E-ISSN: 3025-0994
Halaman 682-691
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026

Implementasi Software Geogebra Dalam Meningkatkan Kemampuan Matematika Siswa Pada Pembelajaran Fungsi Kuadrat Di SMA BBS Bogor

Tito Adi Dewanto[1], Hendro Prasetyo[2]

[1,2] Universitas Indraparasta PGRI, Jakarta, Indonesia
e-mail: tito@sitbbs.sch.id

Abstract

This study aims to analyze the effect of using GeoGebra software on improving students' conceptual understanding and problem-solving abilities in the topic of quadratic equations and quadratic functions. The research employed a quasi-experimental method using a Nonequivalent Control Group Design to examine the effectiveness of GeoGebra-assisted learning compared to conventional instructional methods. The population consisted of twelfth-grade students at SMA BBS, with the samples selected through cluster sampling and divided into two groups: an experimental class that implemented GeoGebra-based learning and a control class that received conventional instruction. Data were collected through pretest and posttest instruments designed to assess students' conceptual understanding and mathematical problem-solving abilities before and after the learning intervention. During the treatment, GeoGebra was utilized as a dynamic mathematical visualization tool that enabled students to explore the graphical representation, properties, and relationships of quadratic equations and functions interactively. The software also encouraged students to investigate mathematical concepts independently through experimentation and immediate visual feedback, thereby enhancing their engagement and conceptual comprehension. Data were analyzed quantitatively using appropriate statistical techniques to compare the learning outcomes of the experimental and control groups. The findings reveal that the integration of GeoGebra software significantly improves students' conceptual understanding and mathematical problem-solving abilities compared with conventional teaching methods. These results suggest that GeoGebra serves as an effective instructional medium for supporting mathematics learning by promoting active participation, deeper conceptual understanding, and more meaningful learning experiences in the study of quadratic equations and functions.

Keywords: GeoGebra; Quadratic Functions; Conceptual Understanding; Problem Solving; Quasi-Experimental.

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengkaji pengaruh penerapan perangkat lunak GeoGebra terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konsep dan pemecahan masalah matematis siswa pada materi persamaan kuadrat dan fungsi kuadrat. Pendekatan yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan rancangan *Nonequivalent Control Group Design*, sehingga efektivitas pembelajaran berbantuan GeoGebra dapat dibandingkan dengan pembelajaran yang dilaksanakan menggunakan metode konvensional. Subjek penelitian merupakan siswa kelas XII SMA BBS. Sampel ditentukan melalui teknik *cluster sampling* dan dikelompokkan ke dalam dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran dengan memanfaatkan GeoGebra serta kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran tanpa bantuan perangkat lunak tersebut. Pengumpulan data dilakukan menggunakan tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) yang disusun untuk mengukur perubahan kemampuan pemahaman konsep dan pemecahan masalah matematis setelah proses pembelajaran berlangsung. Pada

kelas eksperimen, GeoGebra dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif yang menyajikan visualisasi dinamis sehingga siswa dapat mengamati, mengeksplorasi, serta menganalisis bentuk grafik, karakteristik, dan hubungan antarkonsep pada persamaan maupun fungsi kuadrat. Melalui fitur-fitur interaktif yang dimiliki GeoGebra, siswa memperoleh kesempatan untuk melakukan eksplorasi secara mandiri disertai umpan balik visual secara langsung, sehingga proses belajar menjadi lebih aktif, menarik, dan mendukung terbentuknya pemahaman konsep yang lebih mendalam. Data penelitian selanjutnya dianalisis secara kuantitatif dengan menerapkan teknik statistik yang relevan untuk mengidentifikasi perbedaan hasil belajar antara kedua kelompok. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan GeoGebra memberikan peningkatan yang lebih tinggi terhadap kemampuan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah matematis dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Oleh karena itu, penggunaan GeoGebra dapat dipertimbangkan sebagai salah satu media pembelajaran matematika yang efektif karena mampu menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, meningkatkan keterlibatan siswa selama proses belajar, serta membantu mereka membangun pemahaman yang lebih bermakna pada materi persamaan dan fungsi kuadrat

Kata Kunci: Geogebra; Fungsi Kuadrat; Pemahaman Konsep; Pemecahan Masalah; Quasi Eksperimen.

PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas sumber daya manusia merupakan langkah krusial dalam menghadapi tantangan era Revolusi Industri 4.0 agar mampu bersaing secara global. Sektor pendidikan memegang peran strategis dalam mencapai target tersebut, dengan matematika sebagai salah satu disiplin ilmu utamanya. Namun, karakteristik matematika yang bersifat abstrak sering kali menjadi kendala bagi siswa dan membuat mata pelajaran ini dianggap sebagai bidang yang sulit untuk dikuasai (Pamungkas et al., 2020).

Perkembangan regulasi pendidikan di Indonesia menunjukkan adanya penguatan signifikan terhadap pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam pembelajaran. Jika pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007 TIK masih diposisikan sebagai salah satu kompetensi pedagogik dan profesional guru, maka dalam regulasi yang lebih mutakhir seperti Permendikdasmen Nomor 21 Tahun 2025, kemampuan memanfaatkan teknologi telah menjadi kompetensi wajib yang terintegrasi dalam praktik pembelajaran. Sejalan dengan kebijakan tersebut, guru matematika dituntut tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengintegrasikan perangkat lunak pembelajaran yang mendukung proses belajar yang efektif dan inovatif. Salah satu perangkat lunak yang relevan adalah GeoGebra, yang memungkinkan guru mengimplementasikan pembelajaran berbasis teknologi sesuai dengan tuntutan standar kompetensi guru modern.

GeoGebra sebagai perangkat lunak matematika dinamis memiliki kemampuan untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak seperti fungsi kuadrat, geometri, dan transformasi secara interaktif dan real-time. Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran mendorong siswa untuk melakukan eksplorasi, berpikir kritis, serta memahami hubungan antar konsep secara lebih mendalam. Selain itu, pembelajaran berbantuan GeoGebra juga dapat menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan tidak monoton, sehingga berpotensi mendukung keseimbangan emosi siswa dalam proses belajar. Dengan demikian, pemanfaatan GeoGebra tidak hanya selaras dengan kebijakan integrasi TIK dalam pendidikan, tetapi juga relevan untuk diteliti pengaruhnya terhadap peningkatan kemampuan matematis dan aspek afektif siswa.

Menurut Dahal (2019), matematika secara umum didefinisikan sebagai bidang ilmu yang mempelajari pola struktur, perubahan dan ruang kehidupan, karena dalam setiap aktivitas sehari-hari, disadari atau tidak kita pasti menggunakan matematika. Matematika membekali siswa untuk mempunyai kemampuan sistematis, kritis dan kreatif oleh karena itu

matematika menjadi harus dikuasai oleh setiap orang (Dahal & Thapa, 2019). Matematika memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia karena menjadi dasar dalam pengambilan keputusan, pemecahan masalah, serta pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam aktivitas sehari-hari, matematika digunakan dalam menghitung pengeluaran, mengatur waktu, mengukur jarak, hingga menganalisis data. Selain itu, matematika juga berfungsi sebagai alat berpikir logis dan sistematis. Menurut Mytra dkk. (2023), matematika merupakan bahasa ilmu sekaligus alat berpikir yang membantu manusia memahami berbagai fenomena secara rasional.

Namun berdasarkan laporan TIMSS 2022, hasil Programme for International Student Assessment (PISA) terbaru menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa Indonesia masih tergolong rendah. PISA 2022 yang diselenggarakan oleh Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) mengukur kemampuan literasi, numerasi, dan sains peserta didik usia 15 tahun yang merepresentasikan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hasilnya menunjukkan bahwa skor rata-rata matematika siswa Indonesia hanya mencapai 366 poin, jauh di bawah rata-rata negara OECD yang berada di kisaran 470 poin, serta menempatkan Indonesia pada kelompok bawah secara global (OECD, 2023).

Dari hasil PISA 2022 itu pula, mayoritas siswa di Indonesia masih berada pada level berpikir rendah atau Lower Order Thinking Skills (LOTS) pada beberapa bidang pembelajaran. Data menunjukkan bahwa sebanyak 74,5% siswa berada pada level rendah dalam kemampuan membaca, 81,7% pada bidang matematika, dan 65,8% pada bidang sains. Persentase tertinggi terdapat pada mata pelajaran matematika, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam proses pembelajaran, seperti penggunaan media dan teknologi pembelajaran interaktif, agar kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa dapat berkembang secara optimal.

