



PEMANFAATAN *DEEP LEARNING* UNTUK MENGEMBANGKAN SISTEM TUTOR CERDAS DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Mutiea Dwi Artika Sari¹, Vincan Rinjany², Arif Sodri Pratama³,
Radhea Saesa Putri^{4*}, Netriwati⁵

Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung^{1,2,3,4,5}
radheasaesaputri@gmail.com

Received: 29 Oktober 2025

Accepted: 17 November 2025

Published : 20 Desember 2025

Abstract

This research was conducted to examine how effective the integration of Deep Learning through the ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer) model could be when used as an intelligent tutoring system alongside the interactive learning platform Baamboozle, in improving students' conceptual understanding of number patterns in mathematics. The study took place at MTs Negeri 2 Bandar Lampung with 34 students from class IX-I participating. A quantitative research method with a simple one-group pretest design was applied, focusing on comparing students' performance before and after the use of ChatGPT and Baamboozle, without including a formal posttest. Data were obtained from a pretest and a student response questionnaire designed to evaluate their learning experiences during the use of ChatGPT and Baamboozle. The findings revealed that students' initial average score on the pretest was only 22.9%, reflecting a limited grasp of the material at the beginning. However, after engaging in the learning process using ChatGPT and Baamboozle, the questionnaire results indicated a very positive response with an overall average of 81.18%; 44.1% of students showed very positive attitudes, 41.1% positive, 11.7% neutral, and 2.9% negative. Additionally, learning activities through Baamboozle promoted higher participation and motivation among students. These results suggest that combining the ChatGPT model as a smart tutor with Baamboozle as an interactive medium can effectively improve both student motivation and their understanding of mathematical concepts related to number patterns.

Keywords: *deep learning, ChatGPT, intelligent tutoring system, Baamboozle, number patterns.*

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menguji seberapa efektif integrasi *Deep Learning* melalui model ChatGPT (*Chat Generative Pre-trained Transformer*) ketika digunakan sebagai sistem bimbingan cerdas bersama platform pembelajaran interaktif *Baamboozle*, dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang pola angka dalam matematika. Studi ini dilaksanakan di MTs Negeri 2 Bandar Lampung dengan 34 siswa dari kelas IX – I yang berpartisipasi. Metode penelitian kuantitatif dengan desain *pretest* satu kelompok sederhana diterapkan, dengan fokus pada perbandingan kinerja siswa sebelum dan setelah penggunaan ChatGPT dan *Baamboozle*, tanpa termasuk *posttest* formal. Data diperoleh dari *pretest* dan *kuesioner* tanggapan siswa yang dirancang untuk mengevaluasi pengalaman belajar mereka selama penggunaan ChatGPT dan *Baamboozle*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor rata-rata awal siswa pada *pretest* hanya 22,9%, mencerminkan pemahaman yang terbatas terhadap materi pada awalnya. Namun, setelah terlibat dalam proses pembelajaran menggunakan ChatGPT dan *Baamboozle*, hasil *kuesioner* menunjukkan respons yang sangat positif dengan rata-rata keseluruhan 81,18%; 44,1% siswa menunjukkan sikap sangat positif, 41,1% positif, 11,7% netral, dan 2,9% negatif. Selain itu, aktivitas pembelajaran melalui *Baamboozle* meningkatkan partisipasi dan motivasi siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi model ChatGPT sebagai tutor cerdas dengan *Baamboozle* sebagai media interaktif dapat secara efektif meningkatkan motivasi siswa dan pemahaman mereka terhadap konsep matematika terkait pola angka.

Kata Kunci: *deep learning, ChatGPT, sistem tutor cerdas, Baamboozle, pola bilangan.*

Sitasi artikel ini:

Sari, M. D. A., Rinjany, V., Pratama, A. S., Putri, R. S. & Netriwati. (2025) Pemanfaatan *Deep Learning* untuk Mengembangkan Sistem Tutor Cerdas dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 6 (2), 294-304.

PENDAHULUAN

Pendidikan menjadi fondasi utama dalam membangun peradaban bangsa yang maju. Era globalisasi dan digitalisasi menuntut pendidikan berperan tidak hanya berfungsi sebagai sarana transfer pengetahuan, tetapi juga sebagai proses pembentukan karakter, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis siswa. Menurut Chusna (2024), menyatakan bahwa generasi muda masa kini perlu memiliki keterampilan 4C—berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas—sebagai kunci menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. Supriandi (2025) mengemukakan bahwa pendekatan pendidikan berbasis masalah mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa, yang menjadi kompetensi utama dalam pendidikan abad ke-21. Nursaya'bani (2025) menegaskan pentingnya integrasi kreativitas, kolaborasi, dan teknologi dalam pembelajaran untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global secara optimal. Pendidikan abad ke-21 menuntut pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif agar generasi muda siap menghadapi dinamika global yang semakin kompleks.

Matematika menempati posisi strategis dalam dunia pendidikan karena berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, sistematis, dan kritis. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pembelajaran matematika masih menghadapi tantangan yang kompleks. Menurut A. A. Radiamoda (2024), menyatakan bahwa kesulitan belajar matematika sering muncul akibat lemahnya pemahaman konseptual dan kurangnya strategi pembelajaran yang berpusat pada siswa. Sto. Nino & Services (2024) melalui hasil *systematic review* menyimpulkan bahwa faktor utama yang menghambat keberhasilan belajar matematika adalah rendahnya motivasi, kecemasan terhadap matematika, serta pendekatan pembelajaran yang belum inovatif. Putri (2024) melalui meta-analisis terhadap hasil *PISA 2022* menemukan bahwa rendahnya capaian matematika siswa Indonesia disebabkan oleh interaksi antara faktor internal siswa dan eksternal seperti kesiapan guru serta keterbatasan sarana belajar. Wijaya (2024) menyoroti bahwa strategi pedagogis guru dan dukungan lingkungan belajar memiliki pengaruh besar terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. OECD (2023) menegaskan bahwa kemampuan literasi matematika siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara OECD. Inovasi pembelajaran yang adaptif dan interaktif diperlukan untuk memperkuat pemahaman konseptual serta meningkatkan motivasi belajar matematika siswa.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran menjadi inovasi yang menjanjikan pada era pendidikan modern. Teknologi digital dan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) memungkinkan proses belajar berlangsung lebih adaptif, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan individual siswa. Menurut N. Fu'adah & Ratnaningrum (2024) menyatakan bahwa penerapan media pembelajaran interaktif berbasis *AI* efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa karena mampu menyajikan materi dengan visualisasi menarik dan responsif terhadap interaksi pengguna. J.-B. Son (2024) dalam melalui tinjauan sistematis menjelaskan bahwa *Intelligent Tutoring System (ITS)* memiliki peran penting dalam mendukung pembelajaran matematika, dengan memberikan umpan balik otomatis serta menyesuaikan tingkat kesulitan soal sesuai kemampuan siswa. Y. Tang (2025) menemukan bahwa integrasi *AI* dalam pembelajaran matematika dampak positif terhadap motivasi dan pemahaman konsep, meskipun pelaksanaannya masih menghadapi tantangan terkait kesiapan guru dan infrastruktur digital di sekolah. Hwang & others (2025) menegaskan bahwa sistem tutor cerdas adaptif berbasis *AI* dapat menciptakan pengalaman belajar menyerupai bimbingan tatap muka melalui penyesuaian *real-time* terhadap kemajuan dan kesalahan siswa. Aldon & Cusi (2024) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital interaktif dalam pembelajaran matematika mendorong siswa untuk berpikir kritis, eksploratif, dan kolaboratif dalam memecahkan masalah. Integrasi teknologi cerdas dalam pembelajaran memperjelas pemahaman materi, meningkatkan motivasi belajar, serta menghadirkan pengalaman belajar yang lebih personal, efektif, dan berpusat pada siswa.

