

Pendekatan STEM Berbasis GeoGebra Pada Materi Fungsi Kuadrat Dalam Upaya Meningkatkan Pemahaman Siswa

Dita Maulidia Putri Utami¹, Marsidi^{*2}, Dimas Andhita Cahyo Sujiwo³

^{1,2,3} Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Argopuro Jember

^{*}Penulis Korespondensi: marsidiarin@gmail.com

Abstract: *This study aims to improve students' understanding of quadratic function material through the implementation of the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach by utilizing the GeoGebra application and catapult making projects. The research method used is descriptive qualitative with data collection techniques in the form of observation, interviews, comprehension tests, and documentation. The research subjects were 20 students of class X of SMK Muhammadiyah 4 Kalisat. The results showed that the STEM approach was able to increase students' involvement and understanding of the concept of quadratic functions. The catapult design and testing activities allow students to apply mathematical concepts contextually, while the use of GeoGebra helps visualize the quadratic function graph interactively. Based on comprehension test data and interview results, students showed improvement in understanding the relationship between the algebraic form of the quadratic function and its graphical representation. This study concludes that the project and technology-based STEM approach can be an effective learning strategy in teaching mathematics material in a meaningful way.*

Keywords: *Quadratic Function, STEM, GeoGebra, Student Understanding, Project Based Learning*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi implementasi pendekatan STEM pada materi fungsi kuadrat melalui proyek pembuatan ketapel dan pemanfaatan aplikasi GeoGebra guna meningkatkan pemahaman siswa SMK. Kombinasi pendekatan STEM dengan proyek ketapel dan GeoGebra dalam konteks pembelajaran fungsi kuadrat di SMK masih relatif jarang diteliti, sehingga memberikan kontribusi kebaruan dari sisi metodologis dan kontekstual. Ketapel dipilih sebagai produk proyek karena memiliki lintasan parabola yang secara kontekstual merepresentasikan grafik fungsi kuadrat, sehingga memudahkan siswa dalam mengaitkan konsep matematika dengan fenomena nyata. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan teknik analisis data model Miles dan Huberman yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan tes pemahaman siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEM melalui proyek ketapel dan penggunaan GeoGebra mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan memperdalam pemahaman konseptual serta representasional mereka terhadap fungsi kuadrat. Peningkatan ini tampak dari hasil tes pemahaman dan pernyataan siswa dalam wawancara, seperti pemahaman mereka terhadap bentuk grafik parabola dan parameter-parameter fungsi kuadrat. Simpulan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa integrasi proyek kontekstual dan teknologi dapat menjadi strategi efektif dalam pembelajaran matematika di SMK.

Kata kunci: Fungsi Kuadrat, STEM, GeoGebra, Pemahaman Siswa, Pembelajaran Berbasis Proyek

PENDAHULUAN

Pembelajaran di abad ke-21 menuntut siswa memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif guna menghadapi tantangan global (Humam & Hanif, 2025). Kemampuan berpikir kreatif bagi siswa menentukan keberhasilannya untuk bisa menyelesaikan masalah (Fi & Amir, 2023). Kurikulum Merdeka yang diterapkan di Indonesia memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan potensi melalui pembelajaran yang fleksibel, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik.

Dalam konteks ini, pendekatan pembelajaran aktif menjadi penting untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Pembelajaran aktif memungkinkan siswa terlibat secara langsung dalam proses belajar melalui diskusi, eksplorasi, dan refleksi (Rahardi et al., 2025). Strategi ini mendorong partisipasi aktif dan pemahaman yang lebih bermakna karena siswa membangun sendiri pengetahuannya berdasarkan pengalaman.

