

Pemanfaatan Large Language Models dalam Pembelajaran Adaptif Berbasis pendekatan Permainan dan Implementasi

Siti Maryam^{1*}, Silvia Ayunda Murad², Vini Mariani³, Andika Khairuman⁴

^{1,3}School of Information Sytem, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia

^{2,4}Information System Department, BINUS Online, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia

*siti.maryam001@binus.ac.id¹, silvia.ayunda@binus.ac.id², vmariani@binus.ac.id³,
andika.khairuman@binus.ac.id⁴

Abstrak

Sistem pembelajaran adaptif cenderung statis, lambat merespons, dan belum mampu mengelola interaksi kompleks yang diperlukan untuk pembelajaran personal. Saat ini pembelajaran digital telah berkembang pesat, sebagian besar platform masih memberikan materi yang bersifat umum dan belum sepenuhnya menyesuaikan kebutuhan para siswa. Pembelajaran adaptif berbasis permainan (game-based adaptive learning) merupakan metode inovatif yang menggabungkan elemen permainan untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar. Dengan kemajuan teknologi kecerdasan buatan, Large Language Models (LLM) menawarkan kemampuan pemahaman bahasa alami yang mendalam untuk menciptakan pengalaman belajar yang personal dan responsif. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengevaluasi integrasi LLM ke dalam sistem pembelajaran adaptif berbasis permainan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih personal, responsif, dan dinamis. Penelitian juga berupaya mengembangkan framework implementasi yang dapat diterapkan pada berbagai skenario pembelajaran digital. Metode yang digunakan adalah Design-Based Research (DBR) yang meliputi analisis masalah, desain model adaptif berbasis LLM, implementasi prototipe, dan evaluasi iteratif terhadap efektivitas sistem. Evaluasi dilakukan melalui pengukuran personalisasi, interaktivitas, keterlibatan siswa, retensi pengetahuan, adaptivitas sistem, dan kepuasan pengguna.

Kata kunci: Pembelajaran adaptif berbasis permainan, Large Language Models (LLM), Umpan balik real-time, Framework implementasi LLM, Tantangan integrasi teknologi dalam Pendidikan

A. Pendahuluan

Pembelajaran adaptif bertujuan untuk menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan, kemampuan, dan minat siswa secara individual (Brusilovsky, 2001). Pendekatan berbasis permainan telah terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa (Hamari et al., 2016). Dengan mengintegrasikan Large Language Models (LLM), sistem pembelajaran dapat memberikan umpan balik real-time, menyesuaikan tingkat kesulitan, dan menyediakan pengalaman belajar yang personal (Brown et al., 2020). Namun, penerapan LLM dalam konteks ini masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan dalam memahami konteks permainan dan kebutuhan akan data

pelatihan yang spesifik (Zuo, 2024).

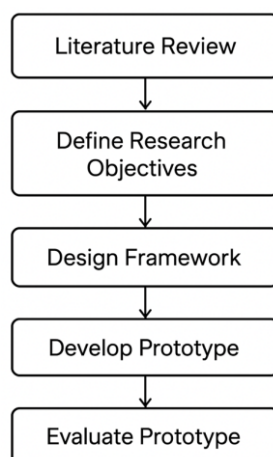
Selain itu, kemajuan dalam teknologi kecerdasan buatan, khususnya perkembangan Large Language Models (LLM) GPT-4, dan lainnya, telah membuka peluang baru dalam personalisasi pembelajaran (Brown et al., 2020; Zuo, 2024). LLM mampu memproses bahasa alami secara kompleks dan memberikan respons yang kontekstual sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan materi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan individu, memberikan umpan balik adaptif, serta mendukung interaksi yang lebih natural dalam lingkungan pembelajaran berbasis permainan (Sirangi, 2025).