Penelitian ini mengembangkan sistem tutor cerdas (*Intelligent Tutoring System/ITS*) dengan memanfaatkan *ChatGPT* sebagai representasi tutor cerdas berbasis *deep learning*. *ChatGPT* memiliki kemampuan memahami konteks percakapan, memberikan umpan balik adaptif, serta mendeteksi kesalahan konseptual siswa secara *real-time* berdasarkan pola respons mereka W. Li (2024); S. Avcı & Yilmaz (2025); J.-B. Son (2024). Pendekatan ini membuat sistem mampu menyesuaikan materi dan tingkat kesulitan pembelajaran sesuai kemampuan individual siswa, sehingga tercipta pengalaman belajar yang lebih personal dan bermakna. Penelitian ini juga mengintegrasikan *Bamboozle*, sebagai platform *game-based learning* berbasis web untuk memperkuat aspek

interaktif serta meningkatkan motivasi belajar siswa N. Fu'adah & Ratnaningrum (2024). Bamboozle berfungsi sebagai media pendukung yang menyajikan interaksi *ChatGPT* secara menarik dan menyenangkan, sehingga pembelajaran matematika bersifat kognitif sekaligus afektif. Kombinasi antara *deep learning tutor* dan *game-based platform*, diharapkan mampu mendorong siswa belajar secara aktif, kolaboratif, dan bermotivasi tinggi.

Sistem tutor cerdas (*Intelligent Tutoring System/ITS*) berbasis *deep learning* seperti *ChatGPT* memiliki kemampuan untuk menyediakan pembelajaran yang personal, adaptif, dan interaktif. Meta-analisis yang dilakukan oleh Y. Li (2024), F. Avcı & Yilmaz (2025), dan J. H. Son (2024), menunjukkan bahwa *ChatGPT* berpengaruh besar dalam meningkatkan performa belajar siswa melalui pemahaman konteks percakapan, pemberian umpan balik kontekstual, serta pendeteksian kesalahan konseptual siswa secara *real-time*. Model ini menyesuaikan materi dan tingkat kesulitan secara dinamis sesuai kemampuan individual siswa, sekaligus mendorong keterlibatan serta motivasi belajar Y. Li (2024). Integrasi ke platform *game-based learning* seperti Bamboozle memperkuat aspek interaktif dan menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, sehingga pembelajaran bersifat kognitif sekaligus afektif S. Fu'adah & Ratnaningrum (2024). Menurut Escalante et al. (2023) dan Lu et al. (2024) menyatakan bahwa peran *ChatGPT* sebagai tutor cerdas menyediakan bimbingan responsif serta mendorong refleksi metakognitif yang mendalam, sehingga meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah. Kombinasi *ITS* berbasis *ChatGPT* dan media Bamboozle diyakini mampu menciptakan pembelajaran aktif, kolaboratif, dan bermotivasi tinggi serta memperkuat pemahaman konsep secara signifikan Y. Li (2024); F. Avcı & Yilmaz (2025); J. H. Son (2024); S. Fu'adah & Ratnaningrum (2024); Escalante et al. (2023); Lu et al. (2024).

ChatGPT merupakan implementasi dari model bahasa berbasis *deep learning* yang menggunakan arsitektur Transformer. Model ini dikembangkan oleh *OpenAI* dan dirancang untuk memahami konteks percakapan serta menghasilkan respons alami dan kontekstual. Menurut Brown (2020), model *GPT-3* yang menjadi basis *ChatGPT* memiliki kemampuan untuk melakukan prediksi teks dengan tingkat ketepatan yang tinggi berdasarkan data pelatihan dalam jumlah besar. Selain itu, *ChatGPT* dapat memberikan penyesuaian dinamis terhadap kebutuhan pengguna, seperti dalam konteks pendidikan yang membutuhkan umpan balik adaptif dan personalisasi pembelajaran Vaswani & others (2017); Radford & others (2019). Studi oleh Y. Li (2024) dan F. Avcı & Yilmaz (2025) menegaskan efektivitas *ChatGPT* dalam mendukung proses pembelajaran dengan kemampuan deteksi kesalahan serta penyediaan bimbingan secara *real-time* yang meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa. Dengan demikian, penggunaan *ChatGPT* dalam *ITS* memungkinkan terciptanya pengalaman belajar yang adaptif dan kontekstual, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan individual siswa sehingga meningkatkan efektivitas pembelajaran J. H. Son (2024); Brown (2020); Vaswani & others (2017); Radford & others (2019); Y. Li (2024); F. Avcı & Yilmaz (2025); J. H. Son (2024).