Matematika merupakan alat untuk berfikir, berkomunikasi dan alat memecahkan permasalahan (Ryan & Bowman, 2022). Dalam kehidupan sehari-hari, matematika sangat penting (Handayani & Munandar, 2023). Namun, sebagian besar siswa percaya bahwa mata pelajaran matematika adalah salah satu yang paling sulit. Kesulitan belajar merupakan kondisi dimana siswa mengalami hambatan dalam proses pembelajaran, salah satunya yaitu siswa tidak memahami materi yang diajarkan (Kase et al., 2021). Menurut Halimatus Sadiyah & Permatasari (2022), matematika adalah domain yang sulit karena konsepnya bersifat abstrak.

Salah satu topik matematika yang sering menimbulkan kesulitan bagi siswa adalah fungsi kuadrat. Konsep ini memuat representasi simbolik dan grafis yang kompleks seperti grafik parabola, akar-akar persamaan, dan transformasi koefisien. Siswa sering gagal memahami keterkaitan antara bentuk aljabar dan grafiknya secara utuh, sehingga pembelajaran menjadi kurang efektif.

Di SMK Muhammadiyah 4 Kalisat evaluasi awal menunjukkan bahwa hanya 7 dari 20 siswa kelas X yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) 75 dalam materi fungsi kuadrat. Proses pembelajaran masih didominasi ceramah konvensional tanpa media pembelajaran yang mendukung eksplorasi visual dan praktik nyata. Hal ini membuat siswa kurang aktif dan motivasi belajar rendah (Hamidah et al., 2020).

Untuk mengatasi masalah ini, dibutuhkan pendekatan inovatif yang memungkinkan siswa mengaitkan konsep matematika dengan pengalaman nyata. Pembelajaran berbasis proyek dengan dukungan teknologi menjadi salah satu solusi yang potensial untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa.

Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah suatu pendekatan pendidikan yang menekankan integrasi antara ilmu pengetahuan alam, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk menghasilkan pembelajaran yang lebih mendalam dan relevan dengan dunia nyata. STEM merupakan gabungan dari beberapa disiplin ilmu, dan di sisi lain, berinteraksi dengan STEM merupakan komponen penting untuk pengalaman belajar (Roberts et al., 2018). Tujuan pendidikan dari penerapan pendekatan STEM adalah untuk mempersiapkan siswa untuk bersaing dan siap untuk bekerja dalam bidang yang mereka gemari. (Fauziah et al., 2024). Dalam konteks pembelajaran matematika, pendekatan STEM dapat menghubungkan konsep abstrak dengan aktivitas nyata.

GeoGebra adalah aplikasi berbasis teknologi yang mendukung visualisasi dan manipulasi konsep matematika secara interaktif. Penggunaannya terbukti dapat membantu siswa memahami grafik fungsi kuadrat secara lebih konkret dan dinamis

(Rochim et al., 2021). Kombinasi antara proyek rekayasa dan eksplorasi digital seperti GeoGebra memberikan pengalaman belajar yang utuh.

Meskipun pendekatan STEM dan aplikasi GeoGebra telah dikaji dalam berbagai konteks, kajian terpadu yang menggabungkan keduanya dalam pembelajaran fungsi kuadrat di SMK masih sangat terbatas. Fokus penelitian adalah proyek pembuatan letapel dari barang bekas yang menggunakan grafik fungsi kuadrat sebagai lintasan dan visualisasi menggunakan GeoGebra sebagai media bantu. Proyek ini dirancang untuk membangun pemahaman konseptual dan representasional siswa terhadap fungsi kuadrat secara kontekstual. Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan masalah dalam penelitian ini adalah mendeskripsikan implementasi pendekatan STEM pada pembelajaran fungsi kuadrat dengan memanfaatkan aplikasi GeoGebra dan menganalisis efektivitas penggunaan GeoGebra dalam pendekatan STEM untuk meningkatkan pemahaman siswa. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan strategi pembelajaran matematika yang inovatif dan berbasis teknologi, serta menjadi referensi bagi pengembangan pendekatan STEM kontekstual di tingkat SMK.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif karena bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam proses dan hasil pembelajaran materi fungsi kuadrat melalui penerapan STEM berbasis proyek dan teknologi GeoGebra. Pendekatan ini dipilih untuk mengkaji pemahaman konseptual dan representasional siswa secara alami dalam konteks kelas, serta mengeksplorasi keterlibatan siswa selama proses pembelajaran.

