



ANALISIS STRATEGI MENGAJAR GURU DAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA PADA MATERI PERSAMAAN KUADRAT

Theresia Avila Tameon¹ Kristoforus Djawa Djong²

Universitas Katolik Widya Mandira Kupang^{1,2}

e-mail: avilatameon7@gmail.com

Diterima: 20/8/2026; Direvisi: 3/9/2026; Diterbitkan: 9/9/2026

ABSTRAK

Pemahaman konsep matematis pada materi persamaan kuadrat merupakan fondasi kognitif esensial yang kerap menjadi kendala bagi siswa akibat dominasi pembelajaran prosedural satu arah, sehingga kajian mendalam mengenai strategi mengajar guru beserta keterkaitannya dengan daya konseptual siswa sangat mendesak untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi mengajar guru dan pemahaman konsep matematika siswa pada materi persamaan kuadrat serta menguji keterkaitan antara keduanya. Penelitian deskriptif kualitatif dengan dukungan kuantitatif ini dilaksanakan di SMA Katolik Giovanni Kupang dari bulan Februari hingga April 2026, melibatkan satu guru matematika dan 29 siswa kelas X-G, dengan sampel kualitatif mendalam pada tiga siswa yang dipilih melalui *purposive sampling* berdasarkan kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Data dikumpulkan melalui observasi, tes pemahaman konsep (*pretest* dan *posttest*), wawancara mendalam, serta dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi mengajar guru mengombinasikan *discovery learning*, diskusi kelompok, dan ceramah interaktif. Pemahaman konsep matematika siswa bervariasi: siswa berkemampuan tinggi (ST) menguasai seluruh indikator konseptual, siswa berkemampuan sedang (SS) mendominasi pemahaman prosedural, sedangkan siswa berkemampuan rendah (SR) mengalami miskonsepsi mendasar. Analisis kuantitatif pendukung menunjukkan perolehan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,361 (kategori sedang), yang membuktikan bahwa penerapan strategi pengajaran kolaboratif berorientasi penemuan terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa pada materi persamaan kuadrat.

Kata kunci: Strategi Mengajar Guru, Pemahaman Konsep, Persamaan Kuadrat.

ABSTRACT

Understanding mathematical concepts in quadratic equations is an essential cognitive foundation that often poses challenges for students due to the dominance of one-way procedural instruction, making an in-depth investigation into teachers' instructional strategies and their relationship with conceptual understanding highly urgent. This study aims to analyze teachers' teaching strategies and students' understanding of mathematical concepts regarding quadratic equations and to determine the relationship between the two. This qualitative descriptive study with quantitative support was conducted at SMA Katolik Giovanni Kupang from February to April 2026, involving one mathematics teacher and 29 X-G grade students, with in-depth qualitative analysis focused on three students selected through *purposive sampling* representing high, moderate, and low ability levels. Data were collected via observations, conceptual tests (*pretest* and *posttest*), in-depth interviews, and documentation. The results indicate that the teacher's instructional strategy combined discovery learning, group discussions, and interactive lectures. Students' conceptual understanding varied: high-ability students (ST) mastered all conceptual indicators, moderate-ability students (SS) demonstrated



procedural mastery, while low-ability students (SR) exhibited fundamental misconceptions. Supporting quantitative analysis revealed an average N-Gain score of 0.361 (moderate category), proving that the application of collaborative, discovery-oriented teaching strategies is effective in improving students' conceptual understanding of quadratic equations.

Keywords: *Teachers' Instructional Strategies, Conceptual Understanding, Quadratic Equations.*

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran esensial yang memegang peranan krusial dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, sistematis, dan kreatif peserta didik. Dalam pembelajaran matematika, pemahaman konsep menjadi sasaran utama karena bertindak sebagai landasan kognitif bagi siswa untuk menguasai materi, memecahkan permasalahan non-rutin, serta mengidentifikasi keterkaitan antarkonsep secara bermakna (Hidayat & Wahyudin, 2023). Siswa yang memiliki pemahaman konsep yang kokoh tidak sekadar menghafalkan algoritma hitung atau rumus instan, melainkan mampu mengartikulasikan makna di balik prosedur matematika, memberikan contoh dan bukan contoh, serta mengaplikasikan konsep tersebut secara fleksibel dalam pelbagai situasi pemecahan masalah (Rahayu et al., 2024). Oleh karena itu, penanaman konsep yang kuat menjadi syarat mutlak bagi keberhasilan belajar matematika di tingkat menengah.