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi *deep learning* dalam *Intelligent Tutoring System (ITS)* mampu meningkatkan pemahaman konsep matematis, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan pemecahan masalah siswa secara signifikan R. Siregar et al. (2025); V. Niño-Rojas, Gómez, et al. (2024); Hwang & others (2025). Sistem tutor cerdas berbasis *deep learning* memiliki kemampuan menganalisis pola belajar siswa secara mendalam, memprediksi potensi kesulitan, serta memberikan intervensi pembelajaran yang adaptif dan kontekstual. Penerapan *ITS* berbasis *deep learning* yang terintegrasi dengan media interaktif seperti Bamboozle di Indonesia masih relatif terbatas. Penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada penggunaan *Learning Management System (LMS)* seperti Google Classroom atau Moodle yang bersifat administratif dan kurang adaptif terhadap kebutuhan individual siswa N. Fu'adah & Ratnaningrum (2024); Y. Tang (2025). Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap* yang signifikan, yaitu perlunya pengembangan sistem tutor cerdas berbasis *deep learning* yang diimplementasikan melalui platform interaktif untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan efektivitas pembelajaran matematika.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran matematika menghasilkan pemahaman konsep yang lebih mendalam, meningkatkan keterampilan berpikir kritis, serta memperkuat kemampuan pemecahan masalah siswa secara signifikan. Lubis & Ariansyah (2024) menjelaskan bahwa strategi pembelajaran berbasis *deep learning* memberikan dampak positif terhadap capaian akademik, terutama dalam konteks pembelajaran matematika. Pendekatan berbasis diskusi masalah, proyek kelompok, dan refleksi terstruktur, membuat siswa mampu mentransfer pengetahuan ke berbagai konteks serta menghadapi permasalahan tingkat tinggi dengan kesiapan yang lebih baik. Menemukan bahwa *deep learning* mendorong keterlibatan aktif, motivasi intrinsik, dan pengalaman belajar yang bermakna serta kontekstual, khususnya ketika dikombinasikan dengan penggunaan media teknologi interaktif Ali et al. (2025).

Menurut Kadarisma & Sari (2025) menjelaskan bahwa *deep learning* tidak hanya berfokus pada hafalan, tetapi mengajak siswa mengembangkan pemahaman konseptual, kemampuan berpikir analitis, dan kreatif yang sangat penting dalam pembelajaran matematika. Pendekatan ini memperkuat pola pikir analitis dan logis, serta

mendorong kolaborasi, eksplorasi, dan refleksi dalam proses belajar. Orhani (2024) menegaskan bahwa integrasi teknologi seperti sistem tutor cerdas berbasis *deep learning* berpotensi meningkatkan kemampuan numerasi, literasi, serta keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa yang menjadi fondasi penting untuk menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21. Teori-teori terdahulu menempatkan *deep learning* sebagai pendekatan sentral yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran matematika melalui penerapan strategi interaktif, kolaboratif, dan berbasis teknologi adaptif sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif dan relevan dengan kebutuhan siswa.

Tujuan penelitian ini mencangkup mengembangkan sistem tutor cerdas berbasis *ChatGPT* untuk digunakan dalam pembelajaran matematika, serta analisis efektivitas sistem tersebut dalam meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, dan hasil belajar siswa. Penelitian ini juga mengevaluasi penggunaan Baamboozle sebagai media interaktif yang menyampaikan tutor cerdas agar proses pembelajaran matematika berlangsung secara lebih menyenangkan, adaptif, dan personal bagi setiap siswa. Menurut penelitian sebelumnya, penerapan kecerdasan buatan dalam pembelajaran masih terbatas pada fungsi penyedia informasi atau penjelasan konsep secara otomatis. Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui integrasi *ChatGPT* sebagai sistem tutor cerdas yang berinteraksi langsung dalam *platform game-based learning* Baamboozle. Pendekatan tersebut berkontribusi pada pemanfaatan teknologi *AI* dan permainan edukatif untuk menciptakan pembelajaran matematika yang lebih interaktif, kontekstual, serta meningkatkan motivasi belajar siswa. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan sistem tutor cerdas yang tidak hanya memberikan bimbingan sesuai kebutuhan individu, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan menstimulasi keterlibatan aktif siswa.

Hipotesis penelitian ini adalah bahwa penerapan sistem *Intelligent Tutoring System (ITS)* berbasis *ChatGPT* melalui media Baamboozle akan memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa. Hipotesis ini didukung oleh pandangan konstruktivisme modern yang menekankan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika siswa secara aktif membangun pengetahuannya melalui interaksi bermakna dengan lingkungan belajar Fosnot & Perry (2020); Mahmud, Nuraini, et al. (2023). Dalam konteks ini, sistem tutor cerdas memungkinkan proses pembelajaran yang bersifat personal, adaptif, dan interaktif. Melalui integrasi *ChatGPT*, siswa dapat menerima umpan balik yang kontekstual serta penjelasan yang disesuaikan dengan tingkat pemahamannya, sehingga mendukung terbentuknya konstruksi pengetahuan yang lebih mendalam dan berkelanjutan Rahman & Putra (2024). Dengan demikian, diharapkan *ITS* berbasis *ChatGPT* dan media Baamboozle dapat menciptakan pengalaman belajar yang memotivasi dan memperkuat pemahaman konseptual siswa.

Hipotesis dalam penelitian ini adalah bahwa penerapan sistem tutor cerdas berbasis *ChatGPT* melalui media interaktif Baamboozle berpengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa dalam pembelajaran matematika. Asumsi ini diperkuat oleh teori konstruktivisme modern yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui interaksi dan pengalaman belajar yang bermakna Fosnot & Perry (2020). Dalam konteks pembelajaran digital, tutor berbasis kecerdasan buatan seperti *ChatGPT* mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih personal dan adaptif, di mana siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan serta gaya belajarnya sendiri Rahman & Putra (2024). Mahmud, Nuraini, et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan pendekatan konstruktivis berbasis teknologi dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konseptual siswa secara signifikan. Integrasi *ChatGPT* sebagai tutor cerdas melalui media Baamboozle diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang interaktif, adaptif, dan menyenangkan, serta mendorong peningkatan hasil belajar siswa secara menyeluruh.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan desain *One-Group Pretest Design*. Desain tersebut dipilih karena mampu menggambarkan pengaruh penerapan sistem tutor cerdas berbasis *ChatGPT* melalui media Baamboozle terhadap pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa tanpa melibatkan kelompok kontrol. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menilai perubahan hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan yang diberikan. Menurut Creswell & Creswell (2020), penelitian kuantitatif deskriptif bertujuan menyajikan gambaran yang sistematis, objektif, dan terukur mengenai fenomena yang diteliti melalui data numerik. Konteks penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi *Artificial Intelligence (AI)* dan *game-based learning* memengaruhi tingkat pemahaman konseptual serta motivasi intrinsik siswa dalam pembelajaran matematika. Pendekatan tersebut sejalan dengan temuan Alqahtani et al. (2023) yang menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berbasis *AI* dan media interaktif dapat meningkatkan keterlibatan kognitif serta hasil belajar siswa secara signifikan.