Penelitian dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 4 Kalisat dengan subjek penelitian sebanyak 20 siswa kelas X DKV. Teknik pengambilan subjek dilakukan dengan purposive sampling dengan kriteria: 1) siswa berada pada jenjang yang mempelajari fungsi kuadrat; 2) guru bersedia bekerja sama dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis STEM; dan 3) fasilitas pembelajaran memungkinkan penggunaan aplikasi GeoGebra dan pelaksanaan proyek sederhana.

Pengumpulan data dilakukan melalui empat teknik utama:

1. Observasi

Observasi digunakan untuk mengamati keterlibatan siswa dalam kegiatan eksplorasi, pembuatan ketapel, serta penggunaan GeoGebra. Observasi dilakukan menggunakan lembar observasi yang memuat indikator aktivitas siswa dalam aspek kognitif dan afektif.

2. Wawancara

Dilakukan kepada beberapa siswa untuk menggali pengalaman belajar mereka, persepsi terhadap hubungan proyek ketapel dengan fungsi kuadrat, serta penggunaan GeoGebra. Panduan wawancara memuat pertanyaan terbuka yang memungkinkan eksplorasi lebih luas

3. Tes pemahaman

Tes pemahaman berupa soal evaluasi setelah pembelajaran yang mengukur pemahaman konseptual dan representasional siswa terhadap fungsi kuadrat.

4. Dokumentasi

Dokumentasi mencakup foto, video, dan lembar kerja siswa untuk mendukung temuan data lain secara visual dan naratif.

Penilaian proyek mengacu pada beberapa aspek indikator (Adolph, 2022), yaitu:

Tabel 1. Indikator Penilaian Proyek

No	Deskripsi	Indikator	Skor
1	Kajian teori yang mendukung proyek	Kajian teori memenuhi kriteria berikut	4
		1. Merupakan teori yang relevan dan bisa dipertanggung	
		2. Terdapat aspek-aspek penjelasan dari masing-masing gaya yang diterapkan pada proyek yang dibuat	
		3. Laporan ditulis dalam kalimat yang baik dan baku	
		Kajian teori memenuhi kriteria 2, 3 saja namun kurang memenuhi kriteria 1	3
		Kajian teori memenuhi kriteria 3 saja namun kurang memenuhi kriteria 1, 2	2
		Kajian teori kurang memenuhi kriteria 1, 2, 3	1

Menurut Rahmawati & Juandi (2022) kriteria penilaian proyek dan hasil tes seperti pada tabel berikut:

Tabel 2. Kriteria Penilaian Proyek dan Hasil Tes

Skor (X)	Kriteria	Keterangan
$89 \leq x \leq 100$	A	Amat Baik
$81 \leq x \leq 89$	B	Baik
$75 \leq x \leq 81$	C	Cukup
< 75	D	Kurang

Teknik analisis data yang digunakan adalah model interaktif Miles dan Huberman. Pada analisis data kualitatif meliputi proses reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Untuk meningkatkan validitas data, digunakan triangulasi teknik dengan membandingkan hasil dari keempat metode pengumpulan data. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai efektivitas penerapan GeoGebra dalam pembelajaran fungsi kuadrat berbasis STEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Lihitta Dwita (Properti, 2020) pendekatan STEM adalah suatu metode pendidikan yang menggabungkan keempat bidang Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika untuk menyelesaikan masalah di dunia nyata yang melibatkan proses berpikir kreatif, kritis, dan bekerja sama untuk membuat siswa berketerampilan pada abad ini. Hasil penerapan pembelajaran STEM pada materi fungsi kuadrat diawali dengan kegiatan pendahuluan yaitu menyampaikan tujuan pembelajaran dan melakukan apersepsi.