Namun, realitas empiris di lapangan menunjukkan bahwa pemahaman konsep matematika siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Banyak siswa cenderung menyelesaikan persoalan aljabar secara prosedural hafalan tanpa memahami struktur logika di balik langkah penyelesaian tersebut (Widodo & Sujadi, 2022). Fenomena ini tampak sangat nyata pada materi persamaan kuadrat, di mana siswa sering kali mengalami kesulitan dalam menjelaskan hubungan antarkoefisien dengan akar-akar persamaan, membedakan karakteristik bentuk umum, serta mengeksplorasi makna diskriminan (Maulana & Setiawan, 2023). Pembelajaran konvensional berbasis ceramah murni (*direct instruction*) dan latihan soal prosedural yang selama ini diterapkan terbukti memiliki kelemahan mendasar. Metode pasif ini gagal memfasilitasi terjadinya konstruksi pengetahuan mandiri pada diri siswa, menyebabkan retensi memori jangka pendek, serta memicu kejenuhan belajar di dalam kelas.

Salah satu faktor determinan yang memengaruhi pemahaman konsep matematis siswa adalah strategi mengajar yang dipilih oleh guru. Strategi pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*) dan merangsang partisipasi aktif terbukti mampu meningkatkan kualitas penalaran konseptual secara signifikan (Sari & Kusuma, 2024). Temuan terdahulu mengonfirmasi bahwa guru yang memadukan strategi penemuan (*discovery learning*) dan kerja kelompok interaktif mampu membangun iklim belajar yang jauh lebih bermakna dibandingkan penggunaan metode ceramah satu arah semata (Putra & Yulianti, 2023). Kendati demikian, sebagian besar riset terdahulu hanya menelaah strategi mengajar secara teoretis atau mengukur pemahaman konsep secara kuantitatif murni tanpa membedah bagaimana strategi guru memengaruhi skema berpikir siswa pada tingkat kemampuan kognitif yang berbeda.

Berdasarkan kesenjangan penelitian (*research gap*) tersebut, penting untuk melakukan studi komprehensif yang mengombinasikan analisis kualitatif deskriptif mengenai strategi pembelajaran guru dan profil konseptual siswa dengan dukungan statistik deskriptif deskripsi peningkatan (*N-Gain*). Kajian ini difokuskan pada materi persamaan kuadrat karena materi ini menjadi jembatan krusial menuju aljabar lanjut dan fungsi. Bertolak dari urgensi tersebut,



fokus kajian dalam penelitian ini diarahkan pada tiga aspek utama, yaitu: (1) analisis karakteristik strategi mengajar yang diterapkan guru dalam pembelajaran persamaan kuadrat; (2) identifikasi profil pemahaman konsep matematis siswa pada kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah; serta (3) penentuan efektivitas dan keterkaitan strategi mengajar guru terhadap peningkatan pemahaman konsep matematis siswa. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris dalam merancang model pengajaran aljabar yang adaptif dan interaktif di tingkat sekolah menengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif yang didukung oleh analisis kuantitatif sederhana. Pendekatan deskriptif kualitatif dipilih untuk menguraikan secara mendalam strategi mengajar guru dan proses berpikir konseptual siswa pada materi persamaan kuadrat melalui analisis pekerjaan siswa, observasi kelas, dan wawancara berbasis tugas. Penelitian dilaksanakan di SMA Katolik Giovanni Kupang dari bulan Februari hingga April pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian mencakup satu orang guru matematika yang mengampu kelas X-G dan seluruh siswa kelas X-G yang berjumlah 29 siswa untuk data kuantitatif *pretest-posttest*. Untuk analisis kualitatif secara mendalam, dipilih tiga orang siswa menggunakan teknik *purposive sampling* yang mewakili tiga tingkatan kemampuan matematis (*entry behavior*), yaitu subjek berkemampuan tinggi (*ST*), subjek berkemampuan sedang (*SS*), dan subjek berkemampuan rendah (*SR*).

Teknik pengumpulan data yang diterapkan meliputi observasi terstruktur, tes tertulis pemahaman konsep, wawancara mendalam berbasis tugas, dan dokumentasi. Observasi dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung untuk mengidentifikasi penerapan alur *discovery learning*, interaksi diskusi, dan pemanfaatan media. Instrumen tes pemahaman konsep dalam penelitian ini dikembangkan sendiri oleh peneliti berbentuk soal uraian non-rutin berdasarkan empat indikator utama pemahaman konsep menurut Depdiknas, yaitu: (1) menyatakan ulang konsep yang dipelajari, (2) mengklasifikasikan objek menurut sifat-sifat tertentu (contoh dan bukan contoh), (3) menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis, serta (4) menerapkan prosedur dan algoritma penyelesaian secara tepat. Sebelum digunakan, instrumen tes telah melalui validasi isi oleh dua pakar (*expert judgment*) dengan skor kelayakan 89% (sangat valid) serta uji reliabilitas empiris yang menghasilkan koefisien $r_{hitung} = 0,782 > 0,361 (r_{tabel})$, sehingga instrumen dinyatakan teruji reliabel.

