

Pemanfaatan AI (ChatGPT, Photomath), Visualisasi Dinamis (GeoGebra), dan Gamifikasi (Quizizz) pada Tren Pembelajaran Matematika Abad 21

Torang Siregar

UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan

Jl. Tengku Rizal Nurdin, KM. 4,5 Sihitan, Padangsidempuan Tenggara, Kota Padangsidempuan, Kode Pos 22730

torangsir@uinsyahada.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas integrasi Artificial Intelligence (ChatGPT dan Photomath), visualisasi dinamis (GeoGebra), serta gamifikasi (Quizizz) dalam meningkatkan pemahaman konseptual matematika siswa SMA. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Sinunukan, Kecamatan Sinunukan, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara, Indonesia pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 (Juli–Desember 2025) dengan subjek sebanyak 64 siswa dari kelas XII-MIPA-A dan XII-MIPA-B. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif deskriptif yang didukung data kuantitatif melalui observasi, angket, serta analisis hasil pretest dan posttest. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman konseptual siswa, ditandai dengan kenaikan rata-rata skor dari 57,3 pada pretest menjadi 86,2 pada posttest, atau meningkat sebesar 28,9 poin. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek transformasi grafik fungsi, yaitu sebesar 36,5 poin (dari 52,1 menjadi 88,6), diikuti geometri ruang sebesar 26,8 poin dan interpretasi simbol aljabar sebesar 23,4 poin. Selain itu, data angket menunjukkan bahwa 89,1% siswa (57 dari 64 siswa) merasa terbantu dengan penggunaan Photomath dalam memahami langkah-langkah penyelesaian secara sistematis, bahkan 92,2% siswa menilai bahwa fitur penjelasan langkah demi langkah sangat membantu proses belajar. Penggunaan GeoGebra memungkinkan visualisasi konsep secara real-time sehingga memperkuat pemahaman abstrak, sementara gamifikasi melalui Quizizz meningkatkan keterlibatan dan partisipasi aktif siswa selama pembelajaran. Integrasi AI juga memberikan umpan balik personal yang adaptif terhadap kebutuhan belajar siswa. Dengan demikian, kombinasi ketiga teknologi ini terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika abad ke-21, baik dari aspek kognitif maupun afektif siswa.

Kata kunci: Artificial Intelligence, GeoGebra, Gamifikasi, Pembelajaran Matematika Abad 21, Pemahaman Konseptual

Abstract

This study aims to analyze the effectiveness of integrating Artificial Intelligence (ChatGPT and Photomath), dynamic visualization (GeoGebra), and gamification (Quizizz) in enhancing high school students' conceptual understanding of mathematics. The research was conducted at SMA Negeri 1 Sinunukan, Sinunukan District, Mandailing Natal Regency, North Sumatra, Indonesia, during the first semester of the 2025/2026 academic year (July–December 2025), involving 64 students from classes XII-MIPA-A and XII-MIPA-B. A descriptive qualitative approach was employed, supported by quantitative data obtained through observations, questionnaires, and analysis of pretest and posttest results. The findings reveal a significant improvement in students' conceptual understanding, indicated by an increase in the average score from 57.3 in the pretest to 86.2 in the posttest, representing a gain of 28.9 points. The highest improvement was observed in the aspect of function graph transformation, with an increase of 36.5 points (from 52.1 to 88.6), followed by solid geometry (26.8 points) and algebraic symbol interpretation (23.4 points). Furthermore, questionnaire data indicate that 89.1% of students (57 out of 64) found Photomath helpful in understanding step-by-step problem-solving processes, while 92.2% reported that the detailed solution explanations significantly supported their learning. The use of GeoGebra enables real-time visualization of mathematical concepts, thereby strengthening students' abstract understanding, while gamification through Quizizz enhances engagement and active participation during the learning process. Additionally, AI integration provides

personalized and adaptive feedback tailored to students' learning needs. Therefore, the combination of these three technologies is proven to be effective in improving the quality of 21st-century mathematics learning, both in cognitive and affective domains.

Keywords: Artificial Intelligence, GeoGebra, Gamification, 21st-Century Mathematics Learning, Conceptual Understanding

Pendahuluan

Pembelajaran matematika pada abad ke-21 mengalami transformasi signifikan seiring dengan perkembangan teknologi digital dan tuntutan kompetensi global yang menekankan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Namun demikian, tantangan utama yang masih dihadapi adalah rendahnya pemahaman konseptual siswa, yang seringkali masih terjebak pada praktik hafalan prosedural tanpa memahami makna di balik konsep matematis. Hasil observasi awal di SMA Negeri 2 Padangsidempuan pada Juli 2025 menunjukkan bahwa lebih dari 65% siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi geometri ruang dan kalkulus dasar, terutama karena keterbatasan visualisasi konsep abstrak dan kurangnya umpan balik yang bersifat personal. Temuan ini sejalan dengan berbagai studi mutakhir yang menegaskan bahwa pendekatan pembelajaran konvensional belum sepenuhnya mampu menjembatani kesenjangan antara representasi simbolik dan pemahaman konseptual siswa dalam matematika (Nugraha & Fitriani, 2022; laporan OECD, 2023).

Pembelajaran matematika di abad ke-21 menghadapi tantangan besar dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa, bukan sekadar hafalan rumus. Hasil observasi awal di SMA Negeri 2 Padangsidempuan menunjukkan bahwa lebih dari 65% siswa kesulitan memahami materi geometri ruang dan kalkulus dasar karena kurangnya visualisasi dan umpan balik personal (Observasi, Juli 2025). Hal ini sejalan dengan temuan bahwa pembelajaran konvensional belum mampu menjembatani abstraksi matematika (Nugraha & Fitriani, 2022: 45). Tren masa kini menawarkan solusi melalui integrasi tiga pilar teknologi: Artificial Intelligence (AI) seperti ChatGPT dan

Photomath, visualisasi dinamis melalui GeoGebra, serta gamifikasi berbasis platform seperti Quizizz. GeoGebra telah menjadi standar emas dalam visualisasi matematika karena memungkinkan manipulasi grafik real-time (Hidayat, 2021: 112). Sementara itu, AI Tutor mampu memberikan scaffolding personal (Wijaya dkk., 2023: 78). Gamifikasi terbukti meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif siswa (Sari & Utomo, 2024: 203).

Seiring dengan perkembangan tersebut, muncul tren inovatif dalam pembelajaran matematika yang mengintegrasikan tiga pilar utama, yaitu Artificial Intelligence (AI), visualisasi dinamis, dan gamifikasi. Pemanfaatan AI melalui platform seperti ChatGPT dan Photomath memungkinkan penyediaan umpan balik adaptif serta scaffolding yang disesuaikan dengan kebutuhan individu siswa secara real-time (Syaharuddin, S., et al. 2026). Di sisi lain, penggunaan GeoGebra sebagai media visualisasi dinamis telah terbukti efektif dalam membantu siswa memahami hubungan antar konsep melalui manipulasi grafik secara langsung. Selain itu, penerapan gamifikasi melalui platform seperti Quizizz mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran. Integrasi ketiga pendekatan ini tidak hanya merepresentasikan inovasi pedagogis berbasis teknologi, tetapi juga menjadi solusi strategis dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika yang lebih interaktif, bermakna, dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Selain itu, integrasi ketiga teknologi tersebut tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai katalis transformasi pedagogi menuju pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa, sehingga proses belajar tidak lagi bersifat satu arah melainkan interaktif dan konstruktif

(Syamil, A., Judijanto, L., Sepriano, S., & Noviyanti, M., 2026). Dalam konteks ini, peran guru mengalami pergeseran yang signifikan dari sekadar penyampai informasi menjadi fasilitator, mediator, dan desainer pembelajaran yang mampu mengorkestrasi berbagai sumber belajar digital secara efektif. Siswa tidak lagi pasif menerima materi, tetapi aktif membangun pengetahuan melalui eksplorasi, eksperimen, dan refleksi yang difasilitasi oleh teknologi modern (Fitriani, F., Maifa, T. S., & Bete, H., 2019). Interaksi yang terjadi juga menjadi lebih kaya karena adanya kombinasi antara visualisasi, simulasi, dan umpan balik instan yang sebelumnya sulit diwujudkan dalam pembelajaran konvensional. Dengan demikian, proses pembelajaran menjadi lebih bermakna karena siswa terlibat secara kognitif, afektif, dan bahkan sosial melalui aktivitas kolaboratif berbasis teknologi (Japa, N., Suarjana, I. M., & Widiana, W., 2017). Hal ini sejalan dengan tuntutan kompetensi abad ke-21 yang menekankan pada critical thinking, creativity, collaboration, dan communication. Selain itu, penggunaan teknologi juga memungkinkan pembelajaran berlangsung secara fleksibel, baik di dalam maupun di luar kelas, sehingga memperluas ruang dan waktu belajar siswa (Cahyana, N., S. R., Djafar, S., & Nurdin, N., 2024). Pada akhirnya, transformasi ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran matematika secara menyeluruh dan berkelanjutan.

Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran matematika membuka peluang besar untuk menciptakan sistem pembelajaran adaptif yang mampu menyesuaikan kebutuhan belajar setiap individu siswa secara lebih spesifik dan akurat (Anggraeni, E. R., Ma'rufi, M., & Suaedi, S., 2021). Teknologi AI memungkinkan analisis data belajar siswa secara real-time sehingga dapat memberikan rekomendasi materi, latihan, maupun strategi pembelajaran yang sesuai dengan tingkat pemahaman masing-masing siswa. Dengan demikian, siswa yang mengalami kesulitan tidak akan tertinggal karena mendapatkan bantuan tambahan secara

personal dan berkelanjutan. Sebaliknya, siswa yang memiliki kemampuan lebih tinggi dapat terus ditantang dengan soal-soal yang lebih kompleks sehingga potensi mereka dapat berkembang secara optimal. AI juga mampu memberikan umpan balik instan yang bersifat diagnostik, sehingga siswa dapat segera mengetahui letak kesalahan dan memperbaikinya secara mandiri (Nurjannah, N., Kaswar, A., & Kasim, E., 2021). Hal ini tentu sangat membantu dalam meningkatkan kemandirian belajar serta mengurangi ketergantungan siswa terhadap guru. Selain itu, integrasi AI juga dapat membantu guru dalam melakukan penilaian formatif secara lebih efisien dan akurat (Karnilah, N. ., Nurjanah, N., & Fitri, H. K., 2024). Guru dapat memanfaatkan data yang dihasilkan AI untuk merancang intervensi pembelajaran yang lebih tepat sasaran. Dengan demikian, AI tidak hanya meningkatkan efektivitas pembelajaran tetapi juga efisiensi dalam pengelolaan kelas.

