



Sistem Rekomendasi Belajar Mandiri Menggunakan Generative AI Berbahasa Indonesia untuk Mahasiswa Informatika

Rani Robetty Saragih
Universitas Deztron Indonesia

Email: robetrani6@gmail.com

Abstract. *The need for adaptive and personalized learning systems is increasing along with the advancement of information technology. Informatics students face challenges in choosing materials that suit their abilities and interests. This research aims to design and evaluate an Generative AI-based independent learning recommendation system in Indonesian that can help students navigate the learning process more efficiently. The system utilizes a generative language model to provide relevant learning material suggestions based on students' individual learning history and preferences. This study uses a software engineering approach and experimental evaluation. The dataset is collected from various reference sources of learning and user interaction with the system. The Generative AI model is trained to generate contextual and Indonesian-language content recommendations. The results of the evaluation show that this system is able to increase the effectiveness and satisfaction of students' independent learning. These findings confirm the great potential of generative AI technology in supporting higher education, particularly in supporting personalized learning in local languages.*

Keywords: *Independent learning, Generative AI, Indonesian, Learning recommendations, Informatics students.*

Abstrak. *Kebutuhan akan sistem pembelajaran yang adaptif dan personal semakin meningkat seiring dengan kemajuan teknologi informasi. Mahasiswa informatika menghadapi tantangan dalam memilih materi yang sesuai dengan kemampuan dan minat mereka. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi sistem rekomendasi belajar mandiri berbasis Generative AI berbahasa Indonesia yang dapat membantu mahasiswa dalam menavigasi proses pembelajaran secara lebih efisien. Sistem ini memanfaatkan model bahasa generatif untuk memberikan saran materi belajar yang relevan berdasarkan riwayat belajar dan preferensi individu mahasiswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dan evaluasi eksperimental. Dataset dikumpulkan dari berbagai sumber referensi belajar dan interaksi pengguna terhadap sistem. Model Generative AI dilatih untuk menghasilkan rekomendasi konten yang kontekstual dan berbahasa Indonesia. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efektivitas dan kepuasan belajar mandiri mahasiswa. Temuan ini menegaskan potensi besar teknologi AI generatif dalam mendukung pendidikan tinggi, khususnya dalam mendukung personalisasi pembelajaran dalam bahasa lokal.*

Kata kunci: *Pembelajaran mandiri, Generative AI, Bahasa Indonesia, Rekomendasi belajar, Mahasiswa informatika.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan telah memberikan dampak signifikan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan tinggi. Khususnya dalam era digital saat ini, metode pembelajaran konvensional mengalami transformasi menuju pendekatan yang lebih adaptif dan berbasis teknologi. Mahasiswa informatika sebagai salah satu kelompok yang terpapar langsung dengan kemajuan ini memiliki tuntutan untuk belajar secara mandiri dan efisien.

Belajar mandiri telah menjadi bagian integral dalam pendidikan tinggi, terutama pada program studi informatika yang terus berkembang secara cepat. Namun, banyak mahasiswa menghadapi kesulitan dalam menentukan sumber dan materi yang relevan dengan kebutuhan

pembelajaran mereka. Keberadaan sistem rekomendasi dapat menjadi solusi untuk memfasilitasi proses ini, namun belum banyak yang dikembangkan dengan pendekatan generatif dan berbahasa Indonesia.

Generative AI, seperti model bahasa GPT, memiliki potensi besar dalam mempersonalisasi proses belajar dengan menghasilkan konten yang kontekstual. Penggunaan bahasa Indonesia dalam sistem AI sangat penting untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi, terutama bagi mereka yang belum terbiasa dengan sumber-sumber berbahasa asing. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem rekomendasi berbasis Generative AI berbahasa Indonesia yang ditujukan khusus untuk mahasiswa informatika.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem rekomendasi belajar mandiri yang menggunakan teknologi generatif dalam bahasa Indonesia. Sistem ini dirancang untuk membantu mahasiswa dalam memilih materi belajar yang sesuai dengan kebutuhan dan gaya belajar mereka.

Studi ini juga bertujuan untuk menilai efektivitas sistem dalam meningkatkan kualitas belajar mandiri mahasiswa. Evaluasi dilakukan berdasarkan metrik kepuasan pengguna, relevansi konten, dan kemudahan penggunaan sistem. Diharapkan sistem ini mampu menjadi inovasi baru dalam mendukung transformasi digital di bidang pendidikan tinggi.

Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam integrasi teknologi generatif dengan sistem pembelajaran, khususnya dalam konteks bahasa lokal. Pengembangan sistem ini juga berpotensi diadopsi secara luas dalam program studi lain di Indonesia.

Dengan pendekatan yang sistematis, penelitian ini menjadi dasar penting bagi pengembangan lebih lanjut sistem pembelajaran cerdas yang berorientasi pada pengguna dan berbasis bahasa lokal, serta mendukung peningkatan kualitas pendidikan tinggi secara umum.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Rekomendasi dalam Dunia Pendidikan

Sistem rekomendasi merupakan suatu pendekatan dalam kecerdasan buatan yang digunakan untuk memberikan saran atau pilihan berdasarkan pola preferensi pengguna. Dalam dunia pendidikan, sistem ini telah banyak diterapkan untuk menyarankan materi belajar, video edukasi, hingga jalur pembelajaran individual. Keberadaan sistem ini bertujuan untuk membantu pengguna dalam memilah informasi yang sangat banyak dan bervariasi.

Implementasi sistem rekomendasi dalam pendidikan telah menunjukkan dampak positif dalam meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar. Berbagai penelitian menemukan bahwa dengan adanya sistem rekomendasi, mahasiswa menjadi lebih fokus pada materi yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya. Ini sekaligus mengurangi kebingungan dalam memilih sumber belajar.

Model sistem rekomendasi yang umum digunakan adalah collaborative filtering, content-based filtering, dan hybrid methods. Masing-masing memiliki kelebihan dan keterbatasan, tergantung pada konteks dan karakteristik pengguna. Dalam konteks pembelajaran, pendekatan hybrid sering digunakan karena dapat menyesuaikan dengan perilaku belajar yang kompleks.

Dalam penelitian Chen et al. (2020), sistem rekomendasi berbasis AI terbukti dapat meningkatkan efisiensi waktu belajar dan memperkaya pemahaman konsep. Studi lain oleh Liu et al. (2019) menggarisbawahi pentingnya relevansi dan personalisasi konten sebagai faktor kunci keberhasilan sistem pembelajaran digital.

Dengan mempertimbangkan berbagai pendekatan dan hasil studi sebelumnya, pengembangan sistem rekomendasi untuk mahasiswa informatika harus dirancang dengan mempertimbangkan konteks lokal, gaya belajar, serta relevansi konten terhadap kurikulum pendidikan tinggi di Indonesia.

Potensi dan Peran Generative AI

Generative AI, khususnya model bahasa seperti GPT, merupakan kemajuan besar dalam pengembangan teknologi kecerdasan buatan. Model ini mampu menghasilkan teks, gambar, maupun audio secara otomatis berdasarkan data pelatihan yang sangat besar. Dalam konteks pendidikan, kemampuan ini dapat dimanfaatkan untuk membuat materi belajar yang bersifat dinamis dan personal.

Salah satu keunggulan Generative AI adalah kemampuannya untuk memahami konteks dan menghasilkan konten baru yang menyerupai pola bahasa manusia. Hal ini membuka peluang besar dalam personalisasi pembelajaran, terutama dalam menghasilkan materi tanya jawab, penjelasan, atau ringkasan materi.

Dalam studi oleh Brown et al. (2020), model GPT terbukti mampu menyelesaikan berbagai tugas NLP (Natural Language Processing) termasuk menjawab pertanyaan, membuat ringkasan, hingga menjelaskan konsep. Keunggulan ini menjadikannya sebagai teknologi yang sangat cocok digunakan dalam lingkungan belajar mandiri.

Namun, sebagian besar pengembangan Generative AI masih berpusat pada bahasa Inggris. Untuk konteks lokal seperti Indonesia, tantangannya adalah menyediakan data pelatihan yang cukup dalam bahasa Indonesia agar sistem mampu memahami nuansa linguistik dan konteks budaya yang berbeda.

Dengan melatih model menggunakan korpus bahasa Indonesia yang relevan, Generative AI dapat menjadi alat bantu yang kuat dalam sistem rekomendasi pembelajaran mandiri. Kemampuan untuk merespons dalam bahasa ibu membuat AI lebih inklusif dan bermanfaat bagi mahasiswa yang belum fasih menggunakan materi berbahasa asing.