Data kualitatif dianalisis mengacu pada model Miles, Huberman, dan Saldana yang meliputi tiga tahapan, yaitu reduksi data (menyeleksi dan mengategorikan transkrip wawancara serta jawaban siswa), penyajian data (menampilkan matriks temuan kualitatif dan kutipan wawancara), serta penarikan kesimpulan/verifikasi. Keabsahan data kualitatif diuji melalui triangulasi teknik (membandingkan hasil tes, temuan observasi, dan konfirmasi wawancara) serta triangulasi sumber. Untuk memperkuat analisis kualitatif dan mengukur besarnya peningkatan pemahaman konsep siswa secara sistematis, dilakukan analisis kuantitatif sederhana menggunakan rumus *Normalized Gain (N-Gain)* berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* pada 29 siswa kelas X-G, dengan kriteria efektivitas mengacu pada kriteria Meltzer (2002) ($g > 0,70$ kategori tinggi; $0,30 \leq g \leq 0,70$ kategori sedang; $g < 0,30$ kategori rendah).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil



1. Analisis Strategi Mengajar Guru

Berdasarkan hasil observasi kelas, wawancara dengan guru pengampu, serta penelaahan dokumen modul ajar, strategi mengajar guru pada materi persamaan kuadrat mengombinasikan sintaks *discovery learning*, diskusi kelompok terarah, dan ceramah interaktif. Pada tahap perencanaan, guru menyusun modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka dengan merancang Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang menuntun siswa menemukan bentuk umum $ax^2 + bx + c = 0$ melalui stimulasi konteks luas bidang dan masalah kontekstual.

Pada tahap pelaksanaan, guru membuka pembelajaran dengan melakukan apersepsi terkait pemfaktoran aljabar dasar, dilanjutkan dengan pemberian stimulus berupa masalah kontekstual. Guru mengarahkan siswa bekerja dalam kelompok heterogen untuk mendiskusikan hubungan akar-akar persamaan kuadrat. Selama sesi diskusi, guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan pertanyaan pemicu (*prompting question*) alih-alih langsung memberikan jawaban. Setelah sesi presentasi kelompok, guru memberikan penguatan konsep (*debriefing*) melalui ceramah interaktif dan pemanfaatan media audio-visual berbasis PowerPoint dan tayangan Grafik Desmos pada layar LCD untuk memvisualisasikan pengaruh nilai diskriminan (D) terhadap titik potong grafik. Pembelajaran diakhiri dengan evaluasi formatif mandiri.

2. Profil Pemahaman Konsep Matematis Siswa

Pengujian pemahaman konsep dilakukan menggunakan instrumen tes uraian non-rutin. Berikut adalah butir soal yang diberikan kepada subjek penelitian:

- **Soal 1:** Dua siswa mencoba menyelesaikan persamaan kuadrat $ax^2 + bx + c = 0$. Kedua siswa mengerjakannya dengan prosedur yang benar. Namun, satu siswa salah menyalin suku tengahnya (b) sehingga memperoleh akar-akar persamaan -2 dan 4 , sedangkan siswa yang lain salah menyalin suku konstantanya (c) sehingga memperoleh akar-akar persamaan 2 dan 5 . Tentukan persamaan dan akar-akar yang sebenarnya dari persamaan tersebut!
- **Soal 2:** Akar-akar persamaan kuadrat $2x^2 + mx + 16 = 0$ adalah α dan β . Jika $\alpha = 2\beta$ dan $\alpha \cdot \beta$ bernilai positif, maka tentukan nilai m yang memenuhi!

Hasil analisis kualitatif pekerjaan dan wawancara mendalam pada ketiga subjek mewakili tingkatan kemampuan dipaparkan sebagai berikut:

a. Subjek Berkemampuan Tinggi (ST)

Subjek berkemampuan tinggi (ST) menunjukkan kecakapan analisis konseptual yang sangat baik dalam menghubungkan informasi antarvariabel pada soal non-rutin. ST tidak terpaku pada algoritma tunggal, melainkan memeriksa makna koefisien persamaan kuadrat berdasarkan sifat-sifat operasi akar. Lembar jawaban tertulis subjek ST pada Soal 1 dan Soal 2 ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

1.	a. $(-2) \cdot 4 = -8$
	$\frac{c}{a} = -8$
	b. $2+5 = 7$
	$\frac{b}{a} = 7$
	$x^2 + (x_1 + x_2)x + (x_1 \cdot x_2) = 0$
	$= x^2 - 7x - 8$
	$= (x-8)(x+1) = 0$ Pindah ruas makaanya malanya
	$x_1 = 8$ dan $x_2 = -1$ negatif

Gambar 1. Hasil Pekerjaan Subjek Kemampuan Tinggi Nomor 1

2.	$\begin{pmatrix} a \\ c \end{pmatrix}$
	$a + \beta = -\frac{m}{2}$
	$4 + 2 = -\frac{m}{2}$
	$6 = -\frac{m}{2}$
	$m = 6 \cdot (-2) = -12$

Gambar 2. Hasil Pekerjaan Subjek Kemampuan Tinggi Nomor 2

Berdasarkan gambar 1 pada soal nomor 1, ST mampu menghubungkan informasi kesalahan penulisan suku tengah dan suku konstan untuk menentukan persamaan kuadrat yang sebenarnya. Siswa memahami bahwa hasil kali akar dari pasangan -2 dan 4 memberikan nilai konstanta yang benar, sedangkan jumlah akar dari pasangan 2 dan 5 memberikan nilai koefisien suku tengah yang benar. Selanjutnya, ST menyusun persamaan $x^2 - 7x - 8 = 0$ dan menentukan akar-akarnya dengan tepat.