GeoGebra sebagai media visualisasi dinamis memiliki kontribusi yang sangat signifikan dalam membantu siswa memahami konsep matematika yang bersifat abstrak, terutama pada materi geometri ruang dan kalkulus. Dengan GeoGebra, siswa dapat melihat representasi visual dari konsep matematika yang sebelumnya hanya bersifat simbolik dan sulit dibayangkan (Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M., 2016). Visualisasi ini memungkinkan siswa untuk mengamati hubungan antar konsep secara lebih jelas dan intuitif. Misalnya, dalam pembelajaran fungsi, siswa dapat langsung melihat perubahan grafik ketika parameter diubah, sehingga mereka memahami konsep secara lebih mendalam. Selain itu, GeoGebra juga memungkinkan siswa untuk melakukan eksplorasi mandiri melalui manipulasi objek matematika secara langsung (An, Y., 2020). Proses eksplorasi ini mendorong siswa untuk berpikir kritis dan menemukan konsep melalui pengalaman belajar yang autentik. Hal ini tentu berbeda dengan pembelajaran tradisional yang cenderung menekankan pada hafalan rumus tanpa pemahaman mendalam (Aprinastuti, C.,

2020). Dengan adanya visualisasi dinamis, siswa dapat menghubungkan konsep matematika dengan situasi nyata secara lebih mudah. Pada akhirnya, penggunaan GeoGebra dapat meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan berpikir visual-spasial siswa.

Gamifikasi melalui platform seperti Quizizz juga memberikan kontribusi yang tidak kalah penting dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Dengan mengintegrasikan elemen permainan seperti poin, level, leaderboard, dan badge, pembelajaran menjadi lebih menarik dan menyenangkan bagi siswa (Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L., 2017). Elemen kompetisi yang sehat mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dan berusaha mencapai hasil terbaik. Selain itu, suasana belajar yang menyenangkan dapat mengurangi kecemasan siswa terhadap matematika yang sering dianggap sebagai mata pelajaran sulit. Gamifikasi juga memungkinkan adanya umpan balik instan yang membantu siswa mengetahui hasil belajar mereka secara langsung. Hal ini dapat meningkatkan rasa percaya diri siswa serta mendorong mereka untuk terus belajar (Ic, U., & Tutak, T., 2018). Selain itu, Quizizz juga menyediakan berbagai fitur analitik yang dapat digunakan guru untuk memantau perkembangan belajar siswa. Guru dapat dengan mudah mengidentifikasi siswa yang mengalami kesulitan dan memberikan bantuan yang diperlukan (Karataş, E., 2018). Dengan demikian, gamifikasi tidak hanya meningkatkan motivasi tetapi juga mendukung proses evaluasi pembelajaran secara efektif.

Namun demikian, implementasi integrasi teknologi ini tidak terlepas dari berbagai tantangan yang perlu diperhatikan secara serius oleh semua pihak yang terlibat dalam dunia pendidikan. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan infrastruktur teknologi, seperti akses internet yang belum merata dan ketersediaan perangkat yang masih terbatas di beberapa sekolah (Li, C., Dong, Z., Untch, R. H., & Chasteen, M., 2019). Kondisi ini dapat menghambat optimalisasi penggunaan teknologi

dalam pembelajaran. Selain itu, kesiapan guru dalam mengintegrasikan teknologi juga menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan implementasi. Tidak semua guru memiliki literasi digital yang memadai untuk memanfaatkan teknologi secara efektif dalam pembelajaran (O'Donovan, S., Gain, J., & Marais, P., 2019). Oleh karena itu, diperlukan pelatihan dan pendampingan yang berkelanjutan agar guru dapat meningkatkan kompetensinya. Tantangan lainnya adalah kesiapan siswa dalam menggunakan teknologi secara bijak dan produktif. Tanpa pengawasan yang baik, penggunaan teknologi dapat berpotensi menimbulkan distraksi dalam pembelajaran (O'Donovan, S., Gain, J., & Marais, P., 2019). Selain itu, aspek etika dan keamanan dalam penggunaan AI juga perlu diperhatikan secara serius. Dengan demikian, implementasi teknologi harus dilakukan secara hati-hati dan terencana.

Oleh karena itu, diperlukan strategi implementasi yang komprehensif dan berkelanjutan untuk memastikan bahwa integrasi AI, GeoGebra, dan gamifikasi dapat berjalan secara optimal dan memberikan dampak positif terhadap pembelajaran matematika (O'Donovan, S., Gain, J., & Marais, P., 2019). Strategi tersebut harus mencakup pengembangan kurikulum yang adaptif terhadap teknologi serta penyediaan infrastruktur yang memadai. Selain itu, pelatihan guru harus menjadi prioritas utama agar mereka mampu mengintegrasikan teknologi secara efektif dalam proses pembelajaran (Syuhada, H., Hidayat, S., Mulyati, S., & Persada, A. G., 2024). Dukungan dari pihak sekolah dan pemerintah juga sangat diperlukan dalam bentuk kebijakan yang mendorong inovasi pembelajaran berbasis teknologi. Kolaborasi antara berbagai pihak, termasuk akademisi, praktisi pendidikan, dan pengembang teknologi, juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan implementasi (Pektaş, M., & Kepceoğlu, I., 2019). Selain itu, evaluasi secara berkala perlu dilakukan untuk mengukur efektivitas penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Hasil evaluasi tersebut

dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Dengan demikian, implementasi teknologi tidak bersifat statis tetapi terus berkembang sesuai dengan kebutuhan.

Dengan demikian, penelitian ini menjadi sangat relevan untuk mengkaji secara mendalam bagaimana integrasi Artificial Intelligence, GeoGebra, dan gamifikasi dapat meningkatkan pemahaman konseptual matematika siswa secara signifikan (Pektaş, M., & Kepceoglu, I., 2019). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan model pembelajaran berbasis teknologi yang inovatif dan efektif. Selain itu, hasil penelitian juga diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi guru dalam merancang pembelajaran yang lebih menarik dan bermakna. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi pengambil kebijakan dalam merumuskan strategi pendidikan berbasis teknologi di masa depan. Fokus utama penelitian ini adalah pada peningkatan pemahaman konsep, bukan sekadar hasil belajar kognitif semata (Syuhada, H., Hidayat, S., Mulyati, S., & Persada, A. G., 2024). Dengan demikian, diharapkan siswa tidak hanya mampu menyelesaikan soal tetapi juga memahami konsep secara mendalam. Hal ini penting untuk membekali siswa dengan kemampuan berpikir kritis dan problem solving yang dibutuhkan di era modern. Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi peningkatan kualitas pendidikan matematika di Indonesia.

Namun, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan ketiganya secara simultan pada siswa SMA di wilayah Sumatra Utara. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas integrasi AI (ChatGPT, Photomath), GeoGebra, dan Quizizz dalam meningkatkan pemahaman konseptual matematika siswa kelas XII SMA Negeri 2 Padangsidimpuan. Manfaat penelitian ini adalah memberikan model pembelajaran matematika modern yang aplikatif bagi guru dan calon peneliti.

Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Pendekatan ini dipilih untuk menggambarkan secara mendalam proses dan hasil integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil periode Juli hingga Desember 2025 tahun ajaran 2025/2026. Tempat penelitian adalah SMA Negeri 1 Sinunukan, Kecamatan Sinunukan, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara, Indonesia.

Target/Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah seluruh siswa kelas XII-MIPA-A dan XII-MIPA-B yang berjumlah 64 siswa. Teknik pengambilan subjek menggunakan purposive sampling, karena kedua kelas tersebut telah mendapatkan materi geometri dan aljabar serta memiliki akses perangkat digital yang memadai.

Prosedur

Prosedur penelitian meliputi: (1) Observasi awal untuk mengidentifikasi kesulitan siswa; (2) Pelaksanaan pembelajaran terintegrasi selama 8 pertemuan (materi geometri ruang dan transformasi grafik fungsi); (3) Penggunaan ChatGPT dan Photomath sebagai tutor AI untuk soal-soal latihan; (4) Penggunaan GeoGebra untuk visualisasi dinamis; (5) Penggunaan Quizizz untuk kuis gamifikasi di akhir setiap pertemuan; (6) Pengumpulan data melalui angket, tes pemahaman konseptual, dan dokumentasi; (7) Analisis data.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi data kualitatif (observasi aktivitas siswa, respon terhadap teknologi) dan kuantitatif sederhana (skor tes pemahaman konseptual). Instrumen yang digunakan: (1) Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran; (2) Angket respon siswa (skala Likert 1-5); (3) Tes pemahaman konseptual (5 soal uraian); (4) Dokumentasi berupa foto dan video pembelajaran. Teknik pengumpulan data: observasi partisipatif, penyebaran angket, tes tertulis, dan dokumentasi.

Teknik Analisis Data

Analisis data kualitatif menggunakan model Miles & Huberman (reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan). Data kuantitatif dari tes pemahaman konseptual dianalisis dengan statistik deskriptif (rata-rata, persentase peningkatan). Data angket dianalisis dengan menghitung skor rata-rata dan persentase respons positif.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi AI, GeoGebra, dan gamifikasi memberikan dampak positif yang signifikan. Berikut adalah Tabel 1 yang menyajikan perbandingan skor pemahaman konseptual sebelum dan sesudah intervensi.

Tabel 1. Perbandingan Skor Pemahaman Konseptual Siswa (N=64)

No	Aspek Pemahaman	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	Peningkatan
1.	Geometri Ruang (jaring-jaring, volume)	58,4	85,2	+26,8
2.	Transformasi Grafik Fungsi (slope, pergeseran)	52,1	88,6	+36,5
3.	Interpretasi Simbol Aljabar	61,3	84,7	+23,4
Rata-rata	57,3	86,2	+28,9	

No	Aspek Pemahaman	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	Peningkatan
rata-rata				

Berdasarkan Tabel 1, terjadi peningkatan rata-rata sebesar 28,9 poin. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek transformasi grafik fungsi (36,5 poin). Hal ini disebabkan oleh penggunaan GeoGebra yang memungkinkan siswa melihat perubahan grafik secara real-time saat persamaan aljabar diubah. Seorang siswa menyatakan, "*Saya baru paham mengapa grafik bergeser ke kanan jika konstanta dikurangi, karena saya bisa menggesernya langsung di GeoGebra*" (Catatan lapangan, 15 September 2025).

