk Meningkatkan Literasi Numerasi Siswa pada Materi Statistika*. 1–108.
- S. Lu, H., & Smiles, R. (2022). The Role of Collaborative Learning in the Online Education. *International Journal of Economics, Business and Management Research*, 06(06), 125–137. <https://doi.org/10.51505/ijebmr.2022.6608>
- Safrida, Ikhsan, M., & Hajidin. (2019). The Implementation of Discovery Learning Model to Improve Students ' Mathematical Reasoning Skill. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 44(2), 19–25.
- Santos, K. da S., Ribeiro, M. C., de Queiroga, D. E. U., da Silva, I. A. P., & Ferreira, S. M. S. (2020). The use of multiple triangulations as a validation strategy in a qualitative study. *Ciencia e Saude Coletiva*, 25(2), 655–664. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020252.12302018>
- Susanto, N. C. P., Hartati, S. J., & Standsyah, R. E. (2023). Systematic Literature Review: Application of Dynamic Geometry Software To Improve Mathematical Problem-Solving Skills. *Mathline : Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(3), 857–872. <https://doi.org/10.31943/mathline.v8i3.458>
- Huda, M. (2024) *MODEL PENGEMBANGAN KREATIVITAS MELALUI STRATEGI SIX THINK HATS PADA SISWA MA DARUN NAJAH MALANG*.
- Prasetya, A. (2024) 'KAJIAN TEORI : MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DENGAN STRATEGI SIX THINKING HATS'.
- Tarbiyah, F., & Keguruan, D. A. N. (2024). *PENGARUH MODEL DISCOVERY LEARNING BERBANTUAN GEOGEBRA TERHADAP HASIL BELAJAR GEOMETRI TRANSFORMASI SISWA SMP / MTs*.

- van Leeuwen, A., & Janssen, J. (2019). A systematic review of teacher guidance during collaborative learning in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 27(January), 71–89. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.02.001>
- Widolaksono, D. A. S., Harun, L., Ariyanto, L., & Supriyanto, A. (2023). Implementation of discovery learning model to improve student learning outcomes. *Union: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(2), 294–304. <https://doi.org/10.30738/union.v11i2.14864>
- Yiting, W. (2023). *Research on the influencing factors of primary school students' interest in mathematics learning*. 4. <https://doi.org/10.23977/appep.2023.041004>
- Ziatdinov, R., & Valles, J. R. (2022). Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in *GeoGebra* as an Effective Approach for. *Teaching and Learning STEM Topics. Mathematics*, 10(3), 398.
- Zutaah, P., Ondigi, S. R., & Miheso-O'Connor, M. K. (2023). Pre-Service Teachers' Perception of the Use of *Geogebra* in Teaching and Learning Geometry in the Colleges of Education, Ghana. *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.19166/johme.v7i1.6124>