Domain konten soal yang diteskan PISA kepada siswa di Indonesia salah satunya adalah geometri dan sebagian aljabar. Sub-sub komponen konten yang diteskan yaitu perubahan dan keterkaitan, ruang dan bentuk, kuantitas, ketidakpastian dan data (Safrida et al., 2018). Banyak persoalan misalnya dalam geometri dan fungsi kuadrat yang memerlukan visualisasi dalam pemecahan masalah, umumnya siswa merasa kesulitan dalam memvisualisasikan bentuk abstrak dintaranya fungsi kuadrat, seperti yang dialami para siswa di SMA BBS Bogor. Salah satu upaya memvisualisasikan ide-ide matematika agar matematika bisa dipahami oleh siswa, khususnya pada materi fungsi kuadrat, dibutuhkan suatu strategi pembelajaran yang lebih inovatif. Di antaranya adalah media inovatif dengan pemanfaatan kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam bentuk media GeoGebra sebagai sumber belajar maupun media pembelajaran.

Materi fungsi kuadrat merupakan salah satu topik matematika yang memiliki keterkaitan dengan berbagai situasi dalam kehidupan sehari-hari. Namun demikian, banyak siswa memandang materi ini sebagai materi yang sulit dipahami karena sifatnya yang abstrak serta melibatkan penggunaan simbol dan variabel matematika. Penelitian yang dilakukan oleh Romsih (2022) menunjukkan bahwa siswa mengalami hambatan ketika mengubah persoalan berbentuk cerita ke dalam model matematika, kemudian menurunkannya menjadi persamaan maupun fungsi kuadrat. Di sisi lain, penelitian Sari (2020) menemukan bahwa kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti membaca soal secara tergesa-gesa, kurang memahami simbol matematika, kesulitan mengungkapkan informasi yang dipahami dari pertanyaan, serta kurangnya latihan dalam mengerjakan soal terkait fungsi kuadrat. Berbagai kendala tersebut menunjukkan bahwa kemampuan literasi matematis siswa masih perlu dikembangkan agar mereka lebih mampu memahami dan menyelesaikan permasalahan matematika dengan baik.

Penelitian ini didasarkan pada integrasi teknologi digital dengan pendekatan konstruktivisme melalui pemanfaatan software GeoGebra sebagai *Dynamic Geometry Software* (DGS). GeoGebra menyediakan lingkungan visual yang dinamis sehingga

memungkinkan siswa melakukan eksplorasi dan eksperimen matematis secara langsung (real-time). Menurut Küçük dan Gün (2023), penggunaan GeoGebra secara efektif mampu menjembatani kesenjangan antara konsep matematika yang abstrak dengan representasi visual, sehingga memudahkan siswa dalam memahami objek-objek geometri yang kompleks. Dalam pembelajaran materi fungsi kuadrat , kemampuan visualisasi memiliki peranan yang sangat penting. Fitriyana et al. (2025) menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra tidak hanya mendukung proses visualisasi konsep, tetapi juga dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Sejalan dengan pendapat Prahmana et al. (2024), pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran geometri dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir komputasional dan spasial yang dibutuhkan dalam menghadapi asesmen kompetensi modern.

Berdasarkan konteks di atas, masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah. ***Pertama*** adalah rendahnya kemampuan literasi numerasi siswa yang tercermin dari capaian PISA, TKA, dan AKM yang masih di bawah standar. ***Kedua*** kesulitan kognitif siswa dalam memvisualisasikan objek yang bersifat abstrak***. Ketiga***. Dominasi metode pembelajaran konvensional yang tidak mampu memfasilitasi eksplorasi mandiri siswa.