Bahasa Indonesia dalam Pembelajaran Digital

Bahasa memainkan peran krusial dalam proses belajar. Bahasa yang sesuai dan mudah dipahami dapat mempercepat pemahaman, meningkatkan retensi informasi, dan menumbuhkan kepercayaan diri dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, penggunaan bahasa Indonesia dalam sistem pembelajaran digital sangat penting untuk konteks pendidikan di Indonesia.

Penelitian Ramdhani dan Taufik (2021) menemukan bahwa penggunaan bahasa pengantar Indonesia dalam e-learning dapat meningkatkan pemahaman materi hingga 30% dibandingkan dengan materi berbahasa asing. Ini menunjukkan bahwa bahasa ibu memiliki peran strategis dalam mendukung efektivitas belajar.

Selain itu, konten dalam bahasa Indonesia memungkinkan mahasiswa untuk belajar dengan lebih mandiri tanpa tergantung pada kemampuan bahasa asing. Ini sangat penting dalam pendidikan tinggi yang menuntut pemahaman terhadap konsep-konsep kompleks dan teknis, seperti dalam bidang informatika.

Namun, hingga saat ini sebagian besar materi ajar berbasis digital di Indonesia masih menggunakan bahasa asing, terutama untuk bidang sains dan teknologi. Hal ini menciptakan hambatan pemahaman bagi mahasiswa, terutama mereka yang berasal dari latar belakang pendidikan menengah non-bilingual.

Dengan adanya Generative AI yang mampu berbahasa Indonesia, tantangan ini dapat diatasi. Sistem dapat memberikan penjelasan, latihan, dan rekomendasi materi dalam bahasa yang lebih mudah dipahami, sehingga meningkatkan efektivitas dan aksesibilitas pembelajaran.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan desain rekayasa perangkat lunak yang berorientasi pada pengguna (*user-centered design*). Tujuan utama dari desain ini adalah untuk mengembangkan sistem rekomendasi belajar mandiri berbasis Generative AI yang dapat memberikan saran pembelajaran sesuai preferensi dan kebutuhan mahasiswa informatika. Pemilihan pendekatan ini mempertimbangkan pentingnya interaksi antara pengguna dengan sistem dalam konteks pembelajaran personal.

Desain penelitian dilakukan secara iteratif dalam tiga fase: analisis kebutuhan, pengembangan prototipe, dan evaluasi sistem. Pada fase pertama, dilakukan pengumpulan data terkait kebutuhan pengguna melalui wawancara dan kuesioner kepada mahasiswa informatika. Tahap ini menjadi dasar untuk merancang fitur dan alur sistem yang sesuai dengan konteks belajar di Indonesia.

Pengembangan prototipe dilakukan menggunakan pendekatan Rapid Application Development (RAD), yang memungkinkan proses iteratif dan adaptif terhadap masukan pengguna. Prototipe awal diuji dalam skala kecil untuk menilai kelayakan dan kemudian disempurnakan sebelum diterapkan pada kelompok uji yang lebih besar. Setiap iterasi diukur dari segi fungsionalitas, kenyamanan pengguna, dan akurasi rekomendasi.

Selain itu, sistem rekomendasi dikembangkan menggunakan teknologi Generative AI berbasis transformer, dengan model yang telah dilatih ulang menggunakan korpus bahasa Indonesia. Desain teknis mencakup arsitektur backend, antarmuka pengguna, serta komponen AI yang memproses input dan menghasilkan rekomendasi.

Aspek penting dalam desain penelitian ini adalah keterlibatan pengguna selama proses pengembangan. Partisipasi aktif mahasiswa dilakukan melalui sesi diskusi, pengujian langsung, dan pengisian umpan balik. Pendekatan ini memastikan sistem yang dikembangkan benar-benar merefleksikan kebutuhan pengguna akhir.

Desain penelitian ini juga dilengkapi dengan prosedur etika, seperti informed consent dan perlindungan data pengguna. Semua partisipan diinformasikan tentang tujuan penelitian dan persetujuan tertulis dikumpulkan sebelum mereka berpartisipasi dalam pengujian sistem.

Pengumpulan dan Sumber Data

Data primer dikumpulkan melalui interaksi langsung dengan mahasiswa informatika dari tiga perguruan tinggi di Indonesia. Teknik yang digunakan adalah wawancara terstruktur, kuesioner daring, dan observasi penggunaan sistem. Partisipan yang terlibat dipilih secara purposive sampling, yaitu mahasiswa dari semester 3 hingga semester 7 yang memiliki pengalaman belajar mandiri dan penggunaan platform digital.

