

Pengembangan Sistem Pembelajaran Adaptif Berbasis Random Forest untuk Personalisasi Pembelajaran Siswa di SMA Prayatna Medan

Yulia Agustina Dalimunthe¹, Fadly Ahmad Kurniawan²

^{1,2}Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email Corresponding: yuliadalimunthe@polmed.ac.id¹

Abstract. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pembelajaran adaptif berbasis Artificial Intelligence (AI) yang mampu mendukung transformasi digital di bidang pendidikan. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan algoritma Random Forest untuk menganalisis kemampuan akademik, gaya belajar, serta hasil evaluasi siswa sehingga dapat memberikan rekomendasi materi, latihan, dan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing peserta didik. Pengembangan sistem dilakukan melalui tahapan pengumpulan dan prapemrosesan data, pelatihan model, serta evaluasi menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Hasil penelitian diharapkan menghasilkan prototype sistem personalisasi pembelajaran berbasis AI yang dapat diterapkan di SMA Prayatna Medan, disertai luaran berupa publikasi ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi, hak cipta perangkat lunak, serta model implementasi pembelajaran adaptif berbasis AI.

Keywords: Algoritma Random Forest, Personalisasi Pembelajaran, Sistem Adaptif, Hasil Belajar, SMA

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Artificial Intelligence (AI) telah membuka peluang baru dalam pengembangan sistem pembelajaran adaptif yang mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan, gaya belajar, serta kecepatan belajar peserta didik. Dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran konvensional, sistem berbasis AI dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih personal melalui penyajian materi dan rekomendasi pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing siswa [1]. Pendekatan ini dinilai mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran sekaligus mendukung transformasi digital di bidang pendidikan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa algoritma Random Forest memiliki performa yang tinggi dalam melakukan prediksi pada data pendidikan. Hidayat (2025) melaporkan bahwa Random Forest mencapai tingkat akurasi sebesar 97%, lebih tinggi dibandingkan Decision Tree yang memperoleh akurasi 94% [2]. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa nilai membaca, menulis, dan matematika merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam memprediksi capaian akademik siswa. Temuan tersebut menunjukkan bahwa Random Forest memiliki potensi sebagai model prediksi yang andal untuk mendukung pengambilan keputusan dalam bidang pendidikan [3].

Meskipun demikian, penerapan sistem personalisasi pembelajaran berbasis AI pada jenjang sekolah menengah masih relatif terbatas, khususnya di SMA Prayatna Medan. Kondisi ini menunjukkan adanya peluang penelitian dalam mengembangkan sistem pembelajaran adaptif yang mampu memberikan rekomendasi pembelajaran sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan setiap siswa [4].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem personalisasi pembelajaran menggunakan algoritma Random Forest untuk menghasilkan rekomendasi pembelajaran yang lebih adaptif. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas proses pembelajaran, mendorong keterlibatan siswa, serta mendukung peningkatan hasil belajar. Selain memberikan manfaat bagi SMA Prayatna Medan, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai penerapan kecerdasan buatan dalam pengembangan sistem pembelajaran cerdas [5].

Permasalahan yang ditemukan setelah melakukan analisis situasi dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- a. Proses pembelajaran di SMA Prayatna Medan masih menerapkan pendekatan yang sama untuk seluruh siswa tanpa mempertimbangkan perbedaan kemampuan akademik, gaya belajar, minat, dan tingkat pemahaman, pembelajaran menjadi kurang optimal karena kebutuhan belajar setiap siswa belum terpenuhi secara individual, sehingga berdampak pada rendahnya efektivitas pembelajaran.

