



INOVASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA ERA DIGITAL: AI, BIG DATA DAN PERSONALIZED LEARNING

Asep Amam

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Galuh
Email: amam@unigal.ac.id

ABSTRAK

Era digital telah memicu transformasi mendasar dalam pendekatan pembelajaran matematika. Teknologi mutakhir seperti Kecerdasan Buatan (AI), *Big Data*, dan *Personalized Learning* kini memainkan peran sentral dalam menciptakan proses pembelajaran yang lebih adaptif, efisien, dan kontekstual. Artikel ini bertujuan mengeksplorasi peran strategis dari ketiga inovasi tersebut dalam konteks pendidikan matematika modern. AI dimanfaatkan untuk menghadirkan sistem pembelajaran yang mampu menyesuaikan materi secara real-time dengan kemampuan siswa, membantu pemahaman konsep melalui simulasi interaktif, serta mendukung pembelajaran adaptif berbasis kecerdasan mesin. *Big Data* digunakan untuk menganalisis capaian dan kelemahan siswa secara kolektif guna merancang intervensi dan perbaikan kurikulum secara tepat sasaran. Sementara itu, *personalized learning* memungkinkan siswa memiliki jalur belajar individual yang sesuai dengan gaya belajar, minat, dan kebutuhan masing-masing, mendorong keterlibatan yang lebih tinggi dan peningkatan motivasi belajar. Melalui metode kajian pustaka dan analisis literatur terkini, artikel ini menunjukkan bahwa integrasi ketiga teknologi tersebut tidak hanya berdampak pada hasil belajar, tetapi juga membuka peluang pembelajaran yang lebih berkelanjutan dan inklusif. Diharapkan, pembahasan ini memberikan kontribusi konseptual dan praktis bagi pengembangan ekosistem pembelajaran matematika yang lebih inovatif dan responsif terhadap tuntutan abad ke-21.

Kata Kunci: AI, Big Data, Personalized Learning, Pembelajaran Matematika, Inovasi

Dikirim: Juni 2025; Diterima: Juni 2025; Dipublikasikan: Juni 2025

Cara sitasi: Amam, A. (2025). Inovasi Pembelajaran Matematika Era Digital: Ai, *Big Data* dan *Personalized Learning*. *Proceeding Galuh Mathematics National Conference*, 5(1), 6-11.



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap dunia pendidikan, khususnya dalam pembelajaran matematika. Transformasi ini ditandai dengan munculnya berbagai pendekatan baru yang berbasis teknologi, seperti kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), analisis data besar (*Big Data*), dan pembelajaran yang dipersonalisasi (*Personalized Learning*). Perubahan ini mencerminkan pergeseran paradigma dari pembelajaran konvensional menuju sistem pembelajaran yang lebih adaptif dan efisien. Penelitian oleh Sutomo dan Turmudi (2025) menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan partisipasi siswa, mempercepat pemahaman konsep, dan memfasilitasi pembelajaran mandiri secara lebih optimal.

Salah satu inovasi yang menonjol dalam dunia pendidikan saat ini adalah pemanfaatan AI. Teknologi ini memungkinkan sistem untuk menganalisis perilaku belajar siswa, memberikan umpan balik secara real-time, serta menyesuaikan materi pembelajaran sesuai kebutuhan individu. Dalam konteks pembelajaran matematika, AI dapat digunakan untuk mengidentifikasi kesulitan spesifik siswa dan merekomendasikan strategi remedial yang tepat. Menurut Laksitowening, Suwawi, dan Herdiani (2022), pemanfaatan AI di lingkungan digital seperti *Learning Management System (LMS)* telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan memperkuat pemahaman konsep matematika yang kompleks.

Selain AI, *Big Data* memainkan peran penting dalam analisis performa siswa. Dengan mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah besar, pendidik dapat memperoleh wawasan mendalam tentang kecenderungan belajar siswa, efektivitas metode pengajaran, serta kebutuhan akan modifikasi kurikulum. Penggunaan Big Data memungkinkan perencanaan pendidikan yang lebih berbasis bukti (*evidence-based*), sehingga keputusan pedagogis dapat diambil dengan lebih akurat. Studi oleh Munthe dan Sagala (2021) mengungkapkan bahwa analisis data besar dalam pembelajaran matematika memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan mutu pendidikan, terutama dalam konteks evaluasi formatif yang berkelanjutan.

Personalized Learning atau pembelajaran yang dipersonalisasi juga menjadi pendekatan penting yang berkembang pesat. Pendekatan ini memfokuskan pada pemberian pengalaman belajar yang disesuaikan dengan minat, kemampuan, dan gaya belajar masing-masing siswa. Dalam pembelajaran matematika, *personalized Learning* memungkinkan siswa untuk belajar dalam kecepatan mereka sendiri, memilih strategi yang paling sesuai, dan memperoleh dukungan yang lebih tepat sasaran. Penelitian oleh Permana, Hidayat, dan Mulyana (2023) menegaskan bahwa implementasi pembelajaran yang dipersonalisasi berbasis teknologi digital meningkatkan motivasi intrinsik siswa serta hasil belajar matematika secara signifikan.