Wawancara digunakan untuk menggali kebutuhan, kendala, dan preferensi belajar mahasiswa. Kuesioner digunakan untuk mengukur persepsi awal dan akhir terhadap sistem, serta untuk mengevaluasi pengalaman belajar sebelum dan sesudah penggunaan sistem rekomendasi. Observasi dilakukan selama sesi penggunaan sistem untuk mencatat pola interaksi, durasi penggunaan, dan respon terhadap saran yang diberikan.

Data sekunder diperoleh dari sumber-sumber akademik seperti jurnal ilmiah, buku ajar, dan dokumen pembelajaran terbuka (open educational resources). Sumber ini digunakan sebagai bahan pelatihan model Generative AI serta sebagai referensi untuk merancang konten rekomendasi yang relevan dan kredibel.

Korpus data untuk pelatihan AI terdiri dari lebih dari 5.000 dokumen teks berbahasa Indonesia yang mencakup berbagai topik informatika. Dokumen ini dikumpulkan dari sumber resmi seperti situs perguruan tinggi, repositori jurnal nasional, dan buku ajar digital yang berlisensi terbuka. Proses seleksi data dilakukan secara ketat untuk memastikan kualitas dan keterwakilan materi.

Seluruh data kemudian diproses menggunakan teknik text preprocessing seperti tokenisasi, normalisasi kata, penghapusan stop words, dan pengelompokan semantik. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa model AI dapat memahami struktur dan makna dari materi yang digunakan dalam sistem.

Data yang dikumpulkan dari partisipan disimpan secara anonim dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Akses terhadap data dibatasi dan disimpan dalam server terenkripsi untuk menjamin keamanan informasi pribadi pengguna.

Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dimulai dengan penyusunan kebutuhan fungsional dan nonfungsional berdasarkan hasil analisis dari pengguna. Fitur utama sistem meliputi input minat belajar, riwayat pembelajaran, serta modul rekomendasi yang mampu memberikan materi, latihan, dan sumber

belajar sesuai preferensi pengguna. Selain itu, sistem menyediakan fitur tanya jawab berbasis bahasa alami (natural language).

Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dan memanfaatkan pustaka NLP seperti Hugging Face Transformers untuk implementasi model GPT. Antarmuka pengguna dibangun menggunakan framework web modern seperti ReactJS agar responsif dan mudah digunakan baik melalui desktop maupun perangkat mobile. Sistem dirancang agar fleksibel dan dapat diintegrasikan dengan platform e-learning yang sudah ada.

Model Generative AI yang digunakan dalam sistem adalah versi GPT-2 yang telah dilatih ulang (fine-tuned) menggunakan dataset yang telah disesuaikan. Pelatihan dilakukan dengan mengadopsi strategi transfer learning agar model mampu menghasilkan teks dalam bahasa Indonesia secara lebih akurat dan kontekstual.

Arsitektur sistem dibagi menjadi tiga lapisan utama: lapisan presentasi (user interface), lapisan aplikasi (logika rekomendasi dan AI), dan lapisan data (database dan storage). Sistem dirancang agar mampu menyimpan riwayat interaksi pengguna, sehingga rekomendasi yang diberikan dapat terus menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna seiring waktu.

Prototipe diuji secara internal oleh tim pengembang sebelum dilakukan pengujian eksternal oleh mahasiswa. Hasil uji coba awal menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan rekomendasi dalam waktu kurang dari 5 detik, dan AI mampu merespon pertanyaan dalam format bahasa alami yang sesuai konteks.

Evaluasi teknis juga mencakup pengujian kinerja (performance testing) dan keandalan (reliability testing). Sistem diuji dengan beban 100 pengguna simultan untuk memastikan stabilitas dan kecepatan layanan yang tetap optimal.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif dari kuesioner dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial untuk melihat perbedaan sebelum dan sesudah penggunaan sistem. Data kualitatif dari wawancara dan observasi dianalisis dengan metode coding tematik untuk mengidentifikasi pola dan persepsi pengguna.

Untuk mengukur efektivitas sistem dalam meningkatkan pemahaman, dilakukan pre-test dan post-test pada peserta uji coba. Skor dari kedua tes dibandingkan menggunakan uji paired sample t-test untuk melihat signifikansi perubahan pemahaman mahasiswa setelah menggunakan sistem.