Pembelajaran berbasis permainan sendiri telah terbukti efektif dalam menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan menyenangkan, yang dapat meningkatkan motivasi dan retensi materi pada siswa (Hamari et al., 2016). Dengan menggabungkan kekuatan LLM dan pendekatan gamifikasi dalam pembelajaran adaptif, diharapkan tercipta sebuah sistem yang tidak hanya menyesuaikan materi sesuai dengan kemampuan siswa, tetapi juga mampu mempertahankan minat dan keterlibatan siswa secara berkelanjutan (Li et al., 2025).

Namun, implementasi LLM dalam konteks pembelajaran adaptif berbasis permainan juga menghadapi beberapa kendala, seperti kebutuhan data pelatihan yang sangat spesifik agar model dapat memahami konteks permainan dengan baik, tantangan dalam menjaga privasi data siswa, serta kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi ini ke dalam sistem pembelajaran yang sudah ada (Prakki, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pendekatan dan implementasi pemanfaatan LLM dalam pembelajaran adaptif berbasis permainan, serta mengevaluasi efektivitas dan tantangan yang muncul dalam proses tersebut.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan Design-Based Research (DBR) untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi integrasi Large Language Models (LLM) dalam sistem pembelajaran adaptif berbasis permainan. Pendekatan DBR dipilih karena mampu mengakomodasi pengembangan solusi inovatif dalam konteks nyata melalui proses iteratif yang melibatkan desain, uji coba, refleksi, dan perbaikan (Anderson & Shattuck, 2012).



Gambar 1. Alur Penelitian

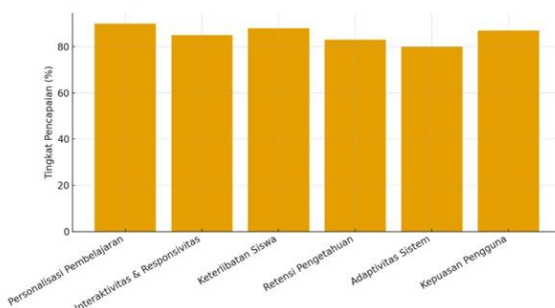
Dengan pendekatan Design-Based Research (DBR) yang bersifat iteratif, kolaboratif, dan kontekstual, yang memungkinkan integrasi teknologi baru seperti Large Language Models (LLM) secara efektif ke dalam sistem pembelajaran nyata. Metode ini memadukan kegiatan desain, implementasi, evaluasi, dan refleksi untuk menghasilkan framework adaptif yang valid secara teoretis dan fungsional secara praktis (Anderson & Shattuck, 2012; Wang & Hannafin, 2005).

Tabel 1. Design-Based Research (BDR)

Tahap DBR	Tujuan Utama	Kegiatan dalam Konteks Penelitian Ini	Hasil yang Diharapkan
Analisis dan Eksplorasi Masalah	Mengidentifikasi kebutuhan dan tantangan pembelajaran adaptif berbasis permainan.	- Kajian literatur tentang <i>adaptive learning</i>, <i>game-based learning</i>, dan LLM - Wawancara dengan pendidik untuk memahami kebutuhan personalisasi.	Rumusan masalah dan kebutuhan sistem pembelajaran adaptif berbasis LLM.
Desain dan Pengembangan Solusi Awal	Merancang <i>prototype</i> sistem pembelajaran adaptif dengan integrasi LLM.	- Mendesain arsitektur sistem berbasis web dan mobile. - Merancang logika adaptasi berbasis prompt dan model kesulitan dinamis.	<i>Prototype</i> sistem pembelajaran dengan kemampuan adaptasi berbasis LLM.
Implementasi dan Uji Coba di Lapangan	Menguji penerapan sistem dalam konteks pembelajaran nyata.	- Melaksanakan uji coba terbatas pada kelompok siswa. - Mengumpulkan data interaksi, respons, dan performa siswa.	Data empiris efektivitas sistem dan pengalaman belajar siswa.
Refleksi dan Analisis Hasil	Mengevaluasi kinerja sistem dan interaksi pengguna.	- Analisis kuantitatif (data performa) dan kualitatif (<i>feedback guru/siswa</i>). - Identifikasi kelebihan dan kekurangan sistem.	Laporan hasil evaluasi sistem LLM dalam konteks adaptif game learning.
Revisi dan Redesain	Menyempurnakan sistem berdasarkan hasil evaluasi.	- Penyempurnaan algoritma adaptif dan interaksi berbasis LLM. - Revisi arsitektur sistem dan konten permainan.	Versi final <i>framework</i> pembelajaran adaptif berbasis LLM yang siap diimplementasikan.