Penelitian ini mengusulkan penerapan model pembelajaran berbasis eksplorasi dengan memanfaatkan perangkat lunak GeoGebra sebagai media utama dalam pembelajaran fungsi kuadrat. Implementasi tindakan dilakukan melalui integrasi GeoGebra sebagai media pembelajaran interaktif yang menggantikan penyajian materi secara konvensional, sehingga peserta didik dapat memvisualisasikan hubungan antara bentuk aljabar fungsi kuadrat dan representasi grafik parabola secara lebih dinamis, akurat, dan bermakna. Dalam proses pembelajaran, peserta didik diberikan permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan fungsi kuadrat dan diarahkan untuk menyelesaikannya melalui kegiatan eksplorasi menggunakan GeoGebra, seperti memanipulasi nilai koefisien (a), (b), dan (c), mengamati perubahan bentuk dan posisi grafik parabola, menentukan titik puncak, sumbu simetri, serta titik potong grafik dengan sumbu koordinat, kemudian menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang dilakukan secara mandiri. Selain itu, penelitian ini menerapkan evaluasi formatif secara berkala melalui instrumen tes yang mengadopsi karakteristik soal PISA dan TKA guna mengukur perkembangan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis peserta didik, khususnya dalam menganalisis, menafsirkan, dan menerapkan konsep fungsi kuadrat untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan konteks kehidupan sehari-hari.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengevaluasi peningkatan kemampuan matematika peserta didik pada materi fungsi kuadrat setelah mengikuti pembelajaran yang memanfaatkan perangkat lunak GeoGebra sebagai media pembelajaran. Penelitian ini juga bertujuan mengkaji efektivitas GeoGebra dalam memfasilitasi pemahaman konsep fungsi kuadrat melalui penyajian visual grafik parabola yang interaktif, sehingga peserta didik lebih mudah menghubungkan representasi aljabar dengan representasi grafis serta mengatasi kesulitan konseptual yang sering muncul pada materi tersebut. Selain itu, penelitian ini diarahkan untuk menganalisis pengaruh penggunaan GeoGebra terhadap motivasi belajar, kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik, terutama dalam mengidentifikasi karakteristik fungsi kuadrat, menganalisis dampak perubahan nilai koefisien terhadap bentuk dan posisi grafik, serta menerapkan konsep fungsi kuadrat dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan situasi nyata.

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Bina Bangsa Sejahtera Bogor karena sekolah tersebut memiliki karakteristik yang sesuai dengan fokus penelitian, khususnya pada pembelajaran fungsi kuadrat yang masih menghadapi berbagai kendala dalam aspek pemahaman konsep dan kemampuan peserta didik dalam menginterpretasikan representasi aljabar serta grafik fungsi. Kondisi ini didukung oleh hasil Tes Kemampuan Akademik (TKA) Matematika tahun 2025, yang menunjukkan bahwa peserta didik SMA Bina Bangsa Sejahtera Bogor memperoleh nilai rata-rata sebesar 45,39 pada skala 1–100. Materi fungsi kuadrat merupakan salah satu materi yang menuntut penguasaan konsep secara mendalam karena melibatkan hubungan antara persamaan kuadrat dengan representasi grafik parabola, analisis

karakteristik fungsi, serta interpretasi pengaruh perubahan koefisien terhadap bentuk dan posisi grafik. Dalam praktik pembelajaran, penyampaian materi yang masih didominasi oleh metode konvensional menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan konsep-konsep tersebut secara utuh, sehingga pemahaman terhadap hubungan antara bentuk aljabar dan representasi grafis belum berkembang secara optimal. Selain itu, hasil belajar menunjukkan bahwa sebagian peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal fungsi kuadrat yang memerlukan kemampuan berpikir kritis, penalaran matematis, dan pemecahan masalah, terutama pada soal-soal kontekstual yang mengadopsi karakteristik asesmen seperti TKA dan PISA. Berdasarkan kondisi tersebut, pemanfaatan perangkat lunak GeoGebra dipandang sebagai alternatif yang tepat untuk diterapkan dalam pembelajaran fungsi kuadrat di SMA Bina Bangsa Sejahtera Bogor karena mampu menyajikan visualisasi grafik parabola secara interaktif, memfasilitasi eksplorasi hubungan antara koefisien dan karakteristik fungsi, meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran, serta mendukung peningkatan kemampuan matematika melalui pembelajaran yang lebih bermakna dan berbasis teknologi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *quasi experiment* dengan desain *Nonequivalent Control Group Design*, yaitu desain penelitian yang melibatkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tanpa pengacakan subjek secara penuh. Menurut Denny, Denieffe, dan O'Sullivan (2023), desain ini digunakan untuk menguji hubungan kausal antara perlakuan dan hasil penelitian pada situasi yang tidak memungkinkan dilakukannya randomisasi secara penuh, khususnya dalam penelitian pendidikan dan sosial. Pada desain ini, kedua kelompok diberikan *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan untuk mengetahui pengaruh intervensi yang diberikan.