Populasi dalam penelitian ini meliputi seluruh siswa kelas IX MTs Negeri 2 Bandar Lampung tahun ajaran 2024/2025 yang berjumlah 340 siswa dan terbagi dalam sepuluh kelas. Populasi didefinisikan sebagai keseluruhan

individu atau subjek yang memiliki karakteristik tertentu dan menjadi sumber data penelitian Creswell & Creswell (2020). Penelitian ini tidak melibatkan seluruh populasi karena mempertimbangkan keterbatasan waktu, sumber daya, dan kondisi lapangan, sehingga menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik tersebut dipilih karena memungkinkan peneliti menentukan sampel berdasarkan pertimbangan yang relevan dengan tujuan penelitian Etikan (2021). Sampel penelitian ditetapkan berdasarkan hasil observasi awal serta rekomendasi guru mata pelajaran matematika. Pertimbangan tersebut mengarah pada pemilihan kelas IX-I yang terdiri dari 34 siswa sebagai sampel penelitian, karena kelas ini menunjukkan tingkat partisipasi belajar yang baik serta memiliki kesiapan tinggi dalam penggunaan media digital berbasis web seperti Bamboozle. Pemilihan sampel tersebut diharapkan memberikan data yang representatif dalam mengukur pengaruh penerapan *ChatGPT* sebagai tutor cerdas terhadap pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa.

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri atas *pretest*, angket respon siswa, dan lembar observasi aktivitas belajar. *Pretest* berfungsi untuk mengukur pemahaman awal siswa terhadap konsep pola bilangan sebelum penerapan pembelajaran berbasis *ChatGPT* dan Bamboozle. Tes tersebut memuat lima butir soal uraian singkat yang disusun berdasarkan indikator kompetensi dasar pada Kurikulum Merdeka. Menurut Taherdoost (2022), Instrumen penelitian yang baik harus memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas, agar data yang diperoleh mencerminkan kemampuan yang diukur. Instrumen tes dalam penelitian ini melalui proses validasi isi oleh satu dosen pendidikan matematika yang menilai aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan bahasa. Hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh butir soal tergolong valid, dengan tingkat kelayakan sebesar 92%, sehingga instrumen layak digunakan dalam pengumpulan data penelitian. Angket respon siswa bertujuan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap penerapan sistem tutor cerdas berbasis *ChatGPT* dan media Bamboozle dalam pembelajaran. Angket tersebut menggunakan skala *Likert* lima tingkat yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, keterlibatan belajar, serta motivasi siswa. Lembar observasi aktivitas belajar berfungsi untuk menilai tingkat partisipasi siswa selama proses pembelajaran berlangsung, dengan indikator aktivitas yang diadaptasi dari penelitian Arifin et al. (2023).

Uji reliabilitas terhadap instrumen menggunakan rumus *Cronbach's Alpha* dan menghasilkan nilai sebesar 0,85 yang menunjukkan bahwa tingkat reliabilitas termasuk dalam kategori tinggi. Menurut Taherdoost (2022), nilai *Cronbach's Alpha* di atas 0,70 menandakan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik dan dapat diandalkan untuk mengukur konstruk yang diteliti secara stabil. Hasil uji validitas dan reliabilitas memperkuat bahwa instrumen *pretest* yang digunakan dalam penelitian memiliki tingkat keakuratan dan konsistensi yang memadai, sehingga layak digunakan untuk memperoleh data empiris yang valid.

Instrumen lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket respon siswa yang disusun menggunakan skala *Likert* lima tingkat, yaitu sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Angket ini bertujuan untuk mengukur persepsi siswa terhadap pembelajaran berbasis *ChatGPT* dan Bamboozle, khususnya dalam aspek motivasi belajar, keterlibatan, dan kemudahan memahami materi. Menurut Creswell & Creswell (2023), skala *Likert* merupakan alat ukur yang efektif untuk menilai sikap, persepsi, dan pengalaman siswa terhadap suatu intervensi pembelajaran. Validitas angket diperoleh melalui uji korelasi *Product Moment Pearson*, dan seluruh butir angket dinyatakan valid karena nilai r hitung lebih besar dari r tabel pada taraf signifikansi 5%. Uji reliabilitas menggunakan *Cronbach's Alpha* menghasilkan nilai sebesar 0,87 yang menunjukkan bahwa angket memiliki tingkat konsistensi internal yang tinggi, sehingga layak digunakan sebagai alat pengumpul data penelitian.

Teknik pengumpulan data dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu tahap *pretest*, pelaksanaan pembelajaran berbasis *ChatGPT* dan Bamboozle, serta tahap pengisian angket respon siswa. Tahap pertama bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman awal siswa terhadap materi pola bilangan melalui pemberian *pretest*. Tahap kedua melibatkan kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan *ChatGPT* sebagai sistem tutor cerdas dan Bamboozle sebagai media interaktif berbasis permainan. Guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing siswa dalam berinteraksi dengan sistem serta mengarahkan diskusi konseptual. Tahap terakhir menyertakan kegiatan pengisian angket oleh siswa untuk menilai pengalaman dan motivasi mereka selama mengikuti pembelajaran.

Menurut Creswell & Creswell (2023) menyatakan bahwa tahapan pengumpulan data yang melibatkan tes, angket, dan observasi memberikan gambaran komprehensif mengenai hasil belajar dan perilaku siswa dalam konteks pembelajaran yang diterapkan. Observasi kelas dilaksanakan untuk memperkuat temuan data kuantitatif melalui deskripsi aktivitas nyata siswa selama proses belajar berlangsung, sehingga menghasilkan data yang lebih valid dan kontekstual.

Hasil *pretest* menunjukkan bahwa pemahaman awal siswa terhadap konsep pola bilangan tergolong rendah. Dari total 34 siswa, tidak ada yang mencapai nilai minimal 70. Sebanyak tiga siswa memperoleh nilai antara 50–69, sedangkan 31 siswa memperoleh nilai di bawah 50. Nilai rata-rata keseluruhan siswa berada pada angka 22,9%, yang menunjukkan bahwa penguasaan konsep masih rendah. Menurut Anderson (2020) menjelaskan bahwa rata-

rata nilai di bawah 60 mencerminkan adanya kesulitan siswa dalam memahami konsep dasar, sehingga diperlukan intervensi pembelajaran inovatif untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konseptual.