- b. Belum tersedia sistem pembelajaran yang mampu memberikan rekomendasi materi dan strategi belajar secara personal kepada setiap siswa sehingga guru mengalami kesulitan dalam memberikan layanan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik masing-masing siswa, sehingga proses pembelajaran belum bersifat adaptif.
- c. Pemanfaatan teknologi Artificial Intelligence, khususnya algoritma Random Forest, dalam personalisasi pembelajaran di SMA Prayatna Medan masih belum diterapkan sehingga potensi analisis data akademik siswa untuk menghasilkan rekomendasi pembelajaran yang lebih akurat dan tepat sasaran belum dapat dimanfaatkan secara optimal.
- d. Belum diketahui efektivitas penerapan sistem personalisasi pembelajaran berbasis AI terhadap hasil belajar siswa sehingga sekolah belum memiliki bukti empiris mengenai manfaat sistem pembelajaran adaptif dalam meningkatkan prestasi akademik dan kualitas proses pembelajaran.
Adapun Target yang ingin dicapai dalam kegiatan ini meliputi:
 - a. Menghasilkan sistem personalisasi pembelajaran berbasis Artificial Intelligence menggunakan algoritma Random Forest yang mampu menganalisis karakteristik siswa, seperti kemampuan akademik, gaya belajar, minat, dan tingkat pemahaman, sehingga dapat memberikan rekomendasi materi dan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan setiap siswa.
 - b. Meningkatkan efektivitas proses pembelajaran di SMA Prayatna Medan melalui implementasi sistem pembelajaran adaptif yang mendukung guru dalam pengambilan keputusan pembelajaran serta meningkatkan keterlibatan, hasil belajar, dan pengalaman belajar siswa. Luaran yang diharapkan meliputi prototipe sistem yang siap diimplementasikan, publikasi ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi, dan hak cipta perangkat lunak.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menerapkan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan System Development Life Cycle (SDLC) berbasis Prototype untuk menghasilkan sistem personalisasi pembelajaran berbasis Artificial Intelligence (AI) menggunakan algoritma Random Forest. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan, pengujian, implementasi, dan evaluasi. Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi, wawancara dengan guru dan pihak sekolah, studi literatur, serta pengumpulan data akademik siswa yang mencakup data kehadiran, nilai tugas, nilai UTS, nilai UAS, aktivitas belajar, dan hasil belajar sebagai atribut klasifikasi.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dikembangkan sistem berbasis web yang mengintegrasikan algoritma Random Forest untuk mengklasifikasikan kemampuan akademik siswa ke dalam beberapa kategori sebagai dasar penyusunan rekomendasi pembelajaran yang bersifat adaptif. Sistem dibangun menggunakan framework Laravel, basis data MySQL, serta pustaka Scikit-Learn untuk proses pembelajaran mesin. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode Black Box Testing, sedangkan kinerja model dievaluasi menggunakan Confusion Matrix dengan metrik accuracy, precision, recall, dan F1-score. Selanjutnya, sistem diimplementasikan di SMA Prayatna Medan melalui instalasi aplikasi, migrasi data, pelatihan pengguna, dan uji coba operasional. Evaluasi sistem dilakukan berdasarkan standar kualitas perangkat lunak ISO 25010, yang mencakup aspek *functional suitability*, *usability*, *reliability*, *performance efficiency*, dan *security*. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyempurnaan antarmuka, optimasi model Random Forest, serta peningkatan kualitas rekomendasi pembelajaran yang dihasilkan.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah Sistem Personalisasi Pembelajaran berbasis Artificial Intelligence (AI) dengan menerapkan algoritma Random Forest untuk membantu guru dalam mengidentifikasi karakteristik akademik siswa serta memberikan rekomendasi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing siswa. Sistem dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web yang dapat diakses oleh guru untuk mengelola data siswa, melakukan proses klasifikasi, dan melihat hasil rekomendasi pembelajaran secara otomatis [6].

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri atas data kehadiran, nilai tugas, nilai UTS, nilai UAS, serta aktivitas belajar siswa. Seluruh data terlebih dahulu melalui tahap preprocessing, meliputi pembersihan data, normalisasi, dan transformasi atribut agar siap digunakan pada proses pembentukan model Random Forest. Model kemudian dilatih menggunakan data latih dan diuji menggunakan data uji untuk menghasilkan model klasifikasi yang optimal [7].

Hasil klasifikasi mengelompokkan siswa ke dalam tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Berdasarkan kategori tersebut, sistem secara otomatis menghasilkan rekomendasi pembelajaran yang berbeda untuk setiap kelompok siswa. Siswa dengan kategori tinggi memperoleh materi pengayaan dan latihan lanjutan, kategori sedang memperoleh materi pendalaman konsep disertai latihan tambahan, sedangkan kategori rendah diberikan materi remedial, pendampingan intensif, dan latihan dasar sesuai kompetensi yang belum tercapai [8].

Pengujian fungsional menggunakan metode Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem, seperti proses login, pengelolaan data siswa, proses klasifikasi menggunakan Random Forest, serta tampilan rekomendasi pembelajaran dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna tanpa ditemukan kesalahan fungsi [9].

Selanjutnya, performa model Random Forest dievaluasi menggunakan Confusion Matrix dengan metrik Accuracy, Precision, Recall, dan F1-Score. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan karakteristik akademik siswa sehingga layak digunakan sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi pembelajaran secara adaptif [10].