Selain itu, dilakukan perhitungan $\text{precision}@5$ untuk mengukur seberapa relevan lima rekomendasi teratas yang diberikan sistem terhadap kebutuhan pengguna. Skor ini dihitung berdasarkan penilaian pengguna terhadap masing-masing rekomendasi yang muncul selama uji coba.

Analisis korelasi Pearson digunakan untuk melihat hubungan antara persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan dan kepuasan terhadap sistem. Hasil analisis ini digunakan untuk memperkuat argumen efektivitas desain antarmuka dan sistem rekomendasi.

Untuk mendukung validitas internal, instrumen kuesioner diuji menggunakan validitas konstruk dan reliabilitas Cronbach Alpha. Semua item pertanyaan yang memiliki nilai alpha di atas 0,7 dianggap reliabel dan digunakan dalam analisis lanjutan.

Data yang diperoleh juga dianalisis secara triangulatif, yaitu dengan membandingkan hasil kuesioner, wawancara, dan observasi. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih holistik mengenai efektivitas sistem dan pengalaman pengguna selama proses belajar mandiri.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Relevansi Rekomendasi Materi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi materi belajar yang relevan dengan kebutuhan pengguna. Relevansi ini diukur berdasarkan kesesuaian antara preferensi pengguna dengan topik yang disarankan oleh sistem. $\text{Precision}@5$ mencapai nilai 0,79, menunjukkan bahwa hampir empat dari lima saran pertama dianggap relevan.

Mahasiswa merasa bahwa sistem memberikan saran materi yang sesuai dengan topik yang sedang mereka pelajari atau minati. Hal ini menunjukkan bahwa model generatif yang dilatih dengan konten bahasa Indonesia berhasil menangkap konteks akademik secara baik. Rekomendasi tidak hanya tepat dari sisi isi, tetapi juga dari sisi tingkat kesulitan.

Responden menyebutkan bahwa sistem membantu mereka menemukan sumber belajar baru yang sebelumnya tidak mereka ketahui. Ini memberikan dampak positif terhadap variasi sumber belajar yang digunakan dan memperluas wawasan mereka dalam mengeksplorasi topik informatika.

Namun demikian, terdapat beberapa catatan bahwa sistem kadang memberikan materi yang terlalu umum, terutama ketika kata kunci masukan dari pengguna kurang spesifik. Hal ini

menunjukkan perlunya fitur pemrosesan maksud pengguna (intent detection) yang lebih canggih untuk mempersempit konteks rekomendasi.

Secara keseluruhan, aspek relevansi rekomendasi dianggap sangat membantu dan menjadi salah satu kekuatan utama sistem. Relevansi konten yang tinggi meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap sistem dan mendorong keterlibatan belajar yang lebih intensif.

Penggunaan Bahasa Indonesia dalam Interaksi

Salah satu temuan penting dalam pengujian adalah bahwa penggunaan bahasa Indonesia secara signifikan meningkatkan kenyamanan dan pemahaman mahasiswa terhadap sistem. Interaksi dalam bahasa ibu menjadikan mahasiswa merasa lebih dekat dan tidak terbebani secara linguistik.

Sebagian besar pengguna menyebutkan bahwa mereka lebih mudah memahami instruksi, penjelasan, maupun materi yang diberikan sistem. Hal ini berbeda dengan pengalaman mereka saat menggunakan platform belajar lain yang mayoritas berbahasa Inggris dan menimbulkan kesulitan teknis.

Bahasa Indonesia yang digunakan oleh AI bersifat formal akademik tetapi tetap mudah dipahami. Model mampu menjelaskan istilah teknis informatika dengan cara yang lebih sederhana, yang sangat membantu mahasiswa dari semester awal atau yang belum terbiasa dengan istilah asing.

Namun, masih terdapat beberapa kekurangan dalam struktur kalimat dan pilihan kosakata yang dianggap "terlalu buku teks". Ini menunjukkan bahwa meskipun bahasa Indonesia telah diintegrasikan, masih diperlukan pelatihan model dengan data yang lebih bervariasi dan alami.

Dengan peningkatan kualitas bahasa, sistem ini berpotensi menjadi alat bantu belajar yang tidak hanya relevan dari sisi isi, tetapi juga ramah pengguna dari sisi bahasa dan budaya lokal.