Desain ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang diberikan perlakuan berupa pembelajaran berbantuan software GeoGebra dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Kedua kelompok diberikan pretest sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan dengan skema: Pretest → Perlakuan → Posttest. Desain ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan GeoGebra terhadap kemampuan matematis siswa, khususnya dalam pemahaman konsep dan pemecahan masalah pada materi persamaan dan fungsi kuadrat.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Perlakuan	Posttest
Kelas Eksperimen	X1	O
Kelas Kontrol	X2	

Keterangan:
X1 = Pembelajaran berbantuan aplikasi GeoGebra;
X2 = Pembelajaran menggunakan metode ceramah; O = Tes akhir sesudah perlakuan

Prosedur

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas yaitu penggunaan GeoGebra, serta variabel terikat yaitu kemampuan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Adapun variabel kontrol meliputi guru yang mengajar, alokasi waktu pembelajaran, serta materi yang diajarkan. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa SMA (kelas XII), dengan sampel yang diambil sebanyak dua kelas melalui teknik cluster sampling yang terdiri dari satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol.

Partisipan

Partisipan dalam penelitian ini adalah siswa kelas XII SMAIT BBS Bogor. Sampel terdiri dari dua kelas: kelas XII IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas XII IPA 3 sebagai kelas kontrol, yang dipilih menggunakan teknik cluster sampling berdasarkan pertimbangan kondisi kelas dan kesetaraan kemampuan akademik awal.

Instrumentasi

Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini meliputi RPP untuk kelas eksperimen berbasis GeoGebra dan RPP untuk kelas kontrol dengan metode konvensional, serta Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis eksplorasi. Media yang digunakan berupa perangkat laptop atau smartphone yang telah terpasang aplikasi GeoGebra. Instrumen penelitian terdiri dari instrumen tes, berupa soal Pilihan Ganda dan soal Essay. Instrumen tes berupa soal pretest dan posttest yang mencakup materi bentuk umum fungsi kuadrat, grafik fungsi kuadrat, titik puncak, serta akar-akar persamaan.

Analisis Data

Pada tahap akhir, kedua kelas diberikan posttest untuk mengukur peningkatan kemampuan siswa. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kuantitatif dengan membandingkan hasil pretest dan posttest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Analisis data dilakukan menggunakan uji statistik uji-t untuk mengetahui perbedaan signifikan, serta perhitungan Normalized Gain (N-Gain) untuk melihat tingkat peningkatan kemampuan siswa. Uji normalitas menggunakan uji Liliefors dan uji homogenitas menggunakan uji Levene dengan bantuan SPSS.

Pada kelas eksperimen, peserta didik diberikan perlakuan (treatment) berupa pembelajaran dengan memanfaatkan aplikasi GeoGebra sebagai media pembelajaran pada materi fungsi kuadrat. Pada tahap awal, para siswa terlebih dahulu diberikan penjelasan mengenai manfaat penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika, khususnya untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkret dan visual. Siswa dijelaskan bahwa GeoGebra dapat digunakan untuk menggambar grafik secara cepat dan akurat, mengamati perubahan bentuk grafik secara dinamis, serta mempermudah proses eksplorasi hubungan antara persamaan fungsi kuadrat dengan bentuk grafiknya.

Selanjutnya, siswa diperkenalkan beberapa fitur dasar GeoGebra yang digunakan dalam penelitian ini, seperti menu input persamaan, toolbar grafik, slider, titik koordinat, serta fitur zoom dan move graphics view. Siswa diberikan demonstrasi mengenai cara memasukkan persamaan fungsi kuadrat ke dalam aplikasi, mengubah nilai koefisien, serta mengamati pengaruh perubahan koefisien tersebut terhadap bentuk dan posisi grafik parabola. Siswa juga dibimbing dalam menggunakan fitur slider untuk mempermudah visualisasi perubahan grafik secara interaktif.