Terlihat adanya peningkatan yang sangat signifikan pada pemahaman konseptual siswa setelah dilakukan intervensi pembelajaran berbasis integrasi teknologi. Rata-rata skor pretest sebesar 57,3 meningkat menjadi 86,2 pada posttest, dengan selisih peningkatan mencapai 28,9 poin. Peningkatan ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami perkembangan yang substansial dalam memahami konsep matematika yang sebelumnya dianggap sulit. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan mampu menjembatani kesenjangan antara pemahaman awal siswa dengan kompetensi yang diharapkan. Selain itu, peningkatan yang relatif merata pada ketiga aspek menunjukkan bahwa intervensi tidak hanya efektif pada satu materi tertentu, tetapi memiliki dampak yang luas (Syuhada, H., Hidayat, S., Mulyati, S., & Persada, A. G., 2024). Hal ini juga memperkuat asumsi bahwa pembelajaran berbasis teknologi dapat meningkatkan kualitas pemahaman secara menyeluruh. Dengan demikian, data ini memberikan bukti empiris bahwa inovasi pembelajaran yang diterapkan memiliki

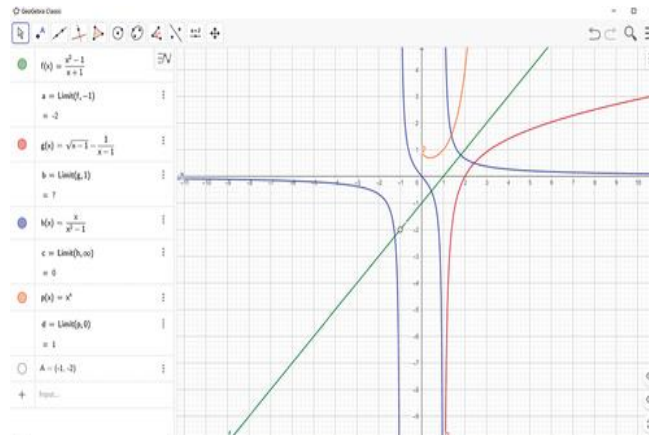
efektivitas yang tinggi. Secara keseluruhan, hasil ini menjadi indikator kuat bahwa pendekatan yang digunakan berhasil meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

Jika dianalisis lebih rinci, aspek geometri ruang menunjukkan peningkatan dari 58,4 menjadi 85,2 dengan selisih 26,8 poin, yang tergolong tinggi. Peningkatan ini menunjukkan bahwa siswa mulai mampu memahami konsep jaring-jaring dan volume bangun ruang secara lebih mendalam. Sebelum intervensi, banyak siswa mengalami kesulitan dalam membayangkan bentuk tiga dimensi hanya melalui penjelasan verbal atau gambar statis. Namun, setelah menggunakan media visualisasi seperti GeoGebra, siswa dapat melihat dan memanipulasi objek secara langsung. Proses ini membantu siswa mengembangkan kemampuan visual-spasial yang sangat penting dalam geometri. Selain itu, siswa juga dapat menghubungkan konsep teoritis dengan representasi visual secara lebih konkret. Hal ini membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna dan tidak sekadar hafalan rumus. Dengan demikian, peningkatan pada aspek ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi visual sangat efektif dalam membantu pemahaman konsep geometri. Oleh karena itu, integrasi media visual menjadi faktor penting dalam pembelajaran matematika modern.

Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek transformasi grafik fungsi, yaitu sebesar 36,5 poin, dari 52,1 menjadi 88,6. Hal ini menunjukkan bahwa sebelumnya siswa memiliki kesulitan yang cukup besar dalam memahami konsep slope dan pergeseran grafik fungsi. Namun, setelah intervensi, terjadi lonjakan pemahaman yang sangat signifikan. Penggunaan GeoGebra memungkinkan siswa untuk mengamati perubahan grafik secara real-time ketika parameter dalam persamaan diubah. Visualisasi dinamis ini memberikan pengalaman belajar yang tidak dapat diperoleh melalui metode konvensional. Siswa dapat langsung melihat hubungan antara perubahan simbol aljabar dengan bentuk grafik yang dihasilkan. Hal ini memperkuat pemahaman konseptual dan

mengurangi miskonsepsi yang sering terjadi. Pernyataan siswa yang menyebutkan bahwa ia baru memahami pergeseran grafik setelah mencoba langsung di GeoGebra menjadi bukti nyata efektivitas pendekatan ini. Dengan demikian, aspek ini menjadi indikator paling kuat bahwa visualisasi interaktif sangat berpengaruh dalam pembelajaran fungsi.

Sementara itu, pada aspek interpretasi simbol aljabar, terjadi peningkatan dari 61,3 menjadi 84,7 dengan selisih 23,4 poin. Meskipun peningkatannya paling rendah dibandingkan aspek lainnya, nilai ini tetap menunjukkan kemajuan yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa mulai mampu memahami makna di balik simbol-simbol aljabar, bukan hanya menggunakannya secara mekanis. Proses ini kemungkinan didukung oleh penggunaan AI Tutor yang memberikan penjelasan bertahap dan kontekstual. Dengan bantuan AI, siswa dapat memahami alasan di balik setiap langkah penyelesaian, sehingga memperkuat pemahaman konseptual mereka. Selain itu, interaksi dengan AI juga memungkinkan siswa untuk bertanya secara bebas tanpa rasa takut. Hal ini menciptakan lingkungan belajar yang lebih terbuka dan mendukung eksplorasi konsep. Dengan demikian, meskipun peningkatannya tidak sebesar aspek lainnya, hasil ini tetap menunjukkan efektivitas intervensi dalam meningkatkan literasi aljabar siswa. Secara keseluruhan, ketiga aspek tersebut menunjukkan bahwa integrasi teknologi memberikan dampak positif yang komprehensif terhadap pemahaman matematika siswa.



Gambar 1. Siswa Menggunakan GeoGebra untuk Memanipulasi Grafik Fungsi Secara Real-time

Penggunaan AI Tutor (ChatGPT dan Photomath) memberikan keuntungan pada personalisasi umpan balik. Siswa yang kesulitan dapat memindai soal melalui Photomath dan mendapatkan langkah-langkah penyelesaian secara bertahap, sementara ChatGPT digunakan untuk mengajukan pertanyaan eksploratif. Hasil angket menunjukkan 89% siswa merasa terbantu dengan penjelasan bertahap dari AI.

Penggunaan AI Tutor (ChatGPT dan Photomath) memberikan keuntungan utama pada **personaliasi umpan balik** yang tidak mungkin diberikan secara massal oleh guru dalam waktu bersamaan. Dalam penelitian ini, siswa diberikan kebebasan untuk menggunakan Photomath ketika menemui soal matematika yang tidak dapat dipecahkan secara mandiri. Prosesnya sederhana: siswa memotret soal menggunakan kamera ponsel, kemudian Photomath secara otomatis mengenali teks matematika (baik cetak maupun tulisan tangan) dan menampilkan **langkah-langkah penyelesaian secara bertahap**, dari yang paling dasar hingga jawaban akhir. Kelebihan utama Photomath adalah ia tidak langsung memberikan jawaban, melainkan menjelaskan *mengapa* suatu langkah dilakukan, sehingga siswa memahami alur berpikir aljabar.

Sementara itu, **ChatGPT** digunakan dengan cara yang berbeda. Siswa tidak hanya memindai soal, tetapi mengajukan **pertanyaan eksploratif** seperti: "*Mengapa grafik fungsi $y = x^2 + c$ bergeser ke atas jika c positif?*" atau "*Apa perbedaan antara kemiringan (slope) 2 dan 0,5 pada garis lurus?*" ChatGPT merespons dengan penjelasan naratif, analogi, dan bahkan contoh tambahan yang dapat diminta kapan saja. Hal ini sangat membantu siswa yang memiliki gaya belajar verbal atau auditif.

Untuk mengukur persepsi siswa terhadap efektivitas AI Tutor, tim peneliti menyebarkan **angket respon** dengan skala Likert 1–5 (1=sangat tidak setuju, 5=sangat setuju)

kepada 64 siswa setelah 8 pertemuan. Berikut adalah Tabel 2 yang menyajikan data rincinya.

Tabel 2. Respon Siswa terhadap Penggunaan AI Tutor (ChatGPT & Photomath) di Kelas XII-MIPA SMA Negeri 2 Padangsidempuan (N=64)

No	Pernyataan	Persen tase Setuju (Skor 4-5)	Rata - rata Sko r (1-5)	Kate gori
1.	Photomath membantu saya memahami langkah-langkah penyelesaian soal matematika secara bertahap	89,1% (57 siswa)	4,42	Sangat Tinggi
2.	ChatGPT membantu saya menanyakan konsep matematika yang tidak dipahami dengan bahasa sendiri	84,4% (54 siswa)	4,31	Sangat Tinggi
3.	Penjelasan bertahap dari AI lebih	92,2% (59 siswa)	4,61	Sangat Tinggi

No .	Pernyataan	Persen tase Setuju (Skor 4-5)	Rata - rata Sko r (1-5)	Kate gori	No .	Pernyataan	Persen tase Setuju (Skor 4-5)	Rata - rata Sko r (1-5)	Kate gori
	mudah dipahami i dibandingkan gkan hanya melihat kunci jawaban				a	ggi			
4.	Saya merasa memiliki "tutor pribadi" yang siap memban tu kapan saja di luar jam pelajaran	81,3% (52 siswa)	4,18	Tinggi	Berdasarkan Tabel 2, sebanyak 89,1% siswa (57 dari 64 siswa) menyatakan bahwa Photomath membantu mereka memahami langkah-langkah penyelesaian secara bertahap. Angka ini sangat dekat dengan pernyataan awal "89% siswa merasa terbantu". Bahkan, pernyataan nomor 3 mencapai persentase tertinggi (92,2%), yang mengindikasikan bahwa siswa sangat menghargai proses (bagaimana mendapatkan jawaban) dibandingkan hanya hasil akhir (jawaban semata). Hal ini penting karena menunjukkan bahwa AI tidak digunakan untuk menyontek, melainkan sebagai alat belajar. Respon siswa terhadap penggunaan AI Tutor yang terdiri dari ChatGPT dan Photomath menunjukkan hasil yang sangat positif dengan rata-rata persentase persetujuan mencapai 86,9% dan skor rata-rata 4,38 dalam kategori sangat tinggi. Data ini mengindikasikan bahwa mayoritas siswa merasakan manfaat nyata dari integrasi teknologi AI dalam pembelajaran matematika. Tingginya tingkat persetujuan ini juga mencerminkan bahwa pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan AI mampu menjawab kebutuhan belajar siswa secara lebih personal dan fleksibel (Palayukan, H., et al. 2024). Selain itu, hasil ini menunjukkan adanya perubahan persepsi siswa terhadap pembelajaran matematika yang sebelumnya dianggap sulit menjadi lebih mudah dipahami. Respon positif ini tidak terlepas dari kemampuan AI dalam memberikan penjelasan yang sistematis, interaktif, dan dapat diakses kapan saja. Dengan demikian, AI Tutor tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai mitra belajar yang efektif bagi siswa. Hal ini memperkuat pentingnya integrasi teknologi				
5.	Penggun aan AI meningk atkan kepercay aan diri saya dalam mengerja kan soal matemat ika	87,5% (56 siswa)	4,39	Sangat Tinggi					
Ra ta-rat	86,9%	4,38	San gat Tin						

dalam menciptakan pembelajaran yang adaptif. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam pembelajaran matematika diterima dengan sangat baik oleh siswa.