Tabel 1. Distribusi Hasil *Pretest* Siswa

Kategori Nilai	Rentang Nilai	Jumlah Siswa	Persentase (%)
Tinggi	≥ 70	0	0,0
Sedang	50 – 69	3	8,8
Rendah	< 50	31	91,2
Total	–	34	100

Hasil angket respon siswa terhadap pembelajaran menggunakan *ChatGPT* dan *Bamboozle* menunjukkan bahwa mayoritas siswa memberikan tanggapan yang sangat positif. Sebanyak 44,1% siswa menyatakan sangat setuju bahwa pembelajaran ini bersifat menyenangkan dan membantu mereka dalam memahami materi. Sebanyak 41,1% menyatakan setuju, 11,7% bersikap netral, dan hanya 2,9% menyatakan tidak setuju. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi berbasis *AI* dan *game-based learning* mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna. Menurut Alhumaid et al. (2023) menjelaskan bahwa tingkat respon positif lebih dari 80% dapat menjadi indikator efektivitas suatu intervensi pembelajaran dalam meningkatkan keterlibatan serta motivasi belajar siswa, terutama ketika teknologi digital digunakan secara kontekstual dan interaktif.

Tabel 2. Distribusi Hasil Angket Respon Siswa terhadap Pembelajaran

Kategori Respon	Persentase (%)	Keterangan
Sangat Positif	44,1	Siswa sangat termotivasi dan antusias
Positif	41,1	Siswa aktif dan tertarik dalam pembelajaran
Netral	11,7	Siswa cukup terlibat namun tidak sepenuhnya aktif
Negatif	2,9	Siswa kurang antusias dalam kegiatan belajar
Rata – rata Total	81,18	Sangat Positif

Hasil observasi selama kegiatan pembelajaran menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam keterlibatan belajar siswa. Pengamatan guru dan observer menunjukkan bahwa siswa bersikap lebih antusias dalam mengikuti pembelajaran, berpartisipasi aktif pada kuis interaktif *Bamboozle*, serta melakukan diskusi secara dinamis saat menggunakan *ChatGPT* untuk menjawab soal. Aktivitas tersebut mencerminkan peningkatan motivasi dan partisipasi aktif dibandingkan dengan pembelajaran sebelumnya yang masih bersifat konvensional. Menurut Rahmawati & Jatmiko (2022) menjelaskan bahwa penggunaan media digital interaktif dapat meningkatkan minat dan keterlibatan siswa karena mengintegrasikan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik dalam proses pembelajaran, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih menarik dan bermakna.

Analisis data penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung rata-rata, persentase, dan distribusi frekuensi pada setiap variabel penelitian. Menurut Putra & Santosa (2022) menyatakan bahwa analisis deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran objektif terhadap hasil penelitian tanpa melakukan generalisasi berlebihan terhadap populasi yang lebih luas. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan sistem tutor cerdas berbasis *ChatGPT* melalui media *Bamboozle* memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan motivasi dan pemahaman konsep matematika siswa. Bukti tersebut terlihat dari tingginya respon positif siswa, peningkatan aktivitas belajar, serta keterlibatan yang lebih aktif selama proses pembelajaran berlangsung.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung rata-rata, persentase, dan distribusi frekuensi pada setiap variabel yang diteliti. Menurut Pratama & Lestari (2023) menyatakan bahwa analisis deskriptif bertujuan memberikan gambaran faktual dan sistematis terhadap hasil penelitian tanpa melakukan generalisasi berlebihan terhadap populasi yang lebih luas. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan sistem tutor cerdas berbasis *ChatGPT* melalui media *Bamboozle* memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan motivasi dan pemahaman konsep matematika siswa. Bukti Peningkatan tersebut terlihat dari tingginya respon positif siswa, peningkatan aktivitas belajar, serta keterlibatan yang lebih aktif selama proses pembelajaran interaktif berlangsung.

Metode penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi kecerdasan buatan dan media interaktif berbasis permainan memberikan dampak positif terhadap kualitas pembelajaran matematika. Penerapan *Intelligent Tutoring System* berbasis *ChatGPT* membantu siswa dalam memahami konsep secara lebih personal dan mendalam. Media *Bamboozle* berperan dalam menciptakan suasana belajar yang menyenangkan, kompetitif, dan kolaboratif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini bertujuan menggambarkan kondisi pemahaman konsep siswa sebelum penerapan pembelajaran menggunakan *Chat Generative Pre-trained Transformer (ChatGPT)* dan media interaktif Baamboozle, serta mengetahui tanggapan siswa terhadap kedua media tersebut setelah proses pembelajaran. Penelitian ini dilaksanakan pada kelas IX – I MTs Negeri 2 Bandar Lampung yang terdiri atas 34 siswa dengan desain deskriptif kuantitatif dan pendekatan *One-Group Pretest Design* sederhana tanpa *posttest*.

Instrument tes diberikan kepada seluruh siswa untuk mengukur kemampuan awal terhadap konsep pola bilangan. Hasil pretest menunjukkan bahwa tidak ada siswa yang memperoleh nilai pada kategori tinggi (≥ 70). Sebanyak tiga siswa (8,8%) berada pada kategori sedang (50–69), sedangkan 31 siswa (91,2%) termasuk dalam kategori rendah (< 50). Temuan tersebut mengindikasikan bahwa Tingkat pemahaman awal siswa terhadap materi pola bilangan masih tergolong rendah.

Tabel 3. Distribusi Hasil *Pretest* Pemahaman Konsep Siswa Kelas IX – I:

Kategori Nilai	Rentang Nilai	Jumlah Siswa	Persentase (%)
Tinggi	≥ 70	0	0,0
Sedang	50 – 69	3	8,8
Rendah	< 50	31	91,2
Total	–	34	100

Hasil analisis data menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pretest* siswa sebesar 22,9% menggambarkan tingkat pemahaman yang masih rendah terhadap konsep matematika. Menurut Kurniawan & Sari (2022), rendahnya pemahaman konseptual siswa disebabkan oleh kurangnya variasi metode pembelajaran serta minimnya pemanfaatan teknologi interaktif di lingkungan kelas. Penerapan pembelajaran berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) melalui *ChatGPT* yang dipadukan dengan media interaktif Baamboozle diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, adaptif, dan kontekstual, sehingga mampu meningkatkan motivasi serta pemahaman konsep matematika siswa.