Pada kelas kontrol, proses pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan metode pembelajaran konvensional berupa ceramah tanpa memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi. Guru menyampaikan materi fungsi kuadrat secara langsung melalui penjelasan lisan di depan kelas dengan berpedoman pada buku paket dan papan tulis sebagai media utama pembelajaran. Interaksi pembelajaran pada kelas kontrol lebih berpusat pada guru (teacher centered), sehingga siswa cenderung menerima materi secara pasif.

HASIL

Kondisi Awal

Sebelum pelaksanaan penelitian pada kedua kelas, yaitu kelas XII IPA 1 dan XII IPA 3, terlebih dahulu dilakukan pretest guna mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum diberikan perlakuan (treatment). Materi yang diujikan dalam pretest meliputi persamaan kuadrat dan fungsi kuadrat, yaitu materi yang telah dipelajari peserta didik pada jenjang SMP kelas IX serta SMA kelas X.

Berdasarkan hasil pretest yang diperoleh, rata-rata nilai peserta didik pada kelas XII IPA 1 adalah sebesar 58,79, sedangkan rata-rata nilai pada kelas XII IPA 3 adalah sebesar

58,89. Perbedaan rata-rata kedua kelas tersebut tergolong sangat kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan awal peserta didik pada kedua kelas relatif sama. Dengan demikian, salah satu kelas dapat ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas lainnya sebagai kelas kontrol dalam penelitian ini.

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan guna memastikan apakah data sampel penelitian bersumber dari populasi dengan distribusi normal. Dalam penelitian ini kenormalan data diperiksa memakai uji Liliefors dengan bantuan SPSS. Data disebut berdistribusi normal apabila Sig. ≥ α.

Tabel 1. Uji Normalitas

Kelas	Sig.	α	Keputusan
Eksperimen	0,200	0,05	Ho diterima
Kontrol	0,200		Ho diterima

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwasanya kedua sampel penelitian berasal dari populasi dengan distribusi normal. Hal ini dilihat dari nilai signifikansi pada kelas eksperimen yaitu 0,200 dan kelas kontrol yaitu 0,200.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan guna memastikan apakah kedua sampel penelitian bersumber dari populasi dengan variansi yang sama ataupun tidak. Dalam penelitian ini untuk memeriksa homogenitas data dipakai uji Levene dengan bantuan SPSS. Data disebut homogen apabila Sig. ≥ α.

Tabel 2. Uji Homogenitas

Kelas	Sig.	α	Keputusan
Eksperimen	0,931	0,05	Ho diterima
Kontrol			

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai Sig. yaitu 0,931 dengan artian 0,931 ≥ 0,05, yang berarti bahwa kedua sampel penelitian memiliki variansi yang sama (homogen).

Kondisi Akhir

Berdasarkan pertimbangan kondisi kelas, kelas XII IPA 1 ditetapkan sebagai kelas eksperimen karena memiliki kondisi ruang belajar yang relatif lebih gelap sehingga lebih mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis teknologi menggunakan perangkat lunak GeoGebra. Pada kelas eksperimen, perlakuan (treatment) diberikan selama empat kali pertemuan. Pertemuan pertama difokuskan pada pengenalan perangkat lunak GeoGebra beserta fitur-fitur dasarnya, sedangkan pada pertemuan kedua peserta didik diberikan pembelajaran mengenai penggunaan GeoGebra dalam materi fungsi kuadrat, khususnya dalam memvisualisasikan bentuk grafik dan memahami hubungan antara persamaan fungsi kuadrat dengan karakteristik grafik parabola.

Pada pertemuan keempat, kedua kelas diberikan posttest untuk mengukur kemampuan peserta didik setelah proses pembelajaran berlangsung. Berdasarkan hasil posttest, kelas eksperimen (XII IPA 1) memperoleh nilai rata-rata sebesar 76,25, sedangkan kelas kontrol (XII IPA 3) memperoleh nilai rata-rata sebesar 66,20. Selanjutnya, berdasarkan perhitungan Normalized Gain (N-Gain), kelas eksperimen memperoleh nilai sebesar 0,42 yang

berada pada kategori sedang, sedangkan kelas kontrol memperoleh nilai sebesar 0,18 yang berada pada kategori rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran memberikan peningkatan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional.