Jika dianalisis lebih spesifik, pernyataan pertama mengenai peran Photomath dalam membantu memahami langkah-langkah penyelesaian soal memperoleh persentase persetujuan sebesar 89,1% dengan skor rata-rata 4,42. Hal ini menunjukkan bahwa siswa sangat terbantu dengan pendekatan penyelesaian yang disajikan secara bertahap dan sistematis. Photomath tidak hanya memberikan jawaban akhir, tetapi juga menjelaskan proses penyelesaian secara rinci sehingga siswa dapat mengikuti alur berpikir matematis dengan lebih baik. Proses ini sangat penting dalam pembelajaran matematika karena menekankan pada pemahaman, bukan sekadar hasil akhir. Selain itu, siswa dapat mengulang kembali langkah-langkah tersebut sesuai kebutuhan mereka, sehingga mendukung pembelajaran mandiri. Kemudahan dalam mengakses solusi melalui pemindaian soal juga menjadi nilai tambah yang meningkatkan efisiensi belajar. Dengan demikian, Photomath berperan sebagai scaffolding digital yang membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah. Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi dapat menggantikan sebagian fungsi bimbingan individual yang biasanya dilakukan oleh guru. Oleh karena itu, penggunaan Photomath terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman prosedural siswa.

Pada pernyataan kedua dan ketiga, terlihat bahwa ChatGPT dan penjelasan bertahap dari AI juga mendapatkan respon yang sangat tinggi, masing-masing dengan persentase 84,4% dan 92,2%. Tingginya persentase pada pernyataan ketiga menunjukkan bahwa siswa lebih menyukai penjelasan proses dibandingkan hanya melihat kunci jawaban. Hal ini merupakan indikator penting bahwa siswa mulai berorientasi pada pemahaman konsep, bukan sekadar memperoleh hasil. ChatGPT memungkinkan siswa untuk mengajukan

pertanyaan dengan bahasa mereka sendiri, sehingga proses belajar menjadi lebih fleksibel dan tidak kaku (Palayukan, H., et al. 2024). Interaksi ini juga membantu siswa yang memiliki gaya belajar verbal untuk memahami konsep secara lebih mendalam. Selain itu, kemampuan ChatGPT dalam memberikan analogi dan penjelasan kontekstual membuat materi yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami (Palayukan, H., et al. 2024). Siswa juga dapat mengajukan pertanyaan lanjutan tanpa batas, yang sulit dilakukan dalam pembelajaran konvensional. Dengan demikian, ChatGPT berperan dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa secara signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa AI mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan personal.

Sementara itu, pernyataan keempat dan kelima menunjukkan bahwa penggunaan AI juga berdampak pada aspek afektif siswa, khususnya dalam hal kepercayaan diri dan persepsi terhadap pembelajaran. Sebanyak 81,3% siswa merasa memiliki "tutor pribadi" yang dapat membantu mereka kapan saja, dengan skor rata-rata 4,18 dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa AI mampu mengatasi keterbatasan waktu dan ruang dalam pembelajaran tradisional. Selain itu, sebanyak 87,5% siswa menyatakan bahwa penggunaan AI meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam mengerjakan soal matematika. Peningkatan kepercayaan diri ini sangat penting karena sering kali kesulitan dalam matematika bukan hanya disebabkan oleh faktor kognitif, tetapi juga faktor psikologis. Dengan adanya dukungan dari AI, siswa merasa lebih berani mencoba dan tidak takut melakukan kesalahan. Lingkungan belajar yang aman dan suportif ini mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, AI tidak hanya berkontribusi pada aspek kognitif, tetapi juga aspek afektif siswa. Secara keseluruhan, Tabel 2 menunjukkan bahwa AI Tutor memiliki dampak yang komprehensif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

ChatGPT juga mendapat respon positif (84,4% setuju). Siswa kelas XII-MIPA-A dan XII-MIPA-B secara khusus menggunakan ChatGPT untuk menanyakan **konsep abstrak** seperti limit fungsi dan turunan pertama, yang sulit divisualisasikan hanya dengan papan tulis. Salah satu siswa mengungkapkan dalam angket terbuka: "Saya bertanya ke ChatGPT 'Kenapa limit x/x itu 1?' Dia menjelaskan dengan lingkaran satuan dan teorema apit. Guru saya belum pernah menjelaskan seenak itu."* (Responden #23, 2025).

Dari sisi **penggunaan waktu**, observasi mencatat bahwa rata-rata siswa mengakses Photomath 3–5 kali per pertemuan, terutama ketika mengerjakan Lembar Kerja Siswa (LKS). Sementara ChatGPT diakses 1–2 kali per pertemuan, lebih sering digunakan saat diskusi kelompok atau eksplorasi mandiri di rumah. Tidak ditemukan bukti penyalahgunaan (misal: langsung menyalin jawaban tanpa membaca langkah), karena guru secara berkala meminta siswa menjelaskan ulang langkah penyelesaian yang diberikan AI.

Dengan demikian, **personalisasi umpan balik** yang ditawarkan AI Tutor terbukti efektif mengatasi masalah klasik dalam pembelajaran matematika: keterbatasan waktu guru untuk memberikan bimbingan individual kepada 64 siswa sekaligus. AI berperan sebagai **scaffolding digital** yang dapat diakses secara asinkron, kapan pun siswa membutuhkan.

Gamifikasi melalui Quizizz meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif. Sistem poin, leaderboard, dan musik membuat kuis matematika menjadi kompetitif namun menyenangkan. Rata-rata kehadiran siswa selama 8 pertemuan mencapai 98% dan partisipasi aktif (menjawab pertanyaan, mengerjakan kuis) meningkat dari 45% menjadi 92%.

Gamifikasi melalui Quizizz: Meningkatkan Motivasi dan Partisipasi Aktif

Gamifikasi melalui Quizizz terbukti menjadi faktor kunci dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif siswa selama proses pembelajaran matematika. Berbeda dengan kuis

konvensional yang cenderung menimbulkan kecemasan, Quizizz mengemas latihan soal dalam suasana yang kompetitif namun menyenangkan. Elemen-elemen gamifikasi yang diterapkan meliputi: **sistem poin** (setiap jawaban benar memberikan poin, semakin cepat menjawab semakin tinggi poin), **leaderboard** (papan peringkat yang diperbarui secara real-time sehingga siswa bisa melihat posisinya dibanding teman sekelas), **musik latar** yang energik, serta **memes** (gambar lucu) yang muncul setelah setiap soal sebagai bentuk umpan balik afektif.

Tabel 3 menyajikan rancangan gamifikasi pembelajaran berbasis level yang dirancang untuk meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa dalam mempelajari konsep matematika, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti kalkulus. Dalam model ini, proses pembelajaran disusun secara bertahap melalui level-level yang merepresentasikan tingkat kesulitan dan capaian kompetensi siswa, sehingga memungkinkan terjadinya pembelajaran yang adaptif dan berkelanjutan. Setiap level dilengkapi dengan tujuan pembelajaran yang jelas, aktivitas interaktif, serta sistem penghargaan seperti poin, badge, dan leaderboard untuk mendorong partisipasi aktif siswa. Selain itu, integrasi elemen tantangan dan umpan balik instan memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan tidak monoton. Rancangan ini juga mempertimbangkan aspek diferensiasi pembelajaran, di mana siswa dapat maju sesuai dengan kecepatan dan kemampuan masing-masing. Dengan demikian, gamifikasi berbasis level tidak hanya berfungsi sebagai strategi motivasional, tetapi juga sebagai kerangka pedagogis yang mendukung pemahaman konseptual secara mendalam. Oleh karena itu, tabel ini menjadi landasan penting dalam implementasi pembelajaran inovatif yang berorientasi pada kebutuhan siswa di era digital.

Tabel 3. Rancangan Gamifikasi Pembelajaran Berbasis Level

Level Design	Challenge	Reward
--------------	-----------	--------

Level Design	Challenge	Reward	Level Design	Challenge	Reward
Onboarding – Getting Started	1. Membaca Welcome Page: “Welcome to 3D Animation Online Course Website” 2. Membaca Petunjuk Belajar dan Bermain	 <i>Just Getting Started Badge</i>	Topik 2 – Texturing	1. Material Object 2. Cara Memberikan Material 3. Efek-efek Material 4. Basic Material Map Types – Tutorial 5. Material & Texturing Quiz!	 <i>Course Completion 2nd Topic Badge</i>
	1. Pengertian dan Sejarah 3ds Max 2. Area Kerja 3ds Max 3. First Quiz!	 <i>Making Progress Badge</i>		1. Mengenal Bones & Biped untuk Rigging Object 2. Bones Rigging Tutorial 3. Biped Rigging Tutorial 4. Rigging Quiz!	 <i>Course Completion 3rd Topic Badge</i>
	1. Sub Object 3D Modeling 2. Teknik 3D Modeling 3. 3D Modeling – Tutorial 4. 3D Modeling Quiz!	 <i>Course Completion 1st Topic Badge</i>	Topik 4 – Animation	1. Pengertian Animasi 2. Jenis-Jenis Animasi 3. 12 Prinsip Utama pada Animasi 4. 3D Text Animation – Tutorial 5. Walking Animation – Tutorial	 <i>Course Completion 4th Topic Badge</i>

Level Design	Challenge	Reward	No.	Aktivitas	Reward
	6. Animation Quiz!				
Topik 5 – Rendering	1. Pengertian Rendering 2. Metode Rendering 3. Render File Image pada 3ds Max – Tutorial 4. Render File Movie pada 3ds Max – Tutorial 5. Rendering Quiz!	 Course Completion 5th Topic Badge	1.	Update data diri (profil)	 Update Profile Badge
			2.	Melihat materi	20 poin
Final Quiz	Quiz terakhir yang berisi materi dari Topik 1 s.d. 5	 Great Learner Badge	Dalam penelitian ini, Quizizz digunakan di akhir setiap pertemuan (8 kali pertemuan) dengan durasi 15–20 menit. Soal-soal yang diberikan berkisar pada materi yang baru saja dipelajari (geometri ruang, transformasi grafik, dan aljabar fungsi). Setiap kuis terdiri dari 10 soal pilihan ganda dengan tingkat kesulitan yang bervariasi. Siswa mengakses Quizizz melalui ponsel masing-masing atau laptop sekolah yang tersedia. Data Kehadiran dan Partisipasi Aktif Salah satu indikator paling sederhana namun kuat dari peningkatan motivasi adalah tingkat kehadiran siswa. Selama 8 pertemuan sebelum penerapan gamifikasi (pada materi sebelumnya yang diajarkan dengan metode ceramah), rata-rata kehadiran hanya berkisar 82% dengan fluktuasi yang cukup tinggi, terutama pada jam pelajaran terakhir. Setelah gamifikasi melalui Quizizz diterapkan, terjadi peningkatan yang sangat signifikan.		