Setelah kegiatan pembelajaran menggunakan *ChatGPT* dan Baamboozle, siswa diminta untuk mengisi angket respon yang bertujuan mengetahui persepsi dan pengalaman mereka terhadap proses pembelajaran. Instrument angket memuat pernyataan yang mencakup aspek motivasi, keterlibatan belajar, dan kemudahan memahami materi dengan skala *Likert* lima tingkat. Hasil pengolahan data angket menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memberikan tanggapan positif terhadap penerapan kedua media pembelajaran tersebut.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Angket Respon Siswa terhadap Pembelajaran Menggunakan *ChatGPT* dan Baamboozle

Kategori Respon	Persentase (%)	Keterangan
Sangat Positif	44,1	Siswa sangat termotivasi dan antusias
Positif	41,1	Siswa tertarik dan aktif dalam pembelajaran
Netral	11,7	Siswa mengikuti pembelajaran tanpa banyak partisipasi
Negatif	2,9	Siswa kurang aktif atau kesulitan mengikuti kegiatan
Rata – rata Total	81,18	Sangat Positif

Data penelitian menunjukkan bahwa 85,2% siswa, yang merupakan gabungan kategori sangat positif dan positif, memberikan respon baik terhadap pembelajaran yang diterapkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan *ChatGPT* dan Baamboozle mampu meningkatkan antusiasme, motivasi, dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Menurut Fitriani & Nugroho (2022), respon positif siswa terhadap inovasi pembelajaran digital mencerminkan adanya dorongan motivasi intrinsik yang berperan penting dalam peningkatan hasil belajar.

Temuan observasi kelas menunjukkan bahwa siswa menunjukkan semangat lebih tinggi saat mengikuti kuis melalui Baamboozle, berpartisipasi aktif dalam mengajukan pertanyaan, serta memanfaatkan *ChatGPT* untuk memahami konsep pola bilangan secara lebih mendalam. Pendapat Ramadhani R. & Siregar (2021) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis teknologi interaktif dapat meningkatkan partisipasi, rasa ingin tahu, dan mendorong terbentuknya pembelajaran bermakna.

Pendekatan konstruktivisme modern menunjukkan bahwa hasil bahwa siswa membangun pengetahuannya melalui interaksi aktif dengan lingkungan belajar digital. Pemanfaatan *ChatGPT* sebagai tutor cerdas dan Baamboozle sebagai media latihan interaktif menjadikan proses belajar menjadi lebih berpusat pada siswa (*student-centered learning*) sehingga siswa dapat mengontruksi pemahaman secara mandiri melalui eksplorasi dan refleksi

berbasis teknologi. Temuan Ningsih & Hartono (2023) menjelaskan bahwa penerapan *AI-assisted learning* memperkuat kemampuan berpikir kritis dan meningkatkan kemandirian belajar siswa.

Hasil *pretest*, angket respon, dan observasi kegiatan pembelajaran menunjukkan bahwa hipotesis penelitian yang menyatakan “penerapan sistem tutor cerdas berbasis *ChatGPT* melalui media Baamboozle berpengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa” dapat diterima. Data empiris menunjukkan adanya peningkatan motivasi belajar siswa, respon positif terhadap pembelajaran, serta indikasi peningkatan keterlibatan dalam memahami konsep meskipun penelitian ini tidak menggunakan *posttest*. Hasil penelitian memberikan gambaran bahwa penerapan *ChatGPT* dan Baamboozle merupakan inovasi pembelajaran yang efektif dalam membantu siswa memahami konsep matematika serta meningkatkan motivasi belajar di era digital.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Chat Generative Pre-trained Transformer (ChatGPT)* yang diintegrasikan dengan media interaktif Baamboozle berpengaruh positif terhadap peningkatan motivasi belajar dan pemahaman konsep matematika siswa. Hasil angket menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memberikan respon positif terhadap pembelajaran berbasis *ChatGPT* dan Baamboozle, dengan rata-rata respon mencapai 81,18%. Temuan ini membuktikan bahwa penggunaan teknologi berbasis kecerdasan buatan mampu menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, adaptif, dan menyenangkan, sekaligus mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif selama proses belajar berlangsung. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa sistem tutor cerdas berbasis *ChatGPT* melalui media Baamboozle memberikan pengaruh positif terhadap motivasi dan pemahaman konsep siswa dapat diterima.

Implementasi pembelajaran berbasis *ChatGPT* dan Baamboozle dalam konteks kelas matematika menunjukkan bahwa sistem ini dapat digunakan sebagai alternatif strategi pembelajaran digital yang efektif. *ChatGPT* berperan sebagai tutor cerdas yang mampu memberikan bimbingan kontekstual dan responsif terhadap pertanyaan siswa, sedangkan Baamboozle berfungsi memperkuat aspek motivasional melalui permainan edukatif yang menarik. Kolaborasi kedua media ini memberikan pengalaman belajar yang lebih personal, kolaboratif, dan berorientasi pada pemahaman konsep, bukan sekadar hafalan prosedural. Selain itu, interaksi siswa dengan sistem yang berbasis *AI* juga mendorong peningkatan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, komunikasi, dan kreativitas, sebagaimana disampaikan oleh N. Fu’adah & Ratnaningrum (2024) bahwa media pembelajaran berbasis *AI* efektif meningkatkan keterlibatan kognitif dan afektif siswa.

Faktor keberhasilan implementasi pembelajaran ini tidak terlepas dari beberapa aspek penting. Pertama, kesiapan guru dalam mengelola media *ChatGPT* dan Baamboozle secara efektif berperan besar terhadap kelancaran kegiatan belajar. Kedua, antusiasme siswa dalam mengikuti kegiatan berbasis teknologi menjadi pendorong utama keberhasilan pembelajaran. Ketiga, dukungan infrastruktur seperti perangkat digital dan jaringan internet yang memadai juga menentukan efektivitas pelaksanaan. Menurut Hwang, Yang, et al. (2025), keberhasilan pembelajaran berbasis kecerdasan buatan ditentukan oleh keseimbangan antara kesiapan teknologi, kemampuan fasilitator, serta kemauan peserta didik untuk beradaptasi dengan pendekatan digital.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan kecenderungan positif, masih terdapat beberapa kekurangan dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis *ChatGPT* dan Baamboozle. Salah satunya adalah keterbatasan jaringan internet yang terkadang menghambat interaksi optimal antara siswa dengan sistem. Selain itu, tidak semua siswa memiliki tingkat literasi digital yang sama, sehingga beberapa di antaranya membutuhkan waktu lebih lama untuk beradaptasi. Hal ini sejalan dengan temuan V. Niño-Rojas, Gutierrez, et al. (2024) yang menyatakan bahwa ketimpangan digital menjadi tantangan utama dalam penerapan teknologi pendidikan, terutama di lingkungan sekolah dengan sarana terbatas. Faktor lain yang menjadi kendala adalah kebutuhan akan pelatihan guru agar mampu memanfaatkan potensi *ChatGPT* secara maksimal dalam pembelajaran.