Pada kegiatan inti siswa diminta untuk menyelesaikan masalah dengan membuat produk ketapel menggunakan botol bekas, karet gelang, dan tusuk sate (Lihat

gambar 1). Siswa dibentuk kelompok dan berdiskusi untuk membuat desain. Dan setiap kelompok diberi botol, gelang karet, mistar, busur, dan tusuk sate.

Siswa membuat produk ketapel dengan cara memotong botol sekitar $\frac{1}{3}$ bagian atas (bagian leher dan sedikit badan botol) (Lihat gambar 2). Selanjutnya buat 2 lubang kecil berhadapan di sisi badan botol (dekat bagian leher) menggunakan paku atau benda runcing. Ini akan menjadi tempat mengikat karet. Kemudian masukkan ujung karet ke dalam masing-masing lubang, lalu ikat atau simpulkan agar karet tidak lepas. Gunakan tusuk sate sebagai peluncur yang akan ditarik menggunakan karet.



Gambar 1. Ketapel



Gambar 2. Siswa Membuat Ketapel

Langkah selanjutnya siswa diminta untuk melakukan uji coba produk dan melakukan pengamatan, serta siswa juga diminta untuk mencatat hasil pengamatan (Lihat gambar 3). Siswa melakukan uji coba dengan cara memasukkan ujung tusuk sate ke dalam bagian leher botol. Tarik karet ke belakang arahkan tusuk sate ke sudut 25° , 35° , dan 45° yang diukur menggunakan busur yang diletakkan tepat diatas permukaan tanah. Kemudian lepaskan karet untuk melontarkan tusuk sate ke udara. Untuk mengukur titik puncak lintasan tusuk sate, siapkan mistar atau (1 meter) yang ditempatkan secara vertikal di dekat jalur lintasan dengan jarak 50 cm. Pastikan posisi mistar sejajar dengan bidang tegak lurus tanah, dan pandang secara sejajar mata ketika tusuk sate mencapai ketinggian tertinggi (titik puncak). Siswa diminta untuk mencatat hasil pencapaian titik tertinggi (titik pucak).



Gambar 3. Siswa Mempraktekkan Ketapel

Sains

Berdasarkan hasil kegiatan pembelajaran dengan pendekatan STEM menggunakan produk ketapel dan bantuan aplikasi GeoGebra, diperoleh temuan bahwa lintasan yang dibentuk oleh proyektil yang ditembakkan dari ketapel menyerupai bentuk parabola. Saat ketapel yang berisi batu ditarik dan dilepas, batu tersebut akan terlempar membentuk lintasan parabola (Wahyuningsih, 2020).

Selanjutnya, hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat dua faktor utama yang memengaruhi tinggi maksimum dan jarak tembak proyektil, yaitu sudut tembak dan gaya tarik pada karet ketapel. Semakin besar sudut tembak dan gaya tarik yang diberikan, maka lintasan parabola yang dihasilkan pun akan mengalami perubahan signifikan, baik dalam hal ketinggian maupun jarak. Sudut tembak sebesar 45° cenderung menghasilkan jarak tembak terjauh, sesuai dengan prinsip gerak parabola dalam fisika.

Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam mengamati fenomena nyata dari konsep fungsi kuadrat, tetapi juga meningkatkan pemahaman melalui visualisasi dan simulasi lintasan parabola menggunakan GeoGebra.

Teknologi

Hasil simulasi dengan tiga fungsi menggunakan aplikasi GeoGebra didapat hasil sebagai berikut:

- $f(x) = -x^2 + 4x$ menggambarkan lintasan rendah
- $f(x) = -0,5x^2 + 6x$ menggambarkan lintasan sedang
- $f(x) = -0,3x^2 + 8x$ menggambarkan lintasan jauh dan landai

Menunjukkan bahwa semakin kecil nilai absolut dari a , maka parabola akan semakin landai, dan semakin besar nilai b maka titik puncak parabola semakin bergeser ke kanan dan ke atas.