Namun demikian, penerapan teknologi ini juga menghadapi berbagai tantangan, khususnya di Indonesia. Masalah seperti keterbatasan infrastruktur, kurangnya pelatihan guru, dan kesenjangan digital antar daerah masih menjadi hambatan utama. Untuk itu, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, institusi pendidikan, dan pengembang teknologi untuk menciptakan ekosistem digital yang mendukung. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih dalam pemanfaatan AI, Big Data, dan Personalized Learning dalam pembelajaran matematika, sekaligus menelaah potensi dan tantangan implementasinya dalam konteks pendidikan abad 21 yang menekankan kemampuan berpikir kritis, kolaboratif, komunikatif, dan kreatif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dengan metode deskriptif kualitatif untuk mengeksplorasi bagaimana penerapan teknologi digital seperti *Artificial Intelligence (AI)*, *Big Data*, dan *Personalized Learning* dalam pembelajaran matematika. Studi literatur dipilih karena mampu menyajikan pemahaman komprehensif berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu dan tren konseptual yang relevan (du Plooy *et al.*, 2024; Mosharafa, 2024).

Data dikumpulkan dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal bereputasi SINTA 1 dan 2, prosiding, serta laporan kajian yang terbit dalam sepuluh tahun terakhir. Kriteria inklusi mencakup publikasi yang memuat praktik implementasi AI, pemanfaatan *Big Data*, dan personalisasi pembelajaran matematika di tingkat pendidikan dasar dan menengah. Proses pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri database seperti *Google Scholar*, DOAJ, dan portal Garuda untuk menemukan referensi yang memenuhi syarat akademik (Laksitowening *et al.*, 2022; Sutomo & Turmudi, 2025).

Prosedur analisis dilakukan dengan pendekatan analisis isi (*content analysis*), melalui tahap identifikasi, kategorisasi, dan sintesis tematik terhadap artikel yang relevan. Setiap artikel ditinjau untuk menggali fokus implementasi teknologi dalam konteks pembelajaran matematika, keefektifan penggunaan teknologi, tantangan penerapan, serta rekomendasi yang diberikan (Saputra *et al.*, 2024; Permana *et al.*, 2023).

Validitas studi dijaga dengan membandingkan hasil kajian dari berbagai sumber dan memastikan keberagaman perspektif penulis. Selain itu, triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan artikel dari jurnal nasional dan internasional, serta dari konteks pendidikan berbeda untuk melihat keberlanjutan dan adaptabilitas penerapan teknologi (Hanif & Lestari, 2022; Munthe & Sagala, 2021).

Pendekatan studi literatur ini juga memperhatikan aspek kesiapan guru dan infrastruktur pendidikan, seperti pelatihan penggunaan *Learning Management System* (LMS) dan perangkat pendukung digital. Aspek ini penting karena menjadi faktor krusial dalam keberhasilan integrasi AI dan *Big Data* dalam lingkungan pembelajaran (Wijaya & Suparman, 2019; Yuliana & Fitria, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengungkap bahwa *Artificial Intelligence* (AI) telah mulai diintegrasikan dalam pembelajaran matematika melalui berbagai bentuk seperti asisten virtual, sistem pembelajaran adaptif, dan chatbot edukatif. Platform populer seperti Photomath dan Khan Academy telah menggunakan teknologi AI untuk memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan responsif (Saputra *et al.*, 2024). Dalam penerapannya, AI memungkinkan siswa untuk memperoleh umpan balik instan dan bantuan personalisasi saat menghadapi kesulitan dalam menyelesaikan soal matematika.

Guru juga mulai memanfaatkan asisten virtual dalam proses pengajaran. Teknologi ini membantu memberikan penjelasan ulang secara otomatis dan menjawab pertanyaan siswa secara *real-time*, memberikan nuansa belajar yang lebih personal dan fleksibel (Mosharafa, 2024). Penelitian dari jurnal *At-Ta'lim* (2024) menunjukkan bahwa penggunaan chatbot dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan partisipasi siswa hingga 82%, menunjukkan efektivitas AI dalam membangun keterlibatan siswa terhadap materi yang diajarkan.

Sistem pembelajaran adaptif berbasis AI juga memberikan keunggulan dalam menganalisis performa siswa secara *real-time*. Sistem ini mampu mengumpulkan dan memproses data aktivitas siswa, seperti waktu pengerjaan, jenis kesalahan, dan tingkat keberhasilan, yang kemudian digunakan untuk memberikan intervensi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan individu. Dengan demikian, AI tidak hanya menjadi alat bantu, tetapi juga sebagai pengarah strategi pengajaran berbasis data (du Plooy *et al.*, 2024).