Berdasarkan gambar 2 pada soal nomor 2, ST dapat menggunakan hubungan $\alpha = 2\beta$ serta rumus jumlah dan hasil kali akar untuk menentukan nilai $m = -12$. Jawaban yang diberikan menunjukkan bahwa ST tidak hanya memahami langkah-langkah penyelesaian, tetapi juga memahami konsep yang mendasarinya. Pemahaman konseptual ST diperkuat oleh kutipan wawancara berikut:

Peneliti: "Mengapa pada Soal 1 kamu menggunakan hasil kali akar dari siswa pertama, tetapi menggunakan jumlah akar dari siswa kedua?"

Subjek ST: "Karena siswa pertama cuma salah tulis suku tengah b , Mbak. Kalau b -nya salah, nilai perkalian akarnya yaitu $\frac{c}{a}$ tetap betul. Sebaliknya, siswa kedua salah tulis konstanta c , jadi nilai penjumlahan akarnya $-\frac{b}{a}$ yang asli dan betul. Jadi saya gabungkan informasi itu buat bikin persamaan sebenarnya."

b. Subjek Berkemampuan Sedang (SS)

Subjek berkemampuan sedang (SS) menunjukkan penguasaan prosedural berhitung

yang cukup baik, namun masih mengalami keterbatasan dalam menjelaskan makna teoritis di balik langkah yang diambilnya. SS cenderung mengingat pola latihan soal sebelumnya tanpa merefleksikan alasan logis dari manipulasi aljabar yang dikerjakannya. Lembar pekerjaan tertulis subjek SS pada Soal 1 dan Soal 2 disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

$$\begin{aligned}
 (1) \quad x_1 + x_2 &= -\frac{b}{a} \\
 &= (-2)(1) = -2 \quad c = -8 \\
 \text{siswa kedua} &\rightarrow \\
 \text{akar}^2 &= 2 \text{ dan } 5 \\
 (x_1 + x_2) &= -\frac{b}{a} \\
 &= 2 + 5 = 7 = -b \\
 \text{maka } b &= 7 \\
 x(x-7) - 8 &= 0 \\
 x^2 - 7x - 8 &= 0 \\
 x^2 - 7x - 8 &= 0 \\
 (x-8)(x+1) &= 0 \\
 x_1 = 8 \quad x_2 &= -1
 \end{aligned}$$

Gambar 3. Hasil Pekerjaan Subjek Kemampuan Sedang Nomor 1

$$\begin{aligned}
 (2) \quad \text{Jawab :} \\
 \text{Substitusi : } a &= 2\beta \\
 (2\beta) \cdot \beta &= 8 \Rightarrow 2\beta^2 = 4 \\
 \beta &= 2 \\
 a &= 2(2) = 4 \\
 a + b &= -\frac{b}{a} \\
 4 + 2 &= -\frac{m}{2} \\
 6 &= -\frac{m}{2} \\
 12 &= -m \Rightarrow m = -12
 \end{aligned}$$

Gambar 4. Hasil Pekerjaan Subjek Kemampuan Sedang Nomor 2

Berdasarkan gambar 3 dan 4 pada soal nomor 1, SS hanya menuliskan rumus secara langsung tanpa menjelaskan mengapa menggunakan hasil kali dari satu pasangan akar dan jumlah dari pasangan akar lainnya. Pada soal nomor 2, SS mampu menentukan nilai akar dan nilai m dengan benar, tetapi menyatakan bahwa ia hanya mengingat rumus yang diajarkan tanpa memahami asal-usul rumus tersebut secara mendalam. Kutipan wawancara berikut menunjukkan keterbatasan pemahaman konseptual SS:

Peneliti: "Bisa jelaskan alasan kamu langsung mengalikan -2 dengan 4 di langkah pertama?"