Berdasarkan hasil eksperimen ketapel dan simulasi grafik fungsi kuadrat pada GeoGebra, dapat disimpulkan bahwa lintasan proyektil dari ketapel menyerupai bentuk grafik parabola. Nilai koefisien a menentukan arah dan kelengkungan parabola, di mana nilai a negatif menghasilkan parabola yang terbuka ke bawah, sesuai dengan lintasan benda yang dilempar ke udara dan kembali jatuh ke lantai.

GeoGebra dapat membantu siswa memahami materi matematika yang abstrak secara visual (Simbolon, 2020), tetapi juga berperan ketika terjadinya miskonsepsi yang umum dialami oleh siswa. Beberapa siswa awalnya memiliki miskonsepsi bahwa nilai koefisien a hanya mempengaruhi bukaan parabola, bukan arah bukaan. Namun, melalui interaksi dengan GeoGebra siswa dapat memanipulasi nilai a secara langsung dan mengamati perubahan grafik secara *real-time*, sehingga mereka menyadari bahwa tanda dari a menentukan arah bukaan parabola (ke atas jika $a > 0$, ke bawah jika $a < 0$).

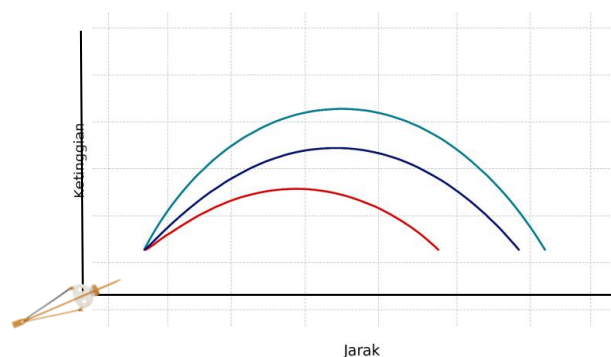
Dengan demikian, teknologi GeoGebra dalam konteks ini tidak hanya sebagai alat bantu, tetapi sebagai sarana kognitif yang mendorong terjadinya refleksi dan

perbaikan konseptual yang merupakan inti dari pendekatan STEM dalam pendidikan matematika.

Rekayasa (*Engineering*)

Berdasarkan hasil uji coba ketapel pada tiga sudut tembak yang berbeda, diperoleh data sebagai berikut:

Uji ke-	Sudut Tembak	Jarak Tembak				Tinggi Maksimum				Rata-Rata (Jarak Tembak)	Rata-Rata (Tinggi Maksimum)
		Kel 1	Kel 2	Kel 3	Kel 4	Kel 1	Kel 2	Kel 3	Kel 4		
1	25°	90	87	91	94	25	23	27	28	90,5	25,75
2	35°	110	105	112	107	35	29	38	33	109,75	33,75
3	45°	115	110	113	117	40	37	39	43	113,75	39,75



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Uji Coba Ketapel

Dari data dan gambar di atas terlihat bahwa semakin besar sudut tembak, maka jarak dan tinggi tembak meningkat hingga sudut 45°. Sudut 45° menghasilkan lintasan paling optimal baik dari sisi jarak maupun ketinggian. Pada tahap rekayasa, siswa merancang ketapel untuk mengamati lintasan parabola. Dalam proses ini, mereka menghadapi berbagai tantangan, seperti menentukan sudut peluncuran yang stabil. Hal ini mendorong munculnya ide-ide rekayasan, seperti penambahan penanda sudut dan pengunci peluncur.

Melalui refleksi kelompok, siswa menyadari pentingnya presisi dan kestabilan dalam desain. Mereka belajar memperbaiki kesalahan, mengevaluasi hasil, dan mengembangkan solusi yang lebih efektif yaitu menunjukkan pemahaman terhadap proses rekayasa secara nyata dalam konteks pembelajaran matematika berbasis STEM. Dengan mendesain ketapel dan melakukan pengukuran langsung, siswa dapat memahami bahwa perubahan kecil pada sudut tembak berpengaruh besar terhadap karakteristik lintasan.