C. Hasil dan Pembahasan

Pencapaian terlihat pada grafik ada 6 aspek evaluasi penting: personalisasi, interaktivitas, keterlibatan, retensi pengetahuan, adaptivitas, dan kepuasan pengguna. Secara umum, seluruh aspek memperoleh nilai di atas 80%, menunjukkan bahwa sistem berjalan efektif dan stabil.



Gambar 2. Pencapaian Implementasi Pembelajaran Adaptif berbasis LLM

Aspek personalisasi mendapatkan nilai tertinggi yaitu 90% (Pencapaian Tertinggi). Hal ini menunjukkan bahwa LLM sangat efektif memahami: kemampuan siswa; preferensi belajar; pola kesalahan; kebutuhan konten yang tepat. Pencapaian ini menandakan bahwa inti dari framework—yakni personalized adaptive learning—berhasil diimplementasikan dengan sangat baik. Implikasi: Sistem mampu menawarkan pengalaman belajar yang benar-benar khusus dan relevan bagi setiap siswa.

Sementara itu skor **Keterlibatan Siswa** mencapai 88%, skor keterlibatan yang tinggi menunjukkan bahwa integrasi LLM dalam game-based learning: memotivasi siswa untuk terus berpartisipasi; meningkatkan rasa ingin tahu; membuat proses belajar terasa menyenangkan dan tidak monoton. Implikasi: Model interaktif berbasis permainan berbantu LLM mendorong aktivitas belajar yang lebih aktif dan konsisten. Skor **Kepuasan Pengguna** mencapai 87%. Nilai ini menunjukkan bahwa siswa dan pengguna umum: merasa puas dengan alur pembelajaran; menilai interaksi dengan LLM jelas dan membantu; menyukai pengalaman belajar yang interaktif dan modern. Implikasi: Sistem sudah siap digunakan secara luas dengan tingkat penerimaan pengguna yang tinggi. Skor **Interaktivitas & Responsivitas** adalah 85%, ini menggambarkan LLM mampu: merespons cepat; menyesuaikan konteks; percakapan; menjaga alur game tetap hidup. Nilai ini cukup tinggi, namun masih menyisakan aspek yang perlu ditingkatkan seperti konsistensi jawaban dan pemahaman konteks jangka panjang. Implikasi: Sistem sudah sangat responsif tetapi memerlukan optimasi dalam pengelolaan dialog yang panjang.

Retensi Pengetahuan 83% menunjukkan pembelajaran berbasis dialog adaptif membantu siswa: memahami materi lebih dalam; mengingat konsep lebih baik; mendapatkan penguatan melalui feedback langsung. Namun masih ada ruang peningkatan di area: review berkala; mengingat materi; penguatan ulang (reinforcement learning). Implikasi: Sistem efektif meningkatkan pemahaman tetapi perlu fitur untuk mempertahankan pengetahuan jangka panjang. Sejalan dengan **Adaptivitas Sistem** memiliki skor terendah 80% (Pencapaian Terendah)

Meskipun masih dalam kategori baik, adaptivitas menjadi aspek dengan nilai paling rendah. Penyebabnya dapat meliputi: penyesuaian tingkat kesulitan yang belum sepenuhnya presisi; variasi gaya belajar yang kompleks; dinamika perbedaan konteks antar siswa. Implikasi: Framework masih perlu ditingkatkan dalam menyesuaikan tantangan belajar secara benar-benar dinamis dan kontekstual.