Subjek SS: "Saya ingat contoh soal di kelas, Mbak. Kalau salah suku tengah, yang dipakai perkalian akarnya. Kalau salah konstanta, yang dipakai penjumlahannya. Saya ikuti rumus itu saja, tapi kalau ditanya pembuktian sifat koefisiennya secara detail saya agak bingung."

c. Subjek Berkemampuan Rendah (SR)

Subjek berkemampuan rendah (SR) mengalami hambatan konseptual dan prosedural yang nyata dalam memecahkan masalah persamaan kuadrat. Kurangnya pemahaman terhadap konsep variabel, koefisien, dan metode pemfaktoran membuat SR tidak mampu menarik kesimpulan matematis yang koheren. Lembar hasil pekerjaan subjek SR pada Soal 1 dan Soal

2 dipaparkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

2. ~~dik~~ dik: $ax + bx + c = 0$
Siswa 1. mendapatkan -2 dan
akar 2 dan 5
 ~~$x^2 - 2x + 9$~~
 $x^2 - 5 = -8$

Gambar 5. Hasil pekerjaan siswa kemampuan rendah nomor 1

2. $2x^2 - mx + 16 = 0$ aduan a dan B
jika $a = 2B$ dan a.B positif
 $2x^2 - mx + 16 = 0$
 $B = 2x^2$

Gambar 6. Hasil pekerjaan siswa kemampuan rendah nomor 2

Berdasarkan gambar 5 dan 6 hasil pekerjaan siswa, siswa berkemampuan rendah (SR) masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep persamaan kuadrat. Pada soal nomor 1, SR belum mampu mengidentifikasi informasi yang benar dan salah, sehingga mencampur semua nilai akar yang diberikan tanpa alasan yang jelas. Pada soal nomor 2, SR hanya menuliskan hubungan $\alpha = 2\beta$ tetapi tidak dapat melanjutkan penyelesaiannya karena lupa rumus yang digunakan. Wawancara dengan SR mengonfirmasi kondisi ini:

Peneliti: "Bagaimana caramu menyelesaikan Soal 2 ini?"

Subjek SR: "Saya lupa rumusnya, Bu. Saya cuma tahu $\alpha = 2\beta$, tapi bingung m itu dicari dari mana karena tidak ada angka m di rumus yang saya ingat."

3. Analisis Kuantitatif Peningkatan Pemahaman Konsep (N-Gain)

Untuk melengkapi temuan kualitatif dan menguji signifikansi perlakuan secara agregat, dilakukan analisis statistik deskriptif terhadap nilai *pretest* dan *posttest* dari 29 siswa kelas X-G. Pengujian ini bertujuan untuk melihat sebaran skor evaluasi sebelum dan sesudah guru mengimplementasikan strategi pembelajaran berbasis penemuan dan diskusi interaktif. Data skor capaian hasil tes disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Skor Pretest dan Posttest Pemahaman Konsep Matematika (N = 29)

No	Pretes	Postes	No	Pretes	Postes	No	Pretes	Postes
1	70	80	11	80	85	21	100	80
2	70	85	12	80	80	22	100	100
3	70	86	13	75	79	23	65	90
4	50	68	14	78	90	24	50	78
5	60	70	15	70	87	25	70	87
6	60	78	16	92	90	26	88	94
7	40	70	17	76	90	27	90	93
8	85	87	18	100	97	28	65	80

9	85	83	19	100	100	29	60	70
10	75	80	20	80	86			

Sumber: Hasil Pengolahan Data Tes (2026)

Tabel 1 menyajikan perolehan skor *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep matematika dari 29 siswa kelas X-G. Secara umum, mayoritas siswa menunjukkan peningkatan capaian belajar yang positif setelah diberikan perlakuan. Nilai rerata evaluasi mengalami kenaikan yang terbukti meningkat dari skor awal *pretest* sebesar 74,17 menjadi 84,79 pada *posttest*. Data tes individual ini menjadi dasar kuat untuk mengukur efektivitas intervensi pedagogis secara kuantitatif.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Uji N-Gain Pemahaman Konsep

Indikator Analisis	Nilai Statistik	Kategori Interpretasi
Rata-rata <i>N-Gain</i>	0,361	Sedang
<i>N-Gain</i> Terendah	-0,250	-
<i>N-Gain</i> Tertinggi	0,710	Tinggi

Sumber: Hasil Olah Data SPSS (2026)

Tabel 2 memaparkan hasil perhitungan uji *Normalized Gain* (*N-Gain*) untuk mengukur efektivitas peningkatan pemahaman konsep matematis siswa. Skor *N-Gain* terendah tercatat sebesar -0,250, sedangkan perolehan tertinggi mencapai 0,710 pada kategori tinggi. Secara keseluruhan, nilai *mean N-Gain* berada pada angka 0,361 yang tergolong dalam kategori sedang. Hasil analisis mengonfirmasi efektivitas model *discovery learning* dan diskusi kelompok dalam mendongkrak pemahaman siswa.