Matematika

Media diperlukan untuk memudahkan implementasi pendekatan STEM untuk pembelajaran matematika (Rahmawati & Juandi, 2022). Menurut E. Suharmi (2016) fungsi kuadrat adalah fungsi di mana pangkat variabel tertinggi adalah kuadrat atau

pangkat dua. Siswa diminta untuk menyampaikan gagasan matematis mereka dalam materi fungsi kuadrat. Salah satu contohnya adalah langkah-langkah yang diperlukan untuk menggambar grafik fungsi kuadrat, di mana mereka harus menyampaikan gagasan mereka dalam bentuk simbol matematis yang dihubungkan ke dalam gambar atau grafik (Mutiarani & Sofyan, 2022).

Untuk memodelkan lintasan proyektil yang ditembakkan dari ketapel, digunakan bentuk puncak fungsi kuadrat:

$$y = a(x - h)^2 + k$$

Dengan:

- h : setengah dari jarak tembak
- k : tinggi maksimum
- a : dihitung dengan rumus $a = \frac{-k}{h^2}$, karena parabola terbuka ke bawah dan melalui titik puncak

Berikut adalah hasil pendekatan model fungsi kuadrat berdasarkan data uji coba:

Tabel 4. Hasil Pendekatan Model Fungsi Kuadrat Kelompok 1

Uji Ke-	Jarak	Tinggi	h	k	Fungsi Kuadrat
1	90	25	45	25	$y = -\frac{25}{2025}(x - 45)^2 + 25$
2	110	35	55	35	$y = -\frac{35}{3025}(x - 55)^2 + 35$
3	115	40	57,5	40	$y = -\frac{40}{3306,25}(x - 57,5)^2 + 40$

Tabel 5. Hasil Pendekatan Model Fungsi Kuadrat Kelompok 2

Uji Ke-	Jarak	Tinggi	h	k	Fungsi Kuadrat
1	87	23	43,5	23	$y = -\frac{23}{1892,25}(x - 43,5)^2 + 23$
2	105	29	52,5	29	$y = -\frac{29}{2756,25}(x - 52,5)^2 + 29$
3	110	37	55	37	$y = -\frac{37}{3025}(x - 55)^2 + 37$

Tabel 6. Hasil Pendekatan Model Fungsi Kuadrat Kelompok 3

Uji Ke-	Jarak	Tinggi	h	k	Fungsi Kuadrat
1	91	27	45,5	27	$y = -\frac{27}{2070,25}(x - 45,5)^2 + 27$
2	112	38	56	38	$y = -\frac{38}{3136}(x - 56)^2 + 38$
3	113	39	56,5	39	$y = -\frac{39}{3192,25}(x - 56,5)^2 + 39$

Tabel 7. Hasil Pendekatan Model Fungsi Kuadrat Kelompok 4

Uji Ke-	Jarak	Tinggi	h	k	Fungsi Kuadrat
1	94	28	47	28	$y = -\frac{28}{2209}(x - 47)^2 + 28$
2	107	33	53,5	33	$y = -\frac{33}{2862,25}(x - 53,5)^2 + 33$
3	117	43	58,5	43	$y = -\frac{43}{3422,25}(x - 58,5)^2 + 43$

Dengan menggunakan fungsi tersebut di GeoGebra, siswa dapat melihat bentuk parabola yang sesuai dengan data hasil uji coba dan menghubungkannya secara matematis dengan koefisien a , letak sumbu simetri h , dan titik puncak k . Hal ini membantu memahami bahwa model kuadrat sangat relevan dalam menggambarkan fenomena gerak parabola dalam konteks nyata.