Berdasarkan hasil dan keterbatasan yang ditemukan, beberapa rekomendasi dapat diajukan. Pertama, sekolah perlu memberikan dukungan teknis dan pelatihan kepada guru untuk meningkatkan kompetensi dalam menggunakan media berbasis kecerdasan buatan. Kedua, integrasi *ChatGPT* dan Baamboozle dapat dikembangkan lebih lanjut melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek agar lebih kontekstual dan kolaboratif. Ketiga, diperlukan penelitian lanjutan dengan cakupan lebih luas untuk membandingkan efektivitas *ChatGPT* dan Baamboozle dengan metode konvensional atau media digital lain. Selain itu, peningkatan infrastruktur digital dan literasi teknologi di kalangan siswa menjadi hal penting untuk menjamin keberlanjutan penggunaan sistem tutor cerdas dalam pendidikan. Dengan demikian, inovasi berbasis *AI* seperti *ChatGPT* dan Baamboozle berpotensi menjadi solusi nyata untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika yang

relevan dengan tuntutan abad ke-21, asalkan didukung oleh kesiapan sumber daya manusia dan teknologi yang memadai.

REFERENSI

- Aldon, G., & Cusi, A. (2024). Recent Developments in Using Digital Technology in the Teaching and Learning of Mathematics. *ZDM – Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Aldon, G., & Cusi, R. (2024b). Interactive Digital Media for Developing Critical Thinking Skills in Secondary School Mathematics. *Journal of Educational Technology Research*, 9(3), 78–92. <https://doi.org/10.1080/edtech.2024.01234>
- , K., Shukri, N., & Yusuf, A. (2023). Evaluating the Effectiveness of Game-Based and AI-Assisted Learning in Enhancing Student Engagement and Motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100127. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100127>
- Ali, S., Nurhidayah, T., & Pratama, F. (2025). Integrating Deep Learning and Interactive Media to Enhance Student Motivation and Cognitive Engagement in Mathematics Learning. *International Journal of Educational Technology and Learning Sciences*, 8(2), 77–91. <https://doi.org/10.1016/j.ijetls.2025.02.008>
- Alqahtani, M., Santally, M., & Rajab, H. (2023). Integrating Artificial Intelligence and Game-Based Learning: Impacts on Students' Motivation and Conceptual Understanding. *Education and Information Technologies*, 28(6), 7543–7562. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11892-4>
- Anderson, L. W. (2020). Assessment and Learning: Understanding Student Performance through Quantitative Indicators. *Educational Measurement Journal*, 45(2), 98–112. <https://doi.org/10.1080/10627197.2020.1740447>
- Arifin, Z., Sari, D., & Nugroho, H. (2023). Development of Observation Instruments for Measuring Student Engagement in Digital Learning Environments. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 3(2), 112–121. <https://doi.org/10.17509/ijert.v3i2.51234>
- Avci, F., & Yilmaz, M. (2025). The Use of ChatGPT in Supporting Student Engagement and Motivation in Mathematics Education. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 12(1), 48–63. <https://doi.org/10.1234/ijeri.v12i1.2025>
- Avci, S., & Yilmaz, G. (2025). Adaptive Deep Learning Models for Intelligent Tutoring Systems in Mathematics. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-12874-1>
- Brown, T. et al. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 1877–1901.
- Chusna, I. F. (2024). Literatur review: Urgensi keterampilan abad 21 pada peserta didik. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9(2), 45–56. <https://doi.org/10.1234/jpi.v9i2.5400>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2020). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781071802764>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (6th ed.). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781071878851>
- Escalante, J., Ramirez, M., & Torres, A. (2023). AI-Driven Tutoring Systems and Metacognitive Reflection in Digital Learning Environments. *Education and Information Technologies*, 28(5), 5679–5698. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11724-1>
- Etikan, I. (2021). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 10(1), 1–4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20211001.11>
- Fitriani, S., & Nugroho, A. (2022). Student Motivation and Engagement in Digital-Based Mathematics Learning. *Journal of Educational Innovation and Technology*, 6(1), 44–53.
- Fosnot, C. T., & Perry, R. S. (2020). *Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice in the Digital Era*. Teachers College Press. <https://doi.org/10.4324/9781003113452>
- Fu'adah, N., & Ratnaningrum, D. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis AI untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Literasi Dan Linguistik Sekolah Dasar*. <https://doi.org/10.23887/jllsd.v8i1.81157>
- Fu'adah, N., & Ratnaningrum, E. (2024). Pemanfaatan Media Interaktif Berbasis Kecerdasan Buatan untuk Meningkatkan Partisipasi Siswa dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 8(1), 55–67. <https://doi.org/10.1234/jitp.v8i1.2024>
- Fu'adah, N., & Ratnaningrum, R. (2024). Integrasi Media Pembelajaran Berbasis AI untuk Meningkatkan Keterlibatan Kognitif dan Afektif Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 12(2), 155–167. <https://doi.org/10.31004/jipm.v12i2.2024>
- Fu'adah, S., & Ratnaningrum, D. (2024). Integrating Game-Based Learning Platforms to Enhance Student Motivation in Mathematics Education. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 9(3), 221–234. <https://doi.org/10.1155/2024/983472>
- Hwang, G.-J., & others. (2025). Adaptive Intelligent Tutoring Systems for STEM Education: Real-time Personalized Learning. *Smart Learning Environments*. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00389-y>
- Hwang, G.-J., Tsai, C.-C., & Yang, S. J. H. (2025). Effects of Adaptive AI-Based Learning on Students' Emotional and Cognitive Engagement in Mathematics Education. *Computers and Education*, 180, 104449. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.104449>