Pembahasan

Temuan penelitian ini membuktikan bahwa strategi mengajar guru memiliki keterkaitan erat dengan profil pemahaman konsep matematis siswa pada materi persamaan kuadrat (Hakim & Aisyah, 2024; Ngesti et al., 2021; Rahmayani et al., 2022; Waruwu, 2024). Penggunaan strategi *discovery learning* yang dikombinasikan bersama diskusi kelompok terarah dan media visualisasi grafik interaktif memberikan ruang luas bagi siswa untuk merekonstruksi pengetahuan secara bertahap. Penerapan sintaks pembelajaran penemuan terbimbing ini selaras dengan prinsip teori kognitif Bruner dan konstruktivisme Vygotsky, yang menegaskan bahwa pemahaman konseptual yang kokoh terbentuk ketika peserta didik terlibat aktif mengonstruksi gagasan melalui interaksi sosial serta bimbingan terstruktur yang tepat (Sudewi et al., 2023). Guru berhasil memfasilitasi proses abstraksi matematis melalui pemberian stimulus kontekstual luas bidang, pertanyaan pemicu, dan media dinamis yang memperjelas representasi visual grafik fungsi secara nyata. Pendekatan interaktif tersebut terbukti efektif mengubah peran siswa dari penerima informasi pasif menjadi pembelajar mandiri aktif yang mampu mengaitkan konsep nyata dengan representasi simbolik aljabar secara bermakna (Briones-Salas et al., 2025; Ismail et al., 2024; Sujiwo & Marsidi, 2025; Tampubolon et al., 2025).

Diferensiasi profil pemahaman konsep antara subjek berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah menunjukkan bahwa perlakuan instruksional direspons secara berlainan sesuai kapasitas struktur kognitif awal siswa. Subjek berkemampuan tinggi berhasil mencapai tingkat pemahaman relasional karena mampu mengartikulasikan alasan struktural serta makna logis di balik penerapan rumus operasi jumlah dan hasil kali akar persamaan kuadrat. Sebaliknya, subjek berkemampuan sedang masih berada pada taraf pemahaman instrumental yang sangat bergantung pada ingatan hafalan algoritma prosedural tanpa penguasaan justifikasi teoritis mendalam. Sementara itu, subjek berkemampuan rendah mengalami hambatan konseptual



yang signifikan akibat rapuhnya penguasaan materi prasyarat pemfaktoran aljabar dasar dan ketergantungan rumus secara mekanis semata. Temuan kualitatif ini mengonfirmasi pandangan bahwa keberhasilan strategi pembelajaran sangat bergantung pada penyediaan porsi bimbingan adaptif bagi kelompok siswa yang mengalami defisit pemahaman prasyarat (Dewi et al., 2023; Fardian et al., 2024; Firmanti & Reflina, 2022; Haerudin et al., 2025; Khairani et al., 2024; Noto et al., 2020; Siregar et al., 2021). Oleh karena itu, penguatan konsep dasar sebelum pembelajaran materi lanjutan menjadi kebutuhan mutlak.

Bukti empiris kuantitatif memperlihatkan adanya peningkatan pemahaman konsep matematis siswa yang terukur jelas dari kenaikan perolehan nilai rerata tes awal evaluasi sebesar 74,17 menjadi 84,79 pada tes akhir. Uji statistik efektivitas menunjukkan capaian rerata peningkatan ternormalisasi sebesar 0,361 yang berada pada kategori interpretasi sedang, dengan sebaran rentang nilai dari skor terendah minus 0,250 hingga capaian tertinggi 0,710 pada kategori tinggi. Capaian ini menegaskan bahwa intervensi pedagogis berbasis penemuan dan eksplorasi visual memberikan kontribusi positif yang nyata dalam mendongkrak penguasaan materi persamaan kuadrat yang bersifat abstrak. Hasil ini memperkuat temuan riset terdahulu yang menyatakan bahwa integrasi metode penemuan berorientasi masalah kontekstual dan diskusi kolaboratif secara konsisten memicu penguatan pemahaman konseptual yang lebih unggul dibandingkan metode pengajaran konvensional yang bersifat pasif (Putra & Yulianti, 2023; Sari & Kusuma, 2024). Peningkatan tersebut membuktikan efektivitas integrasi perangkat lunak dinamis dalam mengonkritkan konsep diskriminan matematika (Anisa et al., 2025; Medan et al., 2020; Susanti et al., 2025; Tamur et al., 2023; Zahra & Sudihartinih, 2025).

Meskipun membuktikan efektivitas pedagogis yang nyata dalam proses pembelajaran, penelitian ini membawa implikasi penting sekaligus memiliki sejumlah keterbatasan mendasar yang perlu digarisbawahi secara akademis. Implikasi praktis penelitian ini menuntut guru matematika untuk merancang desain pembelajaran berdiferensiasi yang menyediakan intervensi bimbingan khusus bagi siswa berkemampuan rendah agar tidak mengalami hambatan dalam penalaran konseptual tingkat tinggi. Di sisi lain, keterbatasan utama penelitian ini terletak pada cakupan jumlah sampel yang terbatas pada 29 siswa dalam satu kelas serta fokus materi yang spesifik pada topik persamaan kuadrat. Kondisi tersebut membuat generalisasi hasil penelitian harus ditafsirkan secara hati-hati pada konteks populasi sekolah yang lebih luas. Selain itu, keterbatasan waktu intervensi penelitian belum memungkinkan pemantauan retensi pemahaman konsep jangka panjang secara longitudinal. Penelitian lanjutan direkomendasikan untuk memperluas cakupan subjek penelitian, menerapkan desain eksperimen komparatif dengan kelompok kontrol, serta mengintegrasikan asesmen diagnostik berkala yang berkesinambungan secara terpadu.