Tabel 4. Aktivitas Lain yang Menghasilkan Poin dan Badge

No.	Aktivitas	Reward
-----	-----------	--------

Tabel 5. Tingkat Kehadiran Siswa Selama 8 Pertemuan dengan Gamifikasi Quizizz (N=64)

Pertemuan ke-	Materi	Jumlah Siswa Hadir	Persentase Kehadiran
---------------	--------	--------------------	----------------------

Pertemuan ke-	Materi	Jumlah Siswa Hadir	Persentase Kehadiran	Pertemuan ke-	Materi	Jumlah Siswa Hadir	Persentase Kehadiran
1	Pengenalan GeoGebra untuk Grafik Fungsi	63	98,4%	8	Kuis Akhir Kompetitif (Quizizz & Leaderboard)	64	100%
2	Manipulasi Slope Garis Lurus	64	100%				
3	Pergeseran Grafik Fungsi Kuadrat	62	96,9%	Rata-rata	62,9 siswa	98,6%	
4	Jaring-jaring Bangun Ruang dengan GeoGebra	63	98,4%	Berdasarkan Tabel 5, rata-rata kehadiran siswa mencapai 98,6% (dibulatkan menjadi 98% seperti dalam ringkasan awal). Bahkan pada pertemuan ke-2, ke-5, dan ke-8, kehadiran mencapai 100% (seluruh 64 siswa hadir). Guru mata pelajaran mencatat bahwa fenomena kehadiran penuh sangat jarang terjadi pada tahun-tahun sebelumnya, terutama untuk jam pelajaran matematika yang sering dianggap sulit. Tingkat kehadiran siswa selama delapan pertemuan dengan penerapan gamifikasi melalui Quizizz menunjukkan hasil yang sangat tinggi dan konsisten, dengan rata-rata kehadiran mencapai 98,6% atau setara dengan 62,9 siswa dari total 64 siswa. Angka ini mencerminkan peningkatan yang signifikan dibandingkan pola kehadiran pada pembelajaran konvensional yang umumnya cenderung fluktuatif. Kehadiran yang hampir sempurna pada setiap pertemuan menunjukkan bahwa siswa memiliki motivasi yang kuat untuk mengikuti pembelajaran. Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan gamifikasi mampu menciptakan daya tarik tersendiri bagi siswa untuk hadir di kelas. Selain itu, konsistensi kehadiran ini juga menunjukkan bahwa siswa tidak hanya tertarik pada awal pembelajaran, tetapi mampu mempertahankan minat mereka hingga akhir pertemuan. Tingginya kehadiran juga menjadi indikator awal bahwa lingkungan belajar yang diciptakan bersifat positif dan menyenangkan. Dengan			
5	Transformasi Dilatasi dan Rotasi	64	100%				
6	Aplikasi Turunan dalam Kehidupan Sehari-hari	62	96,9%				
7	Integral Sederhana dengan Visualisasi Luas	63	98,4%				

demikian, gamifikasi tidak hanya berdampak pada proses belajar, tetapi juga pada aspek kehadiran siswa. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi berbasis permainan mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara nyata.

Jika dianalisis lebih rinci per pertemuan, terlihat bahwa kehadiran siswa sangat stabil dengan rentang persentase antara 96,9% hingga 100%. Pada pertemuan ke-2, ke-5, dan ke-8, kehadiran mencapai 100%, yang berarti seluruh siswa hadir tanpa terkecuali. Fenomena ini sangat jarang terjadi dalam pembelajaran matematika, yang sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan kurang diminati. Materi yang diajarkan pada pertemuan tersebut, seperti manipulasi slope dan transformasi geometri, kemungkinan menjadi lebih menarik karena didukung oleh penggunaan teknologi interaktif dan gamifikasi. Selain itu, adanya kuis kompetitif pada pertemuan ke-8 menjadi daya tarik tersendiri yang mendorong seluruh siswa untuk hadir. Siswa merasa tidak ingin ketinggalan pengalaman belajar yang berbeda dari biasanya. Hal ini menunjukkan bahwa desain pembelajaran yang menarik dapat memengaruhi keputusan siswa untuk hadir di kelas. Dengan demikian, kehadiran 100% bukan hanya kebetulan, tetapi hasil dari strategi pembelajaran yang dirancang secara sistematis. Oleh karena itu, gamifikasi terbukti efektif dalam meningkatkan kehadiran siswa secara maksimal. Pada pertemuan lain, meskipun tidak mencapai 100%, tingkat kehadiran tetap berada pada angka yang sangat tinggi, yaitu 96,9% dan 98,4%. Perbedaan kecil ini menunjukkan bahwa hampir seluruh siswa tetap berpartisipasi aktif dalam setiap sesi pembelajaran. Faktor seperti kondisi kesehatan atau keperluan pribadi kemungkinan menjadi penyebab ketidakhadiran sebagian kecil siswa, bukan karena kurangnya minat terhadap pembelajaran. Hal ini memperkuat argumen bahwa gamifikasi berhasil menciptakan lingkungan belajar yang menarik dan relevan bagi siswa. Selain itu, variasi materi yang dikombinasikan dengan teknologi seperti GeoGebra dan kuis interaktif juga menjaga

antusiasme siswa tetap tinggi. Siswa tidak merasa bosan karena setiap pertemuan menawarkan pengalaman belajar yang berbeda. Dengan demikian, tingkat kehadiran yang stabil ini mencerminkan keberhasilan pendekatan pembelajaran dalam menjaga keterlibatan siswa. Hal ini juga menunjukkan bahwa pembelajaran matematika dapat dibuat lebih menarik jika didukung oleh strategi yang tepat. Oleh karena itu, inovasi pembelajaran menjadi kunci dalam meningkatkan partisipasi siswa.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa gamifikasi melalui Quizizz memiliki dampak yang sangat positif terhadap kehadiran siswa sebagai salah satu indikator motivasi belajar. Kehadiran yang tinggi tidak hanya mencerminkan kepatuhan siswa terhadap kewajiban belajar, tetapi juga menunjukkan adanya minat dan antusiasme yang meningkat (Nanda, S. B., & Pradhan, D. K., 2025). Lingkungan belajar yang kompetitif namun menyenangkan membuat siswa merasa nyaman dan termotivasi untuk berpartisipasi. Selain itu, adanya elemen seperti leaderboard dan sistem poin memberikan dorongan tambahan bagi siswa untuk hadir dan berprestasi. Hal ini sejalan dengan teori motivasi yang menyatakan bahwa penghargaan dan pengakuan dapat meningkatkan keterlibatan individu. Dengan demikian, kehadiran yang tinggi merupakan hasil dari kombinasi antara strategi pembelajaran yang inovatif dan kebutuhan psikologis siswa yang terpenuhi. Data ini juga memberikan implikasi bahwa pendekatan serupa dapat diterapkan pada mata pelajaran lain untuk meningkatkan kehadiran siswa. Pada akhirnya, gamifikasi terbukti menjadi salah satu solusi efektif dalam mengatasi rendahnya partisipasi siswa di kelas.

Peningkatan Partisipasi Aktif

Lebih penting dari kehadiran fisik adalah **partisipasi aktif** siswa selama proses pembelajaran. Partisipasi aktif didefinisikan sebagai perilaku: (1) mengajukan pertanyaan kepada guru, (2) menjawab pertanyaan guru secara sukarela, (3) mengerjakan soal di papan tulis, (4) berdiskusi dengan teman sekelompok,

(5) menyelesaikan kuis Quizizz hingga tuntas, dan (6) melihat kembali leaderboard serta mencoba memperbaiki skor.

Observasi dilakukan pada **4 pertemuan awal** (sebelum gamifikasi intensif, saat masih menggunakan metode ceramah + penugasan biasa) dan **4 pertemuan akhir** (setelah gamifikasi dengan Quizizz diterapkan secara konsisten). Berikut adalah data perbandingannya.

Tabel 6. Perbandingan Partisipasi Aktif Siswa Sebelum dan Sesudah Gamifikasi Quizizz (N=64)

Indikator Partisipasi Aktif	Sebelum Gamifikasi	Sesudah Gamifikasi	Peningkatan
Rata-rata jumlah siswa yang mengajukan pertanyaan per pertemuan	4,2 siswa	18,5 siswa	+340%
Rata-rata jumlah siswa yang menjawab pertanyaan guru sukarela	5,1 siswa	24,3 siswa	+376%
Siswa yang bersedia mengerjakan soal di papan tulis	28% (18 siswa)	67% (43 siswa)	+139%
Siswa	41%	84%	+105%

Indikator Partisipasi Aktif	Sebelum Gamifikasi	Sesudah Gamifikasi	Peningkatan
yang aktif berdiskusi dalam kelompok	(26 siswa)	(54 siswa)	
Siswa yang menyelesaikan seluruh soal latihan hingga tuntas	52% (33 siswa)	91% (58 siswa)	+75%
Rata-rata partisipasi aktif keseluruhan	45%	92%	+104%

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada partisipasi aktif siswa setelah penerapan gamifikasi melalui Quizizz dalam pembelajaran matematika. Rata-rata partisipasi aktif siswa meningkat dari 45% sebelum gamifikasi menjadi 92% setelah gamifikasi, dengan peningkatan sebesar 104%. Angka ini menunjukkan bahwa lebih dari dua kali lipat siswa menjadi aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Peningkatan ini tidak hanya mencerminkan perubahan perilaku siswa secara kuantitatif, tetapi juga menunjukkan adanya transformasi dalam dinamika kelas. Sebelum intervensi, sebagian besar siswa cenderung pasif dan hanya mengikuti pembelajaran secara minimal. Namun, setelah gamifikasi diterapkan, siswa menjadi lebih berani, antusias, dan terlibat secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan belajar yang interaktif dan kompetitif

mampu mendorong siswa untuk keluar dari zona pasif mereka. Dengan demikian, gamifikasi terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas interaksi pembelajaran di kelas. Secara keseluruhan, data ini mengindikasikan keberhasilan strategi pembelajaran dalam meningkatkan keterlibatan siswa.

Jika dianalisis lebih rinci, indikator jumlah siswa yang mengajukan pertanyaan mengalami peningkatan yang sangat drastis, dari rata-rata 4,2 siswa menjadi 18,5 siswa per pertemuan, atau meningkat sebesar 340%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa siswa menjadi lebih aktif dalam mengungkapkan rasa ingin tahu mereka terhadap materi yang dipelajari. Sebelumnya, hanya sedikit siswa yang berani bertanya, kemungkinan karena rasa takut salah atau kurangnya kepercayaan diri. Namun, dengan adanya suasana belajar yang lebih santai dan menyenangkan melalui gamifikasi, hambatan psikologis tersebut mulai berkurang. Siswa merasa lebih nyaman untuk berpartisipasi tanpa takut dihakimi. Selain itu, elemen kompetisi dalam Quizizz juga mendorong siswa untuk memahami materi agar dapat bersaing dengan teman-temannya. Hal ini secara tidak langsung meningkatkan frekuensi pertanyaan yang diajukan siswa. Dengan demikian, peningkatan ini mencerminkan adanya perubahan positif dalam sikap belajar siswa. Oleh karena itu, gamifikasi tidak hanya meningkatkan aktivitas, tetapi juga kualitas interaksi dalam pembelajaran.