Dari hasil uji hipotesis menggunakan uji-t sampel berpasangan (*paired sample t-test*), diperoleh nilai t sebesar 13,720 dengan nilai signifikansi 0,000. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari taraf signifikan α = 0,05, maka Ho ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar matematika siswa sebelum dan sesudah penggunaan aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil *Paired Samples Statistics*, rata-rata nilai siswa setelah menggunakan GeoGebra lebih tinggi dibandingkan sebelum menggunakan GeoGebra. Dengan demikian, penggunaan aplikasi GeoGebra terbukti memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan hasil belajar matematika siswa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi software GeoGebra secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan matematis siswa dibandingkan metode konvensional. Hal tersebut terlihat dari kondisi awal kedua kelas yang memiliki kemampuan akademik relatif sama, ditunjukkan oleh nilai rata-rata pretest yang hampir identik, yaitu 58,79 pada kelas XII IPA 1 dan 58,89 pada kelas XII IPA 3. Setelah diberikan perlakuan yang berbeda, hasil posttest menunjukkan adanya peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen (rata-rata 76,25) dibandingkan kelas kontrol (rata-rata 66,20). Hasil analisis menggunakan rumus N-Gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh nilai 0,42 dengan kategori sedang, sementara kelas kontrol memperoleh nilai 0,18 dengan kategori rendah.

Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Ermilia et al. (2024) yang menunjukan bahwa penggunaan GeoGebra terbukti memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar peserta didik pada materi fungsi kuadrat melalui visualisasi grafik parabola yang interaktif dan dinamis. Sejalan dengan temuan tersebut, hasil analisis data pada penelitian ini menggunakan uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (< 0,05), sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan GeoGebra memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan matematika peserta didik pada materi fungsi kuadrat.

Peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen dapat dijelaskan melalui kemampuan GeoGebra dalam menyajikan visualisasi dinamis dari konsep fungsi kuadrat. Siswa dapat secara langsung mengamati bagaimana perubahan nilai koefisien mempengaruhi bentuk dan posisi grafik parabola, sehingga pemahaman konsep terbentuk secara induktif melalui eksplorasi aktif. Hal ini berbeda dengan pembelajaran konvensional yang bersifat *teacher-centered* dan lebih mengandalkan penjelasan teoritis tanpa dukungan visualisasi interaktif.

Nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,42 (kategori sedang) dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,18 (kategori rendah) memperkuat kesimpulan bahwa GeoGebra memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan hasil belajar. Hal ini juga didukung oleh penelitian Kusumawati et al. (2024) yang menemukan bahwa model Problem Based Learning berbantuan GeoGebra efektif meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa pada materi fungsi kuadrat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada kelas XII IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan XII IPA 3 sebagai kelas kontrol, dapat disimpulkan bahwa penggunaan software GeoGebra berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan pemahaman siswa pada materi persamaan dan fungsi kuadrat.

Hal tersebut terlihat dari kondisi awal kedua kelas yang memiliki kemampuan akademik relatif sama, ditunjukkan oleh nilai rata-rata pretest yang hampir identik, yaitu 58,79 pada kelas XII IPA 1 dan 58,89 pada kelas XII IPA 3. Setelah diberikan perlakuan yang berbeda, kelas eksperimen diberikan pembelajaran berbantuan aplikasi geogebra dan kelas kontrol

pembelajaran secara konvensional dengan metode ceramah, hasil posttest menunjukkan adanya peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen (rata-rata 76,25) dibandingkan kelas kontrol (rata-rata 66,20). Hasil analisis menggunakan rumus N-Gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh nilai 0,42 dengan kategori sedang, sementara kelas kontrol memperoleh nilai 0,18 dengan kategori rendah. Berdasarkan hasil uji *paired sample t-test*, diperoleh nilai signifikansi 0,000 < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, implementasi GeoGebra terbukti mampu membantu siswa memahami konsep persamaan dan fungsi kuadrat secara lebih mudah melalui visualisasi yang interaktif dan jelas, sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan menarik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak SMA BBS Bogor yang telah memberikan izin dan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini, serta kepada seluruh peserta didik kelas XII IPA 1 dan XII IPA 3 yang telah berpartisipasi dengan penuh semangat. Terima kasih juga disampaikan kepada Dr Hendro Prasetyo, dosen di Universitas Indraparasta PGRI atas masukan dan bimbingannya.