D. Kesimpulan

Berdasarkan analisis diatas ada beberapa rekomendasi pengembangan untuk pencapaian ke depan perlu adanya Peningkatan Mekanisme Adaptivitas Sistem yang butuh algoritma yang lebih presisi dalam menganalisis performa siswa secara real-time, termasuk penilaian konteks permainan dan pola kesalahan, agar penyesuaian tingkat kesulitan dapat dilakukan dengan lebih akurat. Penguatan Fitur Retensi Pengetahuan seperti spaced repetition, kuis adaptif, dan review otomatis akan meningkatkan retensi informasi siswa dalam jangka panjang. Optimasi Konsistensi Respons LLM yang perlu dilakukan fine-tuning atau pengaturan prompt yang lebih mendalam untuk memastikan LLM mampu mempertahankan konsistensi narasi dan konteks selama interaksi yang panjang dalam permainan.

Daftar Pustaka

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25.
- Brown, T. B., et al. (2020). *Language models are few-shot learners. Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 1877–1901.
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). *Language models are few-shot learners. Advances in Neural Information Processing*

- Systems*, 33, 1877–1901.
- Brusilovsky, P. (2001). *Adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1-2), 87–110.
- Design-Based Research Collective. (2003). *Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. Educational researcher*, 32(1), 5-8.
- Ge, W., et al. (2025). *SRLAgent: Enhancing Self-Regulated Learning Skills through Gamification and LLM Assistance*. arXiv preprint arXiv:2506.09968.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2016). *Does gamification work? – A literature review of empirical studies on gamification*. 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences, 3025–3034
- Huber, S. E., Kiili, K., Nebel, S., dkk. (2024). *Leveraging the Potential of Large Language Models in Education Through Playful and Game-Based Learning. Educational Psychology Review*
- Li, Y., Nong, R., Liu, J., & Evans, L. (2025). *Adaptive Learning Systems: Personalized Curriculum Design Using LLM-Powered Analytics. Computers and Society*.
- Iiyoshi, Toru, Michael J. Hannafin, and Feng Wang. "Cognitive tools and student-centred learning: rethinking tools, functions and applications." *Educational Media International* 42.4 (2005): 281-296.
- Li, Y., Nong, R., Liu, J., & Evans, L. (2025). *Adaptive Learning Systems: Personalized Curriculum Design Using LLM-Powered Analytics. Computers and Society*.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2012). *Conducting Educational Design Research*. New York, NY: Routledge. *Effects of Incorporating a Large Language Model-Based Adaptive Mechanism Into Contextual Games*. oleh Wang, M., Zhang, D., Zhu, J., & Gu, H. (2025). *Journal of Educational Computing Research*
- Prakki, R. (2024). *Active Inference for Self-Organizing Multi-LLM Systems: A Bayesian Perspective*. arXiv preprint arXiv:2412.19361.
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). *Design-based research methods for studying learning in context: Introduction. Educational psychologist*, 39(4), 199-201.
- Sirangi, A. (2025). *LLMs in Personalized Education: Adaptive Learning Models. Journal of Information Systems Engineering & Management*, 10(47s), 706-715.
- Wang, M., et al. (2025). *Effects of Incorporating a Large Language Model-Based Adaptive Mechanism Into Contextual Games on Students' Academic Performance, Flow Experience, Cognitive Load and Behavioral Patterns. Journal of Educational Computing Research*, 53(3), 662–694.

- Yan, L., et al. (2023). *Practical and Ethical Challenges of Large Language Models in Education: A Systematic Scoping Review*. arXiv preprint arXiv:2303.13379.
- Zuo, J. (2024). *Research on Constructing Adaptive Learning Paths for University Administrative Staff Based on Large Language Models*. *International Journal of Emerging Technologies and Advanced Applications*, 10(3), 133.