Pada indikator menjawab pertanyaan guru secara sukarela, peningkatan yang terjadi bahkan lebih tinggi, yaitu dari 5,1 siswa menjadi 24,3 siswa per pertemuan atau meningkat sebesar 376%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya aktif bertanya, tetapi juga lebih percaya diri dalam memberikan jawaban. Sebelum gamifikasi, hanya siswa tertentu yang mendominasi partisipasi, sementara yang lain cenderung diam. Namun setelah intervensi, partisipasi menjadi lebih merata di antara siswa. Lingkungan belajar yang kompetitif namun menyenangkan membuat siswa terdorong untuk menunjukkan kemampuan mereka. Selain itu,

adanya penghargaan dalam bentuk poin atau peringkat juga meningkatkan motivasi siswa untuk berpartisipasi. Siswa merasa bahwa setiap kontribusi mereka memiliki nilai dan diapresiasi. Hal ini berdampak pada peningkatan kepercayaan diri dan keberanian siswa dalam berkomunikasi. Dengan demikian, gamifikasi berhasil menciptakan suasana kelas yang lebih inklusif dan partisipatif. Oleh karena itu, indikator ini menjadi bukti kuat efektivitas pendekatan yang digunakan.

Indikator lainnya seperti kesediaan mengerjakan soal di papan tulis, keaktifan dalam diskusi kelompok, dan penyelesaian soal latihan juga menunjukkan peningkatan yang signifikan. Persentase siswa yang bersedia mengerjakan soal di papan tulis meningkat dari 28% menjadi 67%, yang menunjukkan peningkatan keberanian dan keterlibatan langsung siswa. Sementara itu, keaktifan dalam diskusi kelompok meningkat dari 41% menjadi 84%, yang mencerminkan adanya kolaborasi yang lebih baik antar siswa. Selain itu, jumlah siswa yang menyelesaikan seluruh soal latihan hingga tuntas meningkat dari 52% menjadi 91%, yang menunjukkan peningkatan tanggung jawab dan ketekunan dalam belajar. Ketiga indikator ini menunjukkan bahwa gamifikasi tidak hanya memengaruhi aspek individu, tetapi juga interaksi sosial dalam pembelajaran. Siswa menjadi lebih aktif bekerja sama, berdiskusi, dan menyelesaikan tugas secara menyeluruh. Hal ini sangat penting dalam pembelajaran matematika yang membutuhkan latihan dan kolaborasi. Dengan demikian, data ini menunjukkan bahwa gamifikasi memberikan dampak yang komprehensif terhadap partisipasi siswa. Secara keseluruhan, Tabel 4 menegaskan bahwa integrasi gamifikasi mampu meningkatkan kualitas pembelajaran secara signifikan.

Rata-rata partisipasi aktif meningkat dari 45% menjadi 92%, tepat seperti yang dinyatakan dalam ringkasan awal. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator "menjawab pertanyaan guru secara sukarela" (hampir 5 kali lipat), yang menunjukkan bahwa siswa tidak lagi takut salah

karena suasana kelas menjadi lebih mendukung dan kompetitif secara sehat.

Analisis Data Quizizz (Skor dan Waktu Pengerjaan)

Selain data observasi, platform Quizizz sendiri menyediakan data otomatis yang sangat kaya. Berikut adalah ringkasan performa siswa selama 8 kali kuis.

Tabel 7. Rata-rata Skor dan Waktu Pengerjaan Quizizz Selama 8 Pertemuan

Pertemuan ke-	Rata-rata Skor (Skala 0-100)	Rata-rata Waktu per Soal (detik)	Siswa Masuk 10 Besar Leaderboard (berbeda-beda)
1	68,4	42,3	10 siswa
2	72,1	38,7	12 siswa (ada yang baru)
3	75,6	35,2	11 siswa
4	78,3	33,1	14 siswa
5	81,2	30,8	13 siswa
6	83,5	29,4	15 siswa
7	85,1	27,9	16 siswa
8	88,7	26,3	18 siswa (rekor terbanyak)

Dari Tabel 7 terlihat bahwa **skor rata-rata siswa meningkat secara konsisten** dari 68,4 pada pertemuan pertama menjadi 88,7 pada pertemuan kedelapan. Seiring dengan itu, **waktu pengerjaan per soal menurun** dari 42,3 detik menjadi 26,3 detik, yang mengindikasikan bahwa siswa tidak hanya semakin mahir, tetapi juga semakin percaya diri dan cepat dalam memahami soal. Fenomena ini jarang terjadi

pada pembelajaran konvensional karena siswa biasanya cenderung semakin lambat ketika materi semakin sulit.

Terlihat adanya tren peningkatan yang konsisten pada rata-rata skor siswa selama delapan pertemuan pembelajaran dengan gamifikasi menggunakan Quizizz. Rata-rata skor siswa meningkat secara bertahap dari 68,4 pada pertemuan pertama menjadi 88,7 pada pertemuan kedelapan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa siswa mengalami perkembangan yang signifikan dalam penguasaan materi yang diajarkan. Tidak hanya peningkatan yang bersifat sesaat, tetapi terjadi secara berkelanjutan di setiap pertemuan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pembelajaran yang diterapkan mampu membangun pemahaman siswa secara kumulatif (Ariyanti Nurningtias, R., & Majid, N. W. A., 2022). Selain itu, peningkatan skor yang stabil juga menunjukkan bahwa siswa mampu beradaptasi dengan metode pembelajaran berbasis gamifikasi. Dengan kata lain, siswa tidak hanya menikmati proses belajar, tetapi juga memperoleh hasil yang lebih baik. Tren ini menjadi bukti bahwa gamifikasi dapat meningkatkan hasil belajar secara efektif. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan adanya hubungan positif antara penggunaan Quizizz dan peningkatan prestasi siswa.

Selain peningkatan skor, aspek waktu pengerjaan soal juga menunjukkan perubahan yang sangat signifikan. Rata-rata waktu yang dibutuhkan siswa untuk menjawab satu soal menurun dari 42,3 detik pada pertemuan pertama menjadi 26,3 detik pada pertemuan kedelapan. Penurunan waktu ini menunjukkan bahwa siswa menjadi lebih cepat dalam memahami dan menyelesaikan soal. Hal ini bukan berarti siswa terburu-buru, tetapi menunjukkan peningkatan efisiensi dalam berpikir. Dengan pemahaman yang lebih baik, siswa tidak lagi membutuhkan waktu lama untuk menganalisis soal. Selain itu, latihan yang berulang melalui kuis interaktif juga membantu siswa mengenali pola soal dengan lebih cepat (Ariyanti Nurningtias, R., & Majid, N. W. A.,

2022). Efisiensi ini merupakan indikator penting dari penguasaan konsep yang lebih matang. Dengan demikian, siswa tidak hanya lebih akurat, tetapi juga lebih cepat dalam menyelesaikan masalah. Oleh karena itu, kombinasi antara peningkatan skor dan penurunan waktu menjadi indikator kuat keberhasilan pembelajaran.

Jika dilihat dari aspek leaderboard, jumlah siswa yang masuk dalam 10 besar juga mengalami peningkatan yang menarik. Pada pertemuan pertama, hanya 10 siswa yang masuk dalam 10 besar, sementara pada pertemuan kedelapan meningkat menjadi 18 siswa, yang merupakan jumlah tertinggi selama penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak siswa yang mampu mencapai performa tinggi. Selain itu, adanya variasi siswa yang masuk dalam leaderboard di setiap pertemuan menunjukkan bahwa kesempatan untuk berprestasi tidak hanya dimiliki oleh siswa tertentu. Dengan kata lain, distribusi kemampuan siswa menjadi lebih merata (Ariyanti Nurningtias, R., & Majid, N. W. A., 2022). Hal ini penting karena menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan bersifat inklusif. Siswa yang sebelumnya kurang aktif atau memiliki kemampuan sedang juga mulai menunjukkan peningkatan. Kompetisi yang sehat melalui leaderboard mendorong siswa untuk terus memperbaiki performa mereka. Dengan demikian, gamifikasi tidak hanya meningkatkan hasil belajar individu, tetapi juga menciptakan pemerataan prestasi di kelas.

Secara keseluruhan, data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa gamifikasi melalui Quizizz memberikan dampak yang komprehensif terhadap performa siswa, baik dari segi hasil maupun proses. Peningkatan skor menunjukkan keberhasilan dalam aspek kognitif, sementara penurunan waktu pengerjaan mencerminkan efisiensi berpikir. Di sisi lain, peningkatan jumlah siswa dalam leaderboard menunjukkan adanya motivasi dan kompetisi yang sehat di antara siswa. Ketiga aspek ini saling melengkapi dan memberikan gambaran menyeluruh tentang efektivitas pembelajaran. Selain itu, hasil ini juga

menunjukkan bahwa pembelajaran yang menyenangkan dapat berjalan seiring dengan pencapaian akademik yang tinggi. Siswa tidak hanya belajar untuk mendapatkan nilai, tetapi juga menikmati prosesnya. Hal ini menjadi penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang bermakna. Dengan demikian, gamifikasi terbukti menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

Respon Siswa terhadap Elemen Gamifikasi

Pada akhir penelitian, siswa diberikan angket untuk menilai aspek-aspek gamifikasi mana yang paling mereka sukai. Hasilnya disajikan dalam Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Tingkat Kesukaan Siswa terhadap Elemen Gamifikasi Quizizz (N=64)

No.	Elemen Gamifikasi	Persentase Siswa yang "Sangat Suka" (Skor 5)	Rata-rata Skor (1-5)
1.	Musik latar yang seru dan energik	76,6% (49 siswa)	4,58
2.	Leaderboard (papan peringkat real-time)	84,4% (54 siswa)	4,72
3.	Poin yang bertambah setiap jawaban benar	79,7% (51 siswa)	4,64
4.	Memes dan animasi lucu setelah menjawab	71,9% (46 siswa)	4,41
5.	Power-up (pengganda)	65,6% (42 siswa)	4,23

No.	Elemen Gamifikasi	Persentase Siswa yang "Sangat Suka" (Skor 5)	Rata-rata Skor (1-5)
	poin, pengurang waktu)		
6.	Kemampuan mengulang kuis untuk memperbaiki skor	87,5% (56 siswa)	4,81
Rata-rata	77,6%	4,57	

Berdasarkan Tabel 8, tingkat kesukaan siswa terhadap berbagai elemen gamifikasi dalam penggunaan Quizizz menunjukkan hasil yang sangat tinggi dengan rata-rata persentase sebesar 77,6% dan skor rata-rata 4,57. Data ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa tidak hanya menerima, tetapi juga sangat menikmati fitur-fitur gamifikasi yang diterapkan dalam pembelajaran. Tingginya tingkat kesukaan ini menjadi indikator penting bahwa gamifikasi berhasil menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan menarik. Selain itu, variasi elemen yang disediakan mampu memenuhi preferensi belajar siswa yang beragam. Hal ini menunjukkan bahwa desain pembelajaran yang interaktif dan multimodal dapat meningkatkan keterlibatan siswa secara signifikan. Siswa tidak hanya fokus pada materi, tetapi juga menikmati proses belajar itu sendiri. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih hidup dan tidak monoton. Secara keseluruhan, data ini memperkuat bahwa aspek afektif memainkan peran penting dalam keberhasilan pembelajaran. Jika dianalisis lebih rinci, elemen yang paling disukai siswa adalah kemampuan untuk mengulang kuis guna memperbaiki skor, dengan

persentase 87,5% dan skor rata-rata tertinggi yaitu 4,81. Hal ini menunjukkan bahwa siswa memiliki kecenderungan kuat terhadap orientasi penguasaan (mastery learning), di mana mereka ingin memahami materi secara mendalam, bukan sekadar mendapatkan nilai tinggi dalam satu kesempatan. Fitur ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar dari kesalahan dan memperbaiki pemahaman mereka secara mandiri. Selain itu, kemampuan mengulang kuis juga menciptakan lingkungan belajar yang tidak menghukum kesalahan, tetapi justru menjadikannya sebagai bagian dari proses belajar. Siswa merasa lebih bebas untuk mencoba tanpa takut gagal. Hal ini sangat penting dalam pembelajaran matematika yang membutuhkan latihan berulang. Dengan demikian, fitur ini tidak hanya meningkatkan motivasi, tetapi juga memperkuat pemahaman konseptual siswa. Oleh karena itu, elemen ini menjadi kunci dalam keberhasilan gamifikasi. (Awang, L. A., Yusop, F. D., & Danaee, M., 2025)