Secara keseluruhan hasil pengamatan dari setiap kelompok pada intinya sama. Semakin besar sudut tembak proyektil maka semakin tinggi mencapai titik puncaknya. Setiap siswa melakukan uji coba sebanyak 3 kali dengan sudut yang berbeda. Pada tarikan pertama dengan sudut 25° titik puncak berada pada ketinggian 25,75 cm. Pada tarikan kedua dengan sudut 35° titik puncak berada pada ketinggian 33,75 cm. Selanjutnya pada tarikan ketiga dengan sudut 45° titik puncak berada pada ketinggian 39,75 cm. Secara keseluruhan siswa menyimpulkan bahwa semakin besar sudut tarikan pada ketapel maka semakin tinggi titik puncak yang diperoleh.

Tabel berikut menunjukkan bahwa hasil produk siswa secara keseluruhan dapat dikatakan baik.

Tabel 8. Hasil Produk Siswa Keseluruhan

Penilaian	Kelompok			
	1	2	3	4
Eksperimen dan Data Ketapel (30)	25	27	25	22
Penggunaan GeoGebra (20)	20	20	20	20
Model Matematika (30)	25	20	20	25
Diskusi/ Refleksi (20)	20	18	18	20
Total (100)	90	85	83	87
Kriteria	Amat Baik	Baik	Baik	Baik

Hasil penilaian produk siswa menunjukkan bahwa seluruh kelompok mencapai kategori “Baik” hingga “Amat Baik” pada pembelajaran berbasis STEM yang mengintegrasikan proyek pembuatan ketapel dan penggunaan aplikasi GeoGebra. Penilaian dilakukan berdasarkan empat aspek yaitu, eksperimen dan data ketapel, penggunaan aplikasi GeoGebra, model matematika, serta diskusi dan refleksi. Semua kelompok memperoleh skor maksimal dalam penggunaan GeoGebra, menandakan penguasaan teknologi yang sangat baik. Pada aspek eksperimen dan model matematika, terdapat variasi skor antar kelompok, namun seluruhnya masih dalam kategori baik.

Sementara itu, kemampuan refleksi dan diskusi juga menunjukkan hasil memuaskan terutama pada kelompok 1 dan 4 yang meraih nilai maksimal. Secara keseluruhan, kelompok 1 memperoleh skor tertinggi yaitu 90 dengan kriteria “Amat Baik”, sedangkan kelompok lainnya berada pada rentang skor 82-89 dengan kriteria “Baik”.

Pembelajaran fungsi kuadrat dengan pendekatan STEM menunjukkan keterkaitan erat antar elemen: sains digunakan untuk memahami prinsip gerak, teknologi menggunakan aplikasi GeoGebra untuk visualisasi, rekayasa dalam mendesain ketapel, dan matematika untuk menganalisis lintasan. Integrasi ini membentuk pengalaman belajar yang utuh dan saling terkait. Hasil pembelajaran juga mencerminkan peningkatan keterampilan abad 21 seperti kolaborasi, berpikir kritis, dan pemecahan masalah saat siswa merancang, merefleksi, dan menyempurnakan solusi secara mandiri maupun kelompok.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pendekatan STEM terbukti efektif meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi fungsi kuadrat. Seluruh kelompok mencapai kategori “Baik” hingga “Amat Baik” dengan rata-rata nilai 86,25. Sekitar 75% siswa mampu memodelkan fungsi kuadrat sesuai hasil eksperimen. GeoGebra membantu visualisasi grafik secara konkret dan kegiatan eksperimen meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta kolaborasi.