DAFTAR PUSTAKA

Anajihah, N. M. (2025). Meta-Analysis Study: Effectiveness Of Using Geogebra On Students' Mathematical Abilities. Indomath: Indonesia Mathematics Education, 8(1), 15–27.

Azis, Y. M., & Rohaeti, E. E. (2025). A Systematic Literature Review On Implementation Of Geogebra: Benefits And Challenges In Mathematics Education. Infinity Journal, 14(3), 655–672.

Dahal, N., & Thapa, R. (2019). Use Of Geogebra For Teaching And Learning Geometry (Circle): Initiation For Quality Education. Second International Conference On Quality Education.

Denny, M., Denieffe, S., & O'Sullivan, K. (2023). *Non-Equivalent Control Group Pretest–Posttest Design In Social And Behavioral Research*. In A. L. Nichols & J. Edlund (Eds.), *The Cambridge Handbook Of Research Methods And Statistics For The Social And Behavioral Sciences* (Pp. 314–332). Cambridge University Press.

Ermilia, R., Fitriana, L., & Riyanti, V. (2024). Geogebra Dalam Pembelajaran Fungsi Kuadrat Dan Pengaruhnya Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, 13*(4), 1237–1251

Fitriani, N., Suryadi, D., & Herman, T. (2022). Students' Difficulties In Understanding Geometry Concepts At Senior High School Level. Journal Of Mathematics Education, 13(2), 145–156.

Hafizah, N., Rahman, A., & Putri, S. (2025). Peran Pembelajaran Matematika Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Pemecahan Masalah Siswa. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 9(1), 45–56.

Kementerian Pendidikan Dasar Dan Menengah Republik Indonesia. (2025). Peraturan Menteri Pendidikan Dasar Dan Menengah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2025 Tentang Standar Kompetensi Guru. Jakarta: Kemendikdasmen RI.

Kementerian Pendidikan Dasar Dan Menengah. (2025). Cakupan Materi Tes Kemampuan Akademik (TKA) SMA Tahun 2025. Jakarta: Pusat Asesmen Pendidikan.

Kusumawati, W., Purwosetiyono, F. D., & Handayani, S. H. R. (2024). Efektivitas Model Problem Based Learning Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Literasi Matematis Siswa Pada Materi Fungsi Kuadrat. Jagomipa: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA, 4(1), 156–166.

OECD. (2023). PISA 2022 Assessment And Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science And Financial Literacy. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State Of Learning And Equity In Education. Paris: OECD Publishing.

Pratama, R. A., & Kanadli, S. (2024). The Effectiveness Of Geogebra Assisted Learning On Students' Mathematical Representation: A Meta-Analysis Study. I-Manager's Journal Of Educational Technology, 21(2), 41–52.

Pusat Asesmen Pendidikan. (2024). Asesmen Kompetensi Minimum (AKM). Jakarta: Kementerian Pendidikan Dasar Dan Menengah.

Pusat Asesmen Pendidikan. (2025). Panduan TKA SMA/MA Tahun 2025. Jakarta: Kemendikdasmen.

Ramdhani, Y. (2025). Analisis Kemampuan Numerasi Siswa Dalam Menyelesaikan Soal AKM. Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 10(2), 1842–1849.

Romsih, S. (2022). Analisis Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Fungsi Kuadrat. Jurnal Pendidikan Matematika, 6(2), 115–123.

Simbolon, A. K. P. (2020). Penggunaan Software Geogebra Dalam Meningkatkan Kemampuan Matematis Siswa Pada Pembelajaran Geometri Di SMPN 2 Tanjung Morawa. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 4(2), 1106–1114.

Suwito, G. R. (2024). Berpikir Kritis Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Soal AKM Numerasi Konten Geometri Dan Pengukuran. Mathedunesa, 13(1), 166–183.

Zhang, Y., Wang, P., Jia, W., Et Al. (2023). Dynamic Visualization By Geogebra For Mathematics Learning: A Meta-Analysis Of 20 Years Of Research. Journal Of Research On Technology In Education.

Ziatdinov, R., & Valles Jr., J. R. (2022). Synthesis Of Modeling, Visualization, And Programming In Geogebra As An Effective Approach For Teaching And Learning STEM Topics.