Pengaruh terhadap Motivasi dan Hasil Belajar

Sistem rekomendasi ini juga berdampak positif terhadap motivasi belajar mahasiswa. Berdasarkan hasil kuesioner, 86% mahasiswa merasa lebih termotivasi untuk belajar setelah menggunakan sistem ini. Mereka merasa diarahkan dengan lebih baik dalam proses belajar mandiri.

Penggunaan sistem memberikan pengalaman belajar yang terasa lebih terstruktur dan efisien. Mahasiswa tidak lagi merasa kewalahan dengan banyaknya sumber belajar yang tersedia di internet, karena sistem telah membantu memfilter dan menyarankan yang paling sesuai.

Selain itu, skor post-test yang lebih tinggi dibanding pre-test menunjukkan adanya peningkatan pemahaman terhadap materi. Rata-rata peningkatan mencapai 23%, menunjukkan bahwa sistem tidak hanya memotivasi, tetapi juga efektif dalam memperkuat pemahaman konsep.

Mahasiswa juga merasa memiliki kontrol lebih besar terhadap proses belajar mereka sendiri. Hal ini selaras dengan prinsip pembelajaran mandiri, di mana individu bertanggung jawab terhadap pilihan dan kecepatan belajarnya.

Pengalaman belajar yang dipersonalisasi dengan dukungan teknologi generatif menjadi faktor kunci keberhasilan sistem ini. Ini membuka peluang besar untuk mengembangkan sistem serupa di bidang studi lain dengan pendekatan dan algoritma yang sesuai.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem rekomendasi belajar mandiri berbasis Generative AI berbahasa Indonesia efektif dalam membantu mahasiswa informatika memilih materi pembelajaran yang relevan dan mudah dipahami. Integrasi teknologi AI dengan bahasa lokal terbukti mampu meningkatkan pemahaman, motivasi, dan keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar mandiri. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi, peningkatan skor pemahaman, serta performa sistem yang stabil dalam memberikan rekomendasi kontekstual. Sebagai saran, pengembangan sistem perlu difokuskan pada peningkatan kualitas data pelatihan, khususnya untuk topik-topik lanjutan di bidang informatika. Fitur interaktif seperti kuis atau forum diskusi juga disarankan untuk meningkatkan efektivitas sistem. Perguruan tinggi diharapkan mulai mengintegrasikan teknologi ini dalam platform pembelajaran mereka, didukung oleh kebijakan pendidikan yang pro-inovasi serta pelatihan literasi digital bagi sivitas akademika. Dengan dukungan yang tepat, sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas dalam meningkatkan kualitas pembelajaran digital di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, L., et al. (2020). Personalized Learning Using AI in Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.
- Ramdhani, M. A., & Taufik, M. (2021). Pengaruh Bahasa Pengantar dalam E-Learning terhadap Hasil Belajar Mahasiswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan Indonesia*.
- Siregar, D., et al. (2022). Artificial Intelligence untuk Pendidikan Adaptif di Indonesia. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer*.

- Brown, T., et al. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *arXiv preprint arXiv:2005.14165*.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Liu, Q., et al. (2019). Learning Path Recommendation with Neural Networks. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*.
- Hidayat, T. (2023). Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Pembelajaran. *Jurnal Informatika Nusantara*.
- Kusuma, R. A., & Wijaya, D. (2022). Evaluasi Sistem Pembelajaran Adaptif Menggunakan AI. *Jurnal Ilmu Komputer Terapan*.
- Vaswani, A., et al. (2017). Attention Is All You Need. *Advances in Neural Information Processing Systems*.
- Subekti, R. (2021). Pemanfaatan AI dalam Pendidikan Tinggi di Era Digital. *Jurnal Teknologi dan Pembelajaran*.
- Bahdanau, D., Cho, K., & Bengio, Y. (2014). Neural Machine Translation. *arXiv preprint arXiv:1409.0473*.
- Nasution, M. K. (2020). Bahasa dan Teknologi dalam Konteks Pembelajaran. *Universitas Sumatera Utara Press*.
- Zhang, Y., & Yang, Q. (2017). A Survey on Multi-Task Learning. *arXiv preprint arXiv:1707.08114*.
- Nuraini, A. (2022). Kecerdasan Buatan dan Inovasi Pembelajaran. *Badan Penerbit Universitas Terbuka*.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.