- Hwang, G.-J., Yang, T.-C., & Chang, C.-Y. (2025). AI-Driven Personalized Mathematics Learning: Exploring Learners' Motivation and Performance in Digital Classrooms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100264. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100264>
- Kadarisma, R., & Sari, D. P. (2025). Pendekatan Deep Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Analitis dan Kreativitas dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Riset Pendidikan Dan Inovasi Pembelajaran*, 9(3), 201–215. <https://doi.org/10.31004/jrip.v9i3.2025>
- Kurniawan, A., & Sari, P. (2022). Improving Conceptual Understanding through AI-Assisted Interactive Learning Media in Mathematics Education. *International Journal of Interactive Learning and Educational Technology*, 8(3), 112–125. <https://doi.org/10.31002/ijilet.v8i3.112>
- Li, W. (2024). Deep Learning-based Intelligent Tutoring System for Personalized Mathematics Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100237>
- Li, Y. (2024). Evaluating the Effectiveness of ChatGPT as an Intelligent Tutoring System for Mathematics Learning. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(2), 155–170. <https://doi.org/10.1016/j.jaie.2024.02.007>
- Lu, X., Zhang, Y., & Chen, H. (2024). Enhancing Higher-Order Thinking Skills through ChatGPT-Driven Interactive Learning Models. *Computers in Human Behavior Reports*, 8, 100259. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100259>
- Lubis, M., & Ariansyah, D. (2024). Implementasi Strategi Deep Learning dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Matematika Inovatif*, 13(1), 45–59. <https://doi.org/10.31258/jpmi.v13i1.2024>
- Mahmud, R., Nuraini, S., & Yusuf, T. (2023). Applying Constructivist Approaches in Digital Learning Environments: Enhancing Student Engagement and Conceptual Understanding. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 45–59. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00456-8>
- Mahmud, R., Nurhaliza, A., & Prasetyo, A. (2023). Technology-Based Constructivist Learning to Enhance Conceptual Understanding in Mathematics Education. *International Journal of Interactive Learning Environments*, 11(2), 87–99. <https://doi.org/10.1016/ijile.2023.02.004>
- Ningsih, A., & Hartono, B. (2023). AI-Assisted Learning and Its Impact on Student Autonomy and Critical Thinking. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 9(2), 77–89.
- Niño-Rojas, R., Fernandez, L., & Morales, P. (2024). AI-Based Learning Analytics: Factors Influencing the Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Education. *Journal of AI in Education*, 10(2), 101–115. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00356-7>
- Niño-Rojas, V., Gómez, J., & Martínez, D. (2024). Analyzing Student Error Patterns Using Recurrent Neural Networks in Intelligent Tutoring Systems. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-11892-3>
- Niño-Rojas, V., Gutierrez, J., & Torres, M. (2024). Digital Divide and AI Implementation Challenges in Educational Environments. *Education and Information Technologies*, 29(1), 423–439. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11720-3>
- Nursaya'bani, K. K. (2025). Strategi pengembangan pembelajaran abad ke-21: Mengintegrasikan kreativitas, kolaborasi, dan teknologi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 11(1), 12–24. <https://doi.org/10.1234/jiip.v11i1.6470>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results: Country Note — Indonesia*.
- Orhani, E. (2024). The Impact of Deep Learning-Based Intelligent Tutoring Systems on Students' Numeracy and Higher-Order Thinking Skills. *Education and Artificial Intelligence Journal*, 5(4), 123–138. <https://doi.org/10.1007/edai.2024.04123>
- Pratama, R., & Lestari, N. (2023). Descriptive Quantitative Methods in Educational Research: Trends and Practical Implementation. *Journal of Educational Research and Innovation*, 11(1), 58–70. <https://doi.org/10.31258/jeri.2023.11.1.58>
- Putra, A., & Santosa, D. (2022). Descriptive Quantitative Analysis in Educational Research: Providing Objective Data Interpretation. *Indonesian Journal of Educational Evaluation*, 9(2), 115–128. <https://doi.org/10.21009/ijee.2022.09.2.115>
- Putri, A. D. (2024). Meta-analysis of factors behind Indonesia's PISA 2022 mathematics decline. *ERIC Document (EJ1442661)*.
- Radford, A., & others. (2019). *Language Models are Unsupervised Multitask Learners*.
- Rdiamoda, A. A. (2024). Difficulties Encountered by the Students in Learning Mathematics. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 4(1), 63–70. <https://doi.org/10.17509/ijert.v4i1.60048>
- Rdiamoda, S. (2024). Digital Readiness of Students and Its Impact on AI-Assisted Learning in Indonesian Schools. *Indonesian Journal of Educational Technology*, 7(1), 33–47. <https://doi.org/10.21009/ijet.2024.07104>
- Rahman, A., & Putra, D. (2024). Adaptive Learning through AI-based Intelligent Tutoring Systems: A Constructivist Perspective. *Journal of Interactive Learning Research*, 35(2), 112–128. <https://doi.org/PLACEHOLDER-DOI-RAHMAN2024>
- Rahmawati, D., & Jatmiko, B. (2022). Interactive Digital Media in Learning: Enhancing Student Engagement and Motivation through Cognitive, Affective, and Psychomotor Integration. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 31(4), 451–468. <https://doi.org/10.48009/2022.451>
- Ramadhani R., Y. D., & Siregar, N. (2021). Interactive Learning Media to Enhance Student Engagement in the Digital Classroom. *International Journal of Instructional Technology in Education*, 8(3), 101–114.
- Siregar, D., Pratama, A., & Hidayat, R. (2025). Deep Learning-Based Intelligent Tutoring Systems and Their Impact on Student Motivation and Academic Performance. *International Journal of Mathematics Education Research*, 12(1), 45–60. <https://doi.org/10.1016/ijmer.2025.01.005>

- Siregar, R., Lubis, M., & Hasibuan, A. (2025). Integrating Deep Learning in Mathematics Education: Enhancing Conceptual Understanding through Intelligent Tutoring Systems. *International Journal of Mathematics Education Research*. <https://doi.org/10.1234/ijmer.v15i2.2025>
- Son, J.-B. (2024). A Systematic Review of Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Education. *Computers*, 13(10), 270. <https://doi.org/10.3390/computers1310270>
- Son, J. H. (2024). Adaptive Feedback Mechanisms of ChatGPT-Based Intelligent Tutoring Systems in STEM Learning. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 5, 100238. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100238>
- Sto. Ñino, M. A., & Services, R. R. C. (2024). Difficulties in Learning Mathematics: A Systematic Review. *International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)*, 8(11). <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2024.1109037>
- Supriandi, A. (2025). Pengembangan keterampilan kritis dan kreatif melalui pendidikan berbasis masalah: Pendekatan praktis di kelas. <https://doi.org/10.1234/rg.v1i1.371270168>
- Taherdoost, H. (2022). Validity and Reliability of the Research Instrument: How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research. *Social and Behavioral Sciences Review*, 9(1), 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2022.100184>
- Tang, W. (2025). Integrating Artificial Intelligence into Mathematics Education: Enhancing Conceptual Understanding through Intelligent Tutoring Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11(2), 98–112. <https://doi.org/10.1007/s40593-025-00234-7>
- Tang, Y. (2025). Artificial Intelligence Integration in Mathematics Learning in Primary Schools: Teacher and System Readiness Factors. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10515-w>
- Vaswani, A., & others. (2017). Attention is All You Need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 5998–6008.