3.2 Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan algoritma Random Forest mampu mendukung proses personalisasi pembelajaran dengan memanfaatkan data akademik siswa sebagai dasar pengambilan keputusan. Kemampuan Random Forest dalam mengolah banyak atribut sekaligus menghasilkan klasifikasi yang stabil menjadikan metode ini sesuai untuk diterapkan pada sistem rekomendasi pembelajaran. Selain menghasilkan akurasi yang baik, metode ini juga mampu mengurangi risiko *overfitting* karena proses klasifikasi dilakukan melalui kombinasi sejumlah pohon keputusan (*decision tree*) [11].

Implementasi sistem memberikan kemudahan bagi guru dalam memonitor perkembangan belajar siswa tanpa harus melakukan analisis data secara manual. Guru dapat mengetahui kelompok kemampuan siswa secara otomatis dan memperoleh rekomendasi strategi pembelajaran yang sesuai sehingga proses pembelajaran menjadi lebih terarah. Di sisi lain, siswa memperoleh materi pembelajaran yang lebih sesuai dengan tingkat kemampuan masing-masing sehingga berpotensi meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan dalam proses pembelajaran, dan pencapaian hasil belajar [12].

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Hidayat (2025) yang menunjukkan bahwa algoritma Random Forest memiliki performa prediksi yang lebih baik dibandingkan metode klasifikasi konvensional. Selain itu, hasil penelitian juga mendukung temuan Gunawan et al. (2025) yang menyatakan bahwa penerapan Artificial Intelligence pada sistem pembelajaran adaptif mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui penyediaan materi yang sesuai dengan karakteristik peserta didik [1].

Secara keseluruhan, sistem personalisasi pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menghasilkan prototype sistem berbasis AI yang mampu mengklasifikasikan karakteristik akademik siswa dan memberikan rekomendasi pembelajaran secara adaptif. Sistem ini berpotensi menjadi salah satu solusi implementasi Artificial Intelligence di lingkungan sekolah menengah, sekaligus mendukung transformasi digital pendidikan menuju pembelajaran yang lebih efektif, personal, dan berpusat pada peserta didik [13].

4. KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi serta temuan sewaktu pelaksanaan pengabdian masyarakat berlangsung maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem personalisasi pembelajaran berbasis Artificial Intelligence (AI) dengan menerapkan algoritma Random Forest untuk mengklasifikasikan karakteristik akademik siswa berdasarkan data kehadiran, nilai tugas, nilai UTS, nilai UAS, dan aktivitas belajar. Hasil klasifikasi dimanfaatkan sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi materi dan strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing siswa, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih adaptif dan berpusat pada peserta didik.
- b. Implementasi sistem menunjukkan bahwa pemanfaatan algoritma Random Forest dapat mendukung guru dalam mengambil keputusan pembelajaran secara lebih efektif serta membantu meningkatkan kualitas layanan pembelajaran melalui rekomendasi yang lebih tepat sasaran. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi alternatif solusi dalam mendukung transformasi digital pendidikan, sekaligus menjadi dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya dengan menambahkan algoritma lain, fitur *learning analytics*, maupun *Explainable Artificial Intelligence (XAI)* untuk meningkatkan akurasi dan transparansi hasil rekomendasi.

Referensi

- [1] Gunawan, G., Sari, N., & Pratama, A. (2025). Artificial intelligence-based adaptive learning for improving student learning outcomes. *Journal of Educational Technology Research*, 18(2), 115–129
- [2] Hidayat, R. (2025). Perbandingan algoritma Random Forest dan Decision Tree dalam prediksi prestasi akademik siswa. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 16(1), 45–56
- [3] Kotsiantis, S. B. (2012). Use of machine learning techniques for educational proposes: A decision support system for forecasting students' grades. *Artificial Intelligence Review*, 37(4), 331–344. <https://doi.org/10.1007/s10462-011-9200-y>
- [4] UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing
- [5] Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN Computer Science*, 2(3), 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- [6] Márquez-Vera, C., Morales, C. R., & Soto, S. V. (2013). Predicting school failure and dropout by using data mining techniques. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 8(1), 7–14. <https://doi.org/10.1109/RITA.2013.2244695>
- [7] Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- [8] Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- [9] Siemens, G., & Baker, R. S. (2012). Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, 252–254. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>
- [10] Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355. <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
- [11] Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(39). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- [12] Romero, C., & Ventura, S. (2013). Data mining in education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 3(1), 12–27. <https://doi.org/10.1002/widm.1075>
- [13] Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.