Saran

Implementasi pendekatan STEM perlu disesuaikan dengan kondisi sekolah karena terdapat kendala seperti keterbatasan alat dan waktu. Disarankan pengembangan modul STEM berbasis GeoGebra untuk mendukung pembelajaran. Penelitian lanjutan sebaiknya menggunakan *pre-test* dan *post-test* agar hasil lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adolph, R. (2022). *Peningkatan Pemahaman Konsep Materi Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Siswa Kelas 4 di SDN Bunder 1 Padamawu Pamekasan*. 1–23.
- Fauziah, L., Rumahorbo, L. A., Aritonang, A., & Siregar, R. (2024). Peningkatan Keterampilan Berpikir Komputasional Siswa SMA N 2 Medan Melalui Pendekatan STEM. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 2(3), 112–128. <https://doi.org/10.62383/bilangan.v2i3.63>
- Fi, U. A. S., & Amir, M. F. (2023). Proses Berpikir Kreatif Siswa dalam Pengajuan Masalah Comprehending dengan Model Christou. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 2277–2286. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2626>

- Halimatus Sadiyah, & Permatasari, D. (2022). Analisis Kemampuan Koneksi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal Persamaan Trigonometri. *Jurnal Fourier*, 11(2), 59–68. <https://doi.org/10.14421/fourier.2022.112.59-68>
- Hamidah, N., Afidah, I. N., Setyowati, L. W., Sutini, S., & Junaedi, J. (2020). Pengaruh Media Pembelajaran Geogebra Pada Materi Fungsi Kuadrat Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Journal of Education and Learning Mathematics Research (JELMaR)*, 1(1), 15–24. <https://doi.org/10.37303/jelmar.v1i1.2>
- Handayani, S., & Munandar, D. R. (2023). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP Kelas VIII pada Materi Aljabar. *Jurnal Syntax Transformation*, 4(2), 183–191. <https://doi.org/10.46799/jst.v4i2.689>
- Humam, M. S., & Hanif, M. (2025). *Strategi Pembelajaran Aktif dalam Meningkatkan Keterampilan Kritis Siswa di Era Modern*. 3.
- Kase, F. M. Y., Nesti, R. D. H., Senid, P. P., Senia, M. E., & Djawa, R. (2021). Analisis Kesulitan Siswa Berdasarkan Kemampuan Pemahaman Matematis dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi FPB dan KPK. *Fraktal: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(2), 29–42. <https://doi.org/10.35508/fractal.v2i2.5638>
- Mutiarani, A., & Sofyan, D. (2022). Kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi persamaan dan fungsi kuadrat berdasarkan gender di desa sukamenak. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu*, 1(1), 1–14. <https://doi.org/10.31980/powermathedu.v1i1.1911>
- Properti, K. D. A. N. (2020). *MATHE dunesa*. 9(2).
- Rahardi, N. U., Putri, M., Islam, U., Imam, N., Padang, B., & Padang, K. (2025). *Strategi Pembelajaran Aktif dalam Meningkatkan Pemahaman Nilai-Nilai Islam di Sekolah*. 3.
- Rahmawati, L., & Juandi, D. (2022). Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Stem: Systematic Literature Review. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 7(1), 149. <https://doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6914>
- Roberts, T., Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Bush, S. B., Maiorca, C., Cavalcanti, M., Craig Schroeder, D., Delaney, A., Putnam, L., & Cremeans, C. (2018). Students' perceptions of STEM learning after participating in a summer informal learning experience. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0133-4>
- Rochim, A., Herawati, T., & Nurwiani, N. (2021). Deskripsi Pembelajaran Matematika Berbantuan Video Geogebra dan Pemahaman Matematis Siswa pada Materi Fungsi Kuadrat. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 269–280. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i2.996>
- Ryan, J., & Bowman, J. (2022). Teach cognitive and metacognitive strategies to support

learning and independence. *High Leverage Practices and Students with Extensive Support Needs*, 3(3), 170–184. <https://doi.org/10.4324/9781003175735-15>

Simbolon, A. K. (2020). Penggunaan Software Geogebra Dalam Meningkatkan Kemampuan Matematis Siswa Pada Pembelajaran Geometri di SMPN2 Tanjung Morawa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1106–1114. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.351>

Surahmi, E. (n.d.). *Representasi Siswa SMA Dalam Memahami Konsep Fungsi*.