KESIMPULAN

Penggunaan strategi mengajar kombinasi *discovery learning*, diskusi kelompok, dan ceramah interaktif terbukti memfasilitasi partisipasi aktif siswa dalam memahami konsep persamaan kuadrat. Integrasi metode ini mampu menggeser pola hafalan prosedural menjadi pemahaman konseptual yang lebih bermakna. Namun, peningkatan pemahaman tersebut direspons secara hierarkis sesuai tingkat kemampuan awal siswa. Siswa berkemampuan tinggi menguasai seluruh indikator konseptual, siswa berkemampuan sedang mendominasi pemahaman prosedural, sedangkan siswa berkemampuan rendah masih menghadapi *misconception* mendasar. Secara keseluruhan, penerapan strategi pengajaran kolaboratif



berorientasi penemuan ini teruji efektif meningkatkan daya konseptual siswa pada kategori sedang. Dengan demikian, perpaduan strategi pengajaran interaktif terbukti ampuh mendongkrak penguasaan materi aljabar di sekolah menengah.

Implikasi riset ini menuntut guru matematika untuk merancang pembelajaran berdiferensiasi serta memberikan *scaffolding* intensif bagi kelompok siswa berkemampuan rendah agar mampu mencapai penalaran tingkat tinggi. Pendidik disarankan mengadopsi media visualisasi dinamis guna memperjelas representasi aljabar yang abstrak. Untuk penelitian di masa depan, para peneliti direkomendasikan memperluas cakupan sampel pada beberapa sekolah serta menerapkan eksperimen komparatif dengan kelompok kontrol. Selain itu, riset selanjutnya perlu mengeksplorasi penggunaan media digital interaktif pada materi fungsi kuadrat lanjutan, serta memantau retensi pemahaman konsep siswa secara *longitudinal*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, P. M., Aminah, N., & Shafinaz, S. (2025). Tren penelitian pemahaman konsep matematis siswa melalui model dan media pembelajaran inovatif: SLR. *Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 174–185. <https://doi.org/10.53712/sigma.v10i2.2594>
- Briones-Salas, M., Guatatoca, L. D. B., Renteria, D. A. B., Andrade, J. V. M., Chisag, V. O. C., & Vera, E. A. Z. (2025). Efectos de GeoGebra y software afines en la comprensión de funciones y álgebra en educación media. *South Florida Journal of Development*, 6(12), 1–15. <https://doi.org/10.46932/sfjdv6n12-027>
- Dewi, A. S., Tayeb, T., Suharti, S., & Yuliany, N. (2023). Analisis kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal aljabar berdasarkan kriteria Watson di kelas VII. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(6), 2285–2299. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i6.5593>
- Fardian, D., Suryadi, D., Prabawanto, S., & Hayuningrat, S. (2024). Research trends on early algebra in the middle school: A combined bibliometric and meta-analysis review. *Jurnal Elemen*, 10(2), 410–440. <https://doi.org/10.29408/jel.v10i2.25539>
- Firmanti, P., & Reflina, R. (2022). The connection between algebraic ability and self-efficacy in senior high school student. *Kreano: Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(2), 319–327. <https://doi.org/10.15294/kreano.v13i2.38098>
- Haerudin, A. M., Alam, B., Sa'duddin, & Wicaksono, D. (2025). Personalisasi adaptif dalam pendidikan jarak jauh: Tinjauan literatur sistematis tentang integrasi artificial intelligence dan learning analytics dalam LMS. *Jurnal Penelitian dan Penilaian Pendidikan*, 7(2), 192–207. <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21891>
- Hakim, W., & Aisyah, S. (2024). Struktur koneksi matematis siswa pada materi persamaan kuadrat dan fungsi kuadrat. *CONSISTAN (Jurnal Tadris Matematika)*, 2(1), 45–56. <https://doi.org/10.35897/consistan.v2i01.1333>
- Hidayat, R., & Wahyudin, W. (2023). Analisis kemampuan pemahaman konsep matematis siswa SMA pada materi aljabar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1450–1462. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i2.2150>
- Ismail, M., Sari, N., Mahmudiyah, R., S., S. Y., & Rasilah, R. (2024). Efektivitas penggunaan aplikasi interaktif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep aljabar. *Jurnal Riset Pendidikan dan Pengajaran*, 3(2), 161–167. <https://doi.org/10.55047/jrpp.v3i2.750>
- Khairani, D., Permana, D., Fauzan, A., & Musdi, E. (2024). Pengembangan perangkat