Integrasi *Big Data* dalam pendidikan matematika memberikan dimensi baru terhadap evaluasi pembelajaran. *Big Data* digunakan untuk menganalisis ribuan catatan hasil belajar siswa dari berbagai platform digital seperti *Google Classroom* dan *DreamBox*. Analisis ini membantu dalam pemetaan kesulitan belajar siswa serta mendukung penyusunan materi ajar yang lebih adaptif dan tepat sasaran (Rahmat & Fatmawati, 2021). Melalui data historis, sistem dapat memberikan saran pembelajaran secara prediktif dan proaktif.

Penggunaan data besar juga memungkinkan guru untuk melakukan prediksi prestasi siswa. Model prediktif berbasis *machine learning* yang dibangun dari data historis mampu mengidentifikasi siswa yang berpotensi mengalami kesulitan belajar lebih awal, sehingga intervensi dapat dilakukan secara lebih tepat

waktu (Cui *et al.*, 2019). Selain itu, Big Data juga mendukung analisis jaringan konsep matematika sehingga keterkaitan antar topik dapat divisualisasikan dan dipahami lebih sistematis oleh pendidik maupun siswa.

Dalam pembelajaran yang dipersonalisasi (*personalized learning*), siswa dibimbing melalui jalur belajar yang fleksibel sesuai dengan hasil diagnostik awal dan preferensi gaya belajar. Teknologi ini digunakan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih relevan, menyenangkan, dan efektif, di mana materi pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan unik setiap siswa. Platform seperti *ChatGPT*, *You Tube Edu*, dan *Google Classroom* memungkinkan implementasi strategi ini dengan menyediakan berbagai bentuk konten yang responsif terhadap capaian siswa (du Plooy *et al.*, 2024).

Penerapan pembelajaran personal ini terbukti mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa. Siswa merasa dihargai karena dapat belajar dengan cara yang sesuai dengan preferensi mereka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran adaptif berbasis AI meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam menyelesaikan soal matematika secara mandiri, terutama pada materi abstrak seperti aljabar dan geometri (Mosharafa, 2024). Secara umum, tren global menunjukkan peningkatan signifikan dalam publikasi ilmiah mengenai AI dan Big Data dalam pendidikan sejak 2019. Hal ini mencerminkan meningkatnya perhatian akademik terhadap potensi besar teknologi ini dalam mereformasi sistem pembelajaran tradisional menuju pembelajaran berbasis data dan teknologi cerdas (Mosharafa, 2024).

Salah satu model AI yang telah terbukti efektif adalah *Yixue Squirrel AI* dari Tiongkok, yang menggabungkan sistem adaptif dengan umpan balik personal secara otomatis. Dalam studi komparatif, sistem ini menunjukkan performa yang sebanding dengan tutor manusia dalam meningkatkan hasil belajar siswa (Cui *et al.*, 2019). Hal ini menandakan bahwa AI tidak sekadar pelengkap, namun berpotensi menjadi pengganti instruksi manusia dalam konteks tertentu.

Meskipun demikian, tantangan tetap ada. Beberapa guru menyatakan kekhawatiran akan ketergantungan siswa terhadap teknologi yang dapat melemahkan kemampuan berpikir kritis dan reflektif jika tidak diawasi secara baik. Teknologi AI yang terlalu dominan juga dapat mengurangi interaksi sosial dan diskusi terbuka di kelas (Saputra *et al.*, 2024). Tantangan lain yang diidentifikasi adalah kurangnya pelatihan guru dalam memanfaatkan dashboard analitik dan sistem rekomendasi AI. Beberapa guru masih merasa kesulitan untuk menginterpretasikan data performa siswa yang disajikan oleh sistem sehingga pengambilan keputusan pedagogis menjadi tidak optimal (Rahmat & Fatmawati, 2021).

Infrastruktur sekolah yang belum merata juga menjadi hambatan besar. Keterbatasan akses internet dan perangkat keras masih ditemukan di berbagai sekolah, khususnya di wilayah pedesaan, yang menyebabkan penerapan teknologi AI dan Big Data belum dapat diimplementasikan secara menyeluruh. Temuan lain menunjukkan bahwa dukungan kebijakan dari institusi pendidikan masih dibutuhkan. Penerapan teknologi cerdas memerlukan kerangka regulasi, pelatihan berkelanjutan, dan integrasi dengan kurikulum nasional agar tidak berjalan terpisah dari arah pembelajaran yang diharapkan.