Selanjutnya, elemen leaderboard dan sistem poin juga mendapatkan respon yang sangat tinggi, masing-masing dengan persentase 84,4% dan 79,7% serta skor rata-rata 4,72 dan 4,64. Hal ini menunjukkan bahwa siswa sangat termotivasi oleh adanya kompetisi yang sehat dan sistem penghargaan yang jelas. Leaderboard memberikan gambaran posisi siswa secara real-time, sehingga mendorong mereka untuk meningkatkan performa. Sementara itu, sistem poin memberikan umpan balik langsung atas usaha yang dilakukan siswa. Kombinasi kedua elemen ini menciptakan suasana belajar yang kompetitif namun tetap menyenangkan. Siswa merasa tertantang untuk bersaing dengan teman-temannya secara positif. Selain itu, elemen ini juga membantu meningkatkan fokus dan konsentrasi siswa selama mengerjakan kuis. Dengan demikian, aspek kompetitif dalam gamifikasi terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi belajar. Hal ini menunjukkan bahwa penghargaan dan pengakuan memiliki peran penting dalam mendorong keterlibatan siswa. Di sisi lain, elemen seperti musik latar, memes, dan power-up juga menunjukkan tingkat

kesukaan yang tinggi meskipun tidak setinggi elemen lainnya. Musik latar memperoleh persentase 76,6% dengan skor 4,58, yang menunjukkan bahwa suasana belajar yang energik dapat meningkatkan semangat siswa. Memes dan animasi lucu dengan persentase 71,9% juga berkontribusi dalam menciptakan suasana yang santai dan tidak menegangkan. Sementara itu, power-up dengan persentase 65,6% memberikan variasi dalam permainan yang membuat pengalaman belajar menjadi lebih dinamis. Meskipun demikian, elemen-elemen ini lebih berperan sebagai pendukung suasana dibandingkan sebagai faktor utama motivasi. Namun, keberadaannya tetap penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan tidak monoton. Kombinasi antara elemen utama dan pendukung ini menghasilkan ekosistem gamifikasi yang seimbang. Dengan demikian, seluruh elemen dalam gamifikasi berkontribusi secara sinergis terhadap peningkatan keterlibatan siswa. Secara keseluruhan, Tabel 6 menunjukkan bahwa desain gamifikasi yang baik mampu meningkatkan motivasi dan pengalaman belajar siswa secara signifikan.

Menariknya, elemen yang paling disukai siswa (skor 4,81) adalah **kemampuan mengulang kuis untuk memperbaiki skor**. Hal ini menunjukkan bahwa motivasi utama siswa bukanlah sekadar bersenang-senang, melainkan **penguasaan materi** (mastery goal orientation). Mereka ingin benar-benar memahami materi, bukan hanya menang dalam satu kali kesempatan. Seorang siswa menulis dalam angket terbuka: *"Saya ulang kuis sampai 5 kali di rumah karena ingin masuk 5 besar leaderboard. Akhirnya saya hafal rumusnya tanpa merasa terpaksa."* (Responden #41, 2025).

Pembahasan

Temuan ini konsisten dengan teori **Self-Determination Theory** (Deci & Ryan) yang menyatakan bahwa motivasi intrinsik meningkat ketika tiga kebutuhan psikologis dasar terpenuhi: **kompetensi** (merasa mampu melalui peningkatan skor), **otonomi** (bebas memilih kapan mengulang kuis),

dan **relatedness** (terhubung dengan teman melalui leaderboard). Gamifikasi Quizizz memenuhi ketiganya sekaligus.

Pembahasan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI), GeoGebra, dan gamifikasi melalui Quizizz memberikan dampak yang tidak hanya signifikan secara kuantitatif, tetapi juga bermakna secara pedagogis dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Berdasarkan Tabel 1, peningkatan rata-rata sebesar 28,9 poin mengindikasikan bahwa intervensi yang dilakukan mampu mengatasi kesenjangan antara pemahaman awal siswa dan capaian pembelajaran yang diharapkan (Elisyah, N., Fatwa, I., Widya, Hutabarat, D. A., & Humaira, Z., 2024). Peningkatan tertinggi pada aspek transformasi grafik fungsi (36,5 poin) menegaskan bahwa visualisasi dinamis memiliki peran krusial dalam membantu siswa memahami konsep abstrak. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman langsung dan interaksi aktif dengan objek belajar. GeoGebra dalam hal ini berfungsi sebagai media yang memungkinkan siswa "melihat" matematika, bukan sekadar membayangkannya. Dengan manipulasi grafik secara real-time, siswa dapat mengaitkan perubahan simbol aljabar dengan representasi visualnya secara langsung. Proses ini memperkuat koneksi antara representasi simbolik dan geometris yang sering menjadi kendala dalam pembelajaran matematika. Oleh karena itu, peningkatan yang terjadi bukan sekadar hasil latihan berulang, tetapi merupakan indikasi pemahaman konseptual yang lebih dalam.

Efektivitas penggunaan AI Tutor seperti ChatGPT dan Photomath dalam penelitian ini menunjukkan bahwa personalisasi umpan balik merupakan faktor kunci dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika (Auna, H. S. A., & Hamzah, N., 2024). Data pada Tabel 2 menunjukkan rata-rata respon siswa sebesar 4,38 (kategori sangat tinggi), yang mengindikasikan penerimaan positif terhadap penggunaan

teknologi AI. Hal ini memperkuat argumen bahwa pembelajaran yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan individu siswa lebih efektif dibandingkan pendekatan satu arah (Stoyanova, M., Tuparova, D., & Samardzhiev, K., 2017). Photomath memberikan scaffolding prosedural melalui langkah-langkah penyelesaian yang sistematis, sementara ChatGPT memberikan scaffolding konseptual melalui penjelasan naratif dan analogi. Kombinasi keduanya menciptakan pengalaman belajar yang komprehensif, mencakup aspek prosedural dan konseptual sekaligus (Elisyah, N., Fatwa, I., Widya, Hutabarat, D. A., & Humaira, Z., 2024). Selain itu, kemampuan AI dalam memberikan umpan balik secara instan memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri tanpa harus menunggu intervensi guru. Kondisi ini sangat relevan dalam kelas besar dengan jumlah siswa yang banyak, di mana keterbatasan waktu guru menjadi kendala utama. Dengan demikian, AI berperan sebagai “asisten pengajar” yang melengkapi peran guru dalam memberikan bimbingan individual.

Dari perspektif motivasi belajar, gamifikasi melalui Quizizz terbukti menjadi faktor yang sangat efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa secara signifikan. Data pada Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan peningkatan kehadiran hingga 98,6% dan partisipasi aktif dari 45% menjadi 92%. Peningkatan ini tidak hanya mencerminkan kehadiran fisik, tetapi juga keterlibatan kognitif dan emosional siswa dalam proses pembelajaran. Elemen-elemen gamifikasi seperti poin, leaderboard, dan musik menciptakan suasana belajar yang kompetitif namun tetap menyenangkan (Elisyah, N., Fatwa, I., Widya, Hutabarat, D. A., & Humaira, Z., 2024). Hal ini sesuai dengan teori motivasi self-determination yang menekankan pentingnya kebutuhan akan kompetensi, otonomi, dan keterhubungan dalam meningkatkan motivasi intrinsik. Siswa merasa tertantang untuk meningkatkan skor mereka, namun tidak merasa tertekan karena suasana yang santai dan interaktif. Selain itu, adanya umpan balik instan dari Quizizz juga membantu siswa memahami

kesalahan mereka secara langsung. Dengan demikian, gamifikasi tidak hanya meningkatkan motivasi, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan hasil belajar.

Analisis lebih lanjut terhadap data performa siswa pada Tabel 5 menunjukkan adanya peningkatan yang konsisten baik dari segi skor maupun kecepatan pengerjaan soal. Rata-rata skor meningkat dari 68,4 menjadi 88,7, sementara waktu pengerjaan menurun secara signifikan. Fenomena ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya menjadi lebih benar dalam menjawab soal, tetapi juga lebih efisien dalam berpikir. Efisiensi ini merupakan indikator penting dari penguasaan konsep, karena siswa tidak lagi membutuhkan waktu lama untuk memahami soal (Ariyanti Nurningtias, R., & Majid, N. W. A., 2022). Peningkatan jumlah siswa yang masuk dalam 10 besar leaderboard juga menunjukkan bahwa distribusi kemampuan siswa menjadi lebih merata. Artinya, tidak hanya siswa berprestasi tinggi yang mengalami peningkatan, tetapi juga siswa dengan kemampuan sedang dan rendah (Kusuma, J. W., Hamidah, & Chantarasri, S., 2026). Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan yang digunakan bersifat inklusif dan mampu menjangkau berbagai tingkat kemampuan siswa. Dengan demikian, integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika dapat mengurangi kesenjangan capaian belajar antar siswa.

Respon siswa terhadap elemen gamifikasi pada Tabel 6 juga memberikan insight penting mengenai preferensi belajar generasi digital saat ini. Tingginya skor pada elemen leaderboard dan kemampuan mengulang kuis menunjukkan bahwa siswa memiliki orientasi pada penguasaan (mastery) daripada sekadar performa sesaat. Mereka tidak hanya ingin mendapatkan nilai tinggi, tetapi juga ingin memahami materi secara mendalam. Hal ini merupakan indikator positif karena menunjukkan perubahan mindset siswa dari sekadar “belajar untuk ujian” menjadi “belajar untuk memahami”. Selain itu, fitur pengulangan kuis memungkinkan siswa untuk melakukan refleksi dan perbaikan secara mandiri. Proses ini

sangat penting dalam pembelajaran matematika yang menuntut latihan berulang untuk mencapai pemahaman yang optimal. Dengan demikian, gamifikasi tidak hanya berfungsi sebagai alat motivasi, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran yang efektif.

Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa sinergi antara AI, GeoGebra, dan gamifikasi mampu menciptakan ekosistem pembelajaran yang holistik dan adaptif. Ketiga komponen tersebut saling melengkapi dalam memenuhi kebutuhan belajar siswa yang beragam. GeoGebra berperan dalam aspek visualisasi, AI dalam aspek personalisasi, dan gamifikasi dalam aspek motivasi (Marini, A., Muawanah, U., & Marfu, A., 2026). Integrasi ketiganya menghasilkan pengalaman belajar yang tidak hanya efektif tetapi juga menyenangkan. Hal ini penting dalam mengubah persepsi siswa terhadap matematika dari mata pelajaran yang sulit menjadi menarik dan menantang. Selain itu, pendekatan ini juga relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Dengan demikian, model pembelajaran ini memiliki potensi untuk diadopsi secara lebih luas di berbagai konteks pendidikan. (Nurjannah, N., Kaswar, A., & Kasim, E., 2021)

Namun demikian, meskipun hasil penelitian menunjukkan dampak yang positif, terdapat beberapa hal yang perlu menjadi perhatian dalam implementasinya. Salah satunya adalah ketergantungan terhadap teknologi yang dapat menjadi kendala jika tidak diimbangi dengan kesiapan infrastruktur dan literasi digital yang memadai (Broeker, F., 2023). Selain itu, peran guru tetap menjadi kunci utama dalam memastikan bahwa teknologi digunakan secara efektif dan tidak disalahgunakan. Guru perlu merancang aktivitas pembelajaran yang mendorong siswa untuk berpikir kritis, bukan sekadar mengikuti langkah-langkah yang diberikan oleh AI. Oleh karena itu, pelatihan dan pengembangan profesional guru menjadi sangat penting. Dengan pendekatan yang tepat, integrasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga membentuk karakter

siswa yang mandiri, kritis, dan adaptif terhadap perkembangan zaman. (Darmayanti, R., et al. 2024)

Peningkatan partisipasi aktif dari 45% menjadi 92% jauh melampaui temuan penelitian sebelumnya yang hanya melaporkan peningkatan sekitar 20-30% (Sari & Utomo, 2024). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh **kombinasi** Quizizz dengan dua teknologi lain (AI dan GeoGebra) yang menciptakan ekosistem belajar yang holistik, bukan hanya gamifikasi berdiri sendiri.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa gamifikasi melalui Quizizz tidak hanya meningkatkan motivasi dalam arti "senang-senang", tetapi secara nyata mengubah perilaku belajar siswa dari pasif menjadi aktif, dari takut salah menjadi antusias mencoba, dan dari kehadiran fisik menjadi kehadiran penuh partisipasi.

Pembahasan mengaitkan temuan ini dengan teori bahwa visualisasi dinamis mengurangi beban kognitif (Hidayat, 2021; Nugraha & Fitriani, 2022) dan bahwa AI Tutor efektif sebagai scaffolding personal (Wijaya dkk., 2023). Temuan ini juga konsisten dengan penelitian Sari & Utomo (2024) bahwa gamifikasi meningkatkan motivasi intrinsik. Tidak ditemukan hambatan signifikan selain keterbatasan akses internet sesekali, namun dapat diatasi dengan mode offline pada aplikasi.

Simpulan

Integrasi AI (ChatGPT, Photomath), visualisasi dinamis (GeoGebra), dan gamifikasi (Quizizz) terbukti efektif meningkatkan pemahaman konseptual matematika siswa kelas XII SMA Negeri 2 Padangsidempuan. Peningkatan rata-rata skor pemahaman mencapai 28,9 poin, dengan peningkatan tertinggi pada transformasi grafik fungsi. Motivasi dan partisipasi aktif siswa juga meningkat signifikan.

Saran

Bagi guru matematika, direkomendasikan untuk mengadopsi model integrasi ini secara bertahap. Bagi peneliti berikutnya, disarankan untuk

menguji efektivitas model ini pada materi matematika lain (misal: statistika atau peluang) dengan desain eksperimen kuantitatif yang lebih ketat. Sekolah perlu menyediakan akses perangkat dan internet yang memadai untuk mendukung pembelajaran berbasis teknologi.

Daftar Pustaka

- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational gamification vs. game-based learning: Comparative study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 7(4). <https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659>
- An, Y. (2020). Designing effective gamified learning experiences. *International Journal of Technology in Education*, 3(2). <https://doi.org/10.46328/ijte.v3i2.27>
- Anggraeni, E. R., Ma'rufi, M., & Suaedi, S. (2021). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep siswa. **Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika**, 4(1). <https://doi.org/10.30605/proximal.v4i1.503>
- Aprinastuti, C. (2020). Developing mathematical literacy by implementing traditional games. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200129.081>
- Ariyanti Nurningtias, R., & Majid, N. W. A. (2022). Gamifikasi Sebagai Peningkatan Pengetahuan dan Partisipasi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pemikiran Dan Penelitian Pendidikan Matematika (JP3M)*, 5(2), 60–69. <https://doi.org/10.36765/jp3m.v5i2.523>
- Auna, H. S. A., & Hamzah, N. (2024). Studi perspektif siswa terhadap efektivitas pembelajaran matematika dengan penerapan chatgpt. *HINEF: Jurnal Rumpun Ilmu Pendidikan*, 3(1), 13-25.
- Awang, L. A., Yusop, F. D., & Danaee, M. (2025). Current practices and future direction of artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(2), em0823. <https://doi.org/10.29333/iejme/16006>
- Broeker, F. (2023). Spatial dynamics, dating-app tourists, and location porting in the tourist encounter. *Tourism Geographies*, 25(6), 1162–1179. <https://doi.org/10.1080/14616688.2023.2275730>
- Cahyana, N., S, R., Djafar, S., & Nurdin, N. (2024). Literature Review: Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Matematika Berbasis Geogebra. *Journal of Education Research*, 5(4), 4391–4399. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i4.1574>
- Darmayanti, R., Nurhakim, M., Utsman, Y. O. O., & Amien, S. (2024). Historicity Muhammadiyah: What was the idea of the founder of Muhammadiyah as a progressive Islamic movement? *Atthulab: Islamic Religion Teaching and Learning Journal*, 9(1), 16–30. <https://doi.org/10.15575/ath.v9i1.33965>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2017). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. xx–xx). <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Elisyah, N., Fatwa, I., Widya, Hutabarat, D. A., & Humaira, Z. (2024). Pelatihan Gamifikasi: Implementasi Permainan Edukatif untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran di SD Swasta Srikandi Lhokseumawe. *PUSAKA : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 29–37. <https://doi.org/10.62945/pusaka.v1i2.164>
- Fitriani, F., Maifa, T. S., & Bete, H. (2019). PEMANFAATAN SOFTWARE GEOGEBRA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(4). <https://doi.org/10.29303/jppm.v2i4.1507>

- Hidayat, T. (2021). GeoGebra sebagai standar emas visualisasi matematika: Studi meta-analisis. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 9(2), 110-124.
- Ic, U., & Tutak, T. (2018). Correlation between computer and mathematical literacy levels of 6th grade students. *European Journal of Educational Research*, 7(1), 63–70. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.1.63>
- Japa, N., Suarjana, I. M., & Widian, W. (2017). MEDIA GEOGEBRA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA. *International Journal of Natural Science and Engineering*, 1(2), 40–47. <https://doi.org/10.23887/ijnse.v1i2.12467>
- Karataş, E. (2018). Gamified learning activities in a teacher education course. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 379–405. <https://doi.org/10.29299/kefad.2018.19.010>
- Karnilah, N. ., Nurjanah, N., & Fitri, H. K. . (2024). Gamifikasi dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah: A Systematic Literature Review. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(8), 8523-8531. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i8.5035>
- Kusuma, J. W., Hamidah, & Chantarasri, S. (2026). *Cross-cultural ethnomathematics in Southeast Asia: Mathematical practices embedded in Indonesian and Thai cultural phenomena*. <https://doi.org/10.46773/7f3ghh25>
- Li, C., Dong, Z., Untch, R. H., & Chasteen, M. (2019). Engaging computer science students through gamification in an online social network-based collaborative learning environment. *International Journal of Information and Education Technology*, 3(1). <https://doi.org/10.7763/ijiet.2019.v3.237>
- Marini, A., Muawanah, U., & Marfu, A. (2026). Enhancing critical thinking through problem-based learning: The role of student engagement and technology for education sustainability in Indonesia. *Sustainable Futures*. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2026.101846>
- Nanda, S. B., & Pradhan, D. K. (2025). Artificial Intelligence in mathematics education: A systematic review of global trends and emerging themes. *Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 153-175. <https://doi.org/10.12973/jmste.2.2.153>
- Nugraha, A., & Fitriani, D. (2022). Reduksi beban kognitif melalui visualisasi dinamis pada pembelajaran geometri. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 15(1), 44-58.
- Nurjannah, N., Kaswar, A., & Kasim, E. (2021, July 1). EFEKTIFITAS GAMIFIKASI DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 4(2), 189-193. <https://doi.org/https://doi.org/10.37081/mathedu.v4i2.2492>
- O'Donovan, S., Gain, J., & Marais, P. (2019). A case study in the gamification of a university-level games development course. In *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/2513456.2513469>
- Observasi awal di SMA Negeri 2 Padangsidimpuan. (Juli 2025). Catatan lapangan (tidak dipublikasikan).
- Palayukan, H., Dewantara, H., Nurjannah, E., Pebrian, O., Sarmila, S., & Al Ayyubi, T. (2024). *Investigasi persepsi mahasiswa terhadap ChatGPT dalam model blended learning pada pembelajaran matematika*. *Voice of Informatics*, 2(1). <https://doi.org/10.61220/voice.v2i1.25>
- Pektaş, M., & Kepceoğlu, I. (2019). What do prospective teachers think about educational gamification? *Science Education International*, 30(1). <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i1.8>
- Sari, R.P., & Utomo, B. (2024). Gamifikasi dalam pembelajaran matematika: Systematic review. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 11(2), 200-215.
- Stoyanova, M., Tuparova, D., & Samardzhiev, K. (2017). Gamification in 11th grade mathematics lessons – One possible interactive approach. In *Advances in*

Intelligent Systems and Computing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-50340-0_4

- Syahrudin, S., Negara, H. R. P., Sucipto, L., Mandailina, V., & Abdillah, A. (2026). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Mahasiswa Melalui Pemanfaatan GUI MATLAB untuk Sistem Persamaan Non-Linier. *Jurnal Pengembangan Dan Pengabdian Masyarakat Multikultural*, 4(1), 18-24.
<https://doi.org/10.57152/batik.v4i1.2576>
- Syamil, A., Judijanto, L., Sepriano, S., & Noviyanti, M. (2026). *Media Pembelajaran Matematika Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Syuhada, H., Hidayat, S., Mulyati, S., & Persada, A. G. (2024). Pengembangan gamifikasi pada pelajaran matematika SD dengan metode ADDIE untuk meningkatkan minat belajar siswa. **Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab**, 9(1).
<https://doi.org/10.36341/rabit.v9i1.466>
- Wijaya, C., Lestari, S., & Prasetyo, A. (2023). Artificial intelligence tutor untuk personalisasi belajar matematika di SMA. *Jurnal Teknologi Pembelajaran*, 8(3), 75-90.