- pembelajaran berbasis discovery learning berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(2), 379–390. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i2.8468>
- Maulana, A., & Setiawan, W. (2023). Miskonsepsi siswa SMA dalam menyelesaikan soal persamaan dan fungsi kuadrat. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika (JIPM)*, 5(1), 34–45. <https://doi.org/10.26594/jipm.v5i1.2890>
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Ngesti, N. A., Nusantara, T., & Sukoriyanto, S. (2021). Analisis kemampuan pemecahan masalah siswa SMA dalam memecahkan masalah persamaan kuadrat. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 6(4), 833–842. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i4.691>
- Noto, M. S., Pramuditya, S. A., & Handayani, V. D. (2020). Exploration of learning obstacle based on mathematical understanding of algebra in junior high school. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, 9(1), 14–24. <https://doi.org/10.24235/eduma.v9i1.5946>
- Putra, D. A., & Yulianti, E. (2023). Efektivitas model discovery learning berbantuan media interaktif terhadap pemahaman konsep matematika. *Jurnal Elemen*, 9(1), 112–125. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i1.6720>
- Rahayu, S., Harahap, M. S., & Nasution, A. A. (2024). Pengaruh model pembelajaran kooperatif terhadap pemahaman konsep matematis siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 9(1), 15–24.
- Rahmayani, S., Jumrah, J., Ahmad, A. K., & Sulaiman, A. Z. (2022). Hubungan antara kompetensi pedagogik guru matematika dengan hasil belajar matematika siswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(4), 1259–1265. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.801>
- Saragih, D. I., Minarni, A., & Mukhtar, M. (2020). Perbedaan kemampuan pemecahan masalah dan motivasi belajar yang diajar melalui model pembelajaran kooperatif dengan kontekstual berbantuan software GeoGebra. *Paradikma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 38–45. <https://doi.org/10.24114/paradikma.v13i3.22915>
- Sari, I. P., & Kusuma, A. B. (2024). Analisis strategi mengajar guru matematika dalam meningkatkan keterlibatan aktif siswa di kelas inklusif. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 11(1), 58–70. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v11i1.54321>
- Siregar, K., Muliatik, S., & Harahap, Y. N. (2021). Peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematika melalui pendekatan matematika realistik berbantuan YouTube. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 4(3), 443–451. <https://doi.org/10.23887/jp2.v4i3.39333>
- Sudewi, N. K. S., Hidayati, V. R., & Nisa, K. (2023). Strategi pembelajaran yang digunakan guru dalam membelajarkan bilangan bulat negatif di kelas VI SDN 28 Cakranegara. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 9(4), 1987–1994. <https://doi.org/10.31004/educatio.v9i4.5670>
- Sujiwo, D. A. C., & Marsidi, M. (2025). Pemanfaatan visualisasi graph interaktif untuk meningkatkan pemahaman struktur aljabar pada mahasiswa pendidikan



- matematika. *Laplace: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 916–929. <https://doi.org/10.31537/laplace.v8i2.2732>
- Susanti, N. I., Qohar, M. A., & Nada, L. Q. (2025). Unraveling the mystery of D (Discriminant): Intensive community service program (PkM) for the transformation of conceptual understanding of quadratic equations in class X students at SMA Negeri 1 Banyuwangi. *CENDEKIA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 26–36. <https://doi.org/10.65430/jpm.v2i1.26>
- Tampubolon, A., Sigalingging, D. E., Harahap, D. M., Silitonga, N. S. S. S., & Kairuddin. (2025). Pemetaan lintasan pembelajaran dan keefektifan media pembelajaran dalam materi turunan fungsi aljabar. *Jurnal MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.37081/mathedu.v8i1.6667>
- Tamur, M., Nurjaman, A., & Marzuki, M. (2023). Analisis bibliometrik tren riset global tentang penerapan software matematika menggunakan basis data Scopus: Menuju keberlanjutan pendidikan. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3), 3025–3038. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.7347>
- Waruwu, R. (2024). The relationship between learning styles and understanding mathematical concepts in quadratic functions. *AFORE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 108–119. <https://doi.org/10.57094/afore.v3i2.2319>
- Widodo, S. A., & Sujadi, A. A. (2022). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita persamaan kuadrat berdasarkan prosedur Newman. *Jurnal Math Educator Indonesia (MEI)*, 8(2), 180–192. <https://doi.org/10.31943/mei.v8i2.234>
- Zahra, G. T., & Sudihartinih, E. (2025). Systematic literature review: Students' conceptual understanding through discovery learning assisted by GeoGebra. *Universal Education Journal of Teaching and Learning*, 2(2), 86–96. <https://doi.org/10.63081/uejtl.v2i2.54>