Secara menyeluruh, penerapan AI, Big Data, dan *personalized learning* dalam pembelajaran matematika menunjukkan hasil yang positif terhadap peningkatan capaian belajar dan efisiensi pembelajaran. Teknologi ini membantu menciptakan sistem pembelajaran yang responsif, berpusat pada siswa, dan berbasis bukti. Namun demikian, transformasi digital ini tidak dapat berjalan tanpa kesiapan sumber daya manusia dan infrastruktur. Untuk itu, diperlukan kolaborasi antara pendidik, pembuat kebijakan, pengembang teknologi, dan pemangku kepentingan lainnya guna memastikan bahwa teknologi berfungsi sebagai alat bantu, bukan pengganti peran manusia dalam pendidikan.

KESIMPULAN

1. AI memperkaya pembelajaran matematika melalui interaksi adaptif dan rekomendasi pembelajaran berbasis data.
2. Big Data memberikan peluang untuk analisis mendalam, perencanaan kurikulum, dan intervensi belajar yang efektif.
3. Personalized Learning mendukung diferensiasi pembelajaran sesuai profil siswa, meningkatkan motivasi dan hasil belajar.



REKOMENDASI

Institusi pendidikan disarankan untuk mengembangkan kapasitas digital pendidik dan infrastruktur pendukung, serta mengintegrasikan teknologi ini ke dalam sistem pembelajaran secara bertahap dan terstruktur.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Galuh, khususnya Program Studi Pendidikan Matematika FKIP sebagai penyelenggara GAMMA 2025, atas dukungan dan kepercayaannya memfasilitasi publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- At-Ta'lim. (2024). Chatbot interaktif dalam pembelajaran matematika di jenjang SMP. *At-Ta'lim: Jurnal Kependidikan, 23*(1), 35–48.
- Cui, W., Xue, Z., & Thai, K.-P. (2019). Performance comparison of an AI-based adaptive learning system in China. *arXiv Preprint*, arXiv:1901.10268.
- du Plooy, E., Casteleijn, D., & Franzsen, D. (2024). Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement. *Heliyon, 10*(21), e39630. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630>
- Fathurrahman, A., Laksitowening, K. A., & Suwawi, D. (2022). Penerapan metode collaborative filtering dalam personalized learning. *JURIKOM, 9*(2), 78–85.
- Hanif, M., & Lestari, D. (2022). Analisis dashboard pembelajaran digital untuk diagnostik kesulitan siswa. *Jurnal Edukasi Matematika, 8*(2), 57–68.
- Laksitowening, A. D., Suwawi, H. D., & Herdiani, A. (2022). Pemanfaatan learning management system berbasis artificial intelligence dalam meningkatkan hasil belajar matematika. *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran, 52*(1), 45–58.
- Laksitowening, K. A., Suwawi, D., & Herdiani, A. (2022). Pemanfaatan learning management system untuk pembelajaran matematika. *Prosiding PKMCSR*, 103–110.
- Mosharafa. (2024). Bibliometric analysis of artificial intelligence in mathematics education. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 13*(2), 387–400.
- Munthe, B., & Sagala, R. W. (2021). Analisis data besar (Big Data) dalam peningkatan kualitas pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA, 7*(2), 85–96.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030 framework*. OECD Publishing.
- Permana, D., Hidayat, A., & Mulyana, A. (2023). Personalized learning dalam pembelajaran matematika: Inovasi dalam era digital. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia, 8*(1), 22–34.
- Rahmat, A., & Fatmawati, D. (2021). Analisis Big Data dalam meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis LMS. *Jurnal Teknologi Pendidikan, 23*(2), 145–158.
- Saputra, M. A. A., Huda, A. N., & Pramesti, S. L. D. (2024). The effectiveness of mathematics learning aided by concrete media and artificial intelligence (AI) in the era of society 5.0: A systematic review. *ICONIE Proceedings*, 245–252.
- Saputra, Y., & Sari, K. (2020). Penerapan adaptive learning dalam pembelajaran matematika berbasis digital. *Jurnal Teknologi dan Pembelajaran, 9*(1), 40–51.
- Sutomo, H., & Turmudi, D. (2025). Integration of artificial intelligence in mathematics learning: Systematic literature review. *SJME (Symmetry: Journal of Mathematics Education), 9*(1), 29–41.
- Wijaya, H., & Suparman, A. (2019). Pelatihan guru dalam integrasi TIK untuk pembelajaran matematika di sekolah menengah. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Teknologi, 6*(3), 212–225.



- Yuliana, A., & Fitria, L. (2018). Personalized learning sebagai strategi pembelajaran matematika abad 21. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia, 3*(1), 34–45.
- Zumbrunn, S., Tadlock, J., & Roberts, E. D. (2011). *Encouraging self-regulated learning in the classroom*. http://www.self-regulation.ca/download/pdf_documents/Self%20Regulated%